

# GEOQUÍMICA DOS ELEMENTOS MENORES NOS SOLOS DE PERNAMBUCO. IV. ZINCO NA ZONA LITORAL-MATA<sup>1</sup>

ARÃO HOROWITZ<sup>2</sup> e HUMBERTO DA SILVEIRA DANTAS<sup>3</sup>

**SINOPSE.**— Foram estudados perfis de solos típicos representativos da Zona Litoral-Mata de Pernambuco. Nesses solos se determinou por espectrofotometria de absorção atômica o zinco total e o zinco considerado como disponível para as plantas, utilizando-se seis extratores escolhidos entre os reputados como os mais dignos de confiança na literatura internacional.

Esses solos, que são os mais importantes do Estado sob o ponto de vista agrícola, podem ser considerados como normais no que se refere ao conteúdo total de zinco, que varia entre 19 e 189 ppm na camada superficial, apresentando média de 53 ppm. O zinco total mostra tendência a concentrar-se nos horizontes mais profundos onde se encontra principalmente adsorvido pelos minerais da argila. Os horizontes superficiais se empobrecem de zinco por lixiviação, embora sua matéria orgânica retenha parte desse elemento. Ao longo do perfil, no entanto, o teor de zinco total é controlado pela argila, na qual uma parte é retida fortemente em forma pouco solúvel, provavelmente incorporada à própria rede cristalina superficial.

Foi possível dividir os solos da área em estudo em três grupos. O primeiro contém os solos onde se espera encontrar deficiência de zinco. O segundo abrange os solos cujo conteúdo de zinco assimilável se situa próximo ao limite crítico, e que provavelmente apresentarão deficiência quando intensamente cultivados. O terceiro grupo compreende os solos cujo teor de zinco pode ser considerado como adequado. Em todos os solos estudados o teor de zinco se situa muito abaixo dos teores tóxicos, não existindo razões para se esperar o aparecimento de sintomas de toxidez nas culturas da área.

Os dados apresentados evidenciam que a maioria dos solos da área estudada é deficiente de zinco. Os autores sugerem investigações complementares sobre as doenças e a saúde dos animais e das populações humanas das áreas deficientes, em face dos efeitos notáveis na saúde dos animais e do homem, atualmente reconhecidos como provenientes de dieta com inadequado teor de zinco.

**Termos de indexação:** Geoquímica, solos, química analítica, elementos menores, zinco, Zona Litoral-Mata, Pernambuco.

## INTRODUÇÃO

Dos elementos menores, o zinco talvez seja atualmente o que tem atraído mais atenção devido à sua grande importância biológica. O papel preeminente desempenhado por esse elemento no metabolismo dos vegetais, e também dos animais, é totalmente reconhecido desde alguns anos. No entanto, somente pesquisas muito recentes demonstraram que deficiências de zinco são comuns no homem e que essa deficiência é um fator crítico no atraso do crescimento, no retardamento da cicatrização e em várias doenças crônicas. Solos deficientes em zinco têm sido encontrados em muitas partes e novos casos são descobertos a cada ano, de modo que atualmente se pode dizer que essa deficiência é mais comum e generalizada do que a de qualquer outro elemento traço.

Plantas que se desenvolvem em solos sem adequado teor de zinco disponível são sujeitas a variadas doenças. Em árvores frutíferas é comum o aparecimento de pequenas folhas com terminal "tipo roseta". Os *citrus* mostram clorose intervenial típica, chamada de "folha mosqueada". Na maioria das plantas o crescimento terminal é afetado em primeiro lugar e há decréscimo do pecíolo e rosetação ou enrolamento das folhas. No milho aparece uma série de listras ou bandas na metade inferior das folhas. Características de crescimento e sintomatologia das folhas em casos de deficiência aguda são tão evidentes para algumas culturas que tornam desnecessárias análises ou testes suplementares. Deficiências moderadas, no entanto, podem não ser facilmente identificáveis em muitos casos e somente as análises de folhas e/ou solos podem dar informações de valor (Chapman 1966).

Trabalhos relativamente recentes têm demonstrado claramente que o zinco é elemento essencial para todos os animais. Embora seja necessário em diminutas quantidades (20 a 100 ppm), sua deficiência, mesmo moderada, pode refletir-se negativamente no crescimento, no aproveitamento da alimentação e no bem-estar geral. Sintomas característicos de deficiência de zinco em animais incluem desordens nos ossos, articulações e na pele, esterilidade e demora na cicatrização. Em forma severa tem sido reconhecida como causa de morte de animais em vários países. A disponibilidade de zinco para as ra-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 28 de novembro de 1974.

Iniciado em 1971 com auxílio do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) através de bolsa concedida aos autores.

<sup>2</sup> Professor Adjunto de Geoquímica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Pesquisador Conferenciado do CNPq e Diretor do Centro de Energia Nuclear da UFPE, Cidade Universitária, Recife, PE.

<sup>3</sup> Pesquisador em Química do Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Nordeste (IPEANE), Caixa Postal 205, Recife, PE, Professor de Química Geral da Escola Técnica Federal de Pernambuco e Pesquisador, bolsista, do CNPq.

ções animais é também função do teor de cálcio. As primeiras evidências de que a deficiência de zinco pode ocorrer naturalmente nos animais domésticos, com reflexos importantes na economia, foram obtidas na criação de porcos, para os quais o fornecimento de ração adequada do metal promoveu apreciável ganho de peso e a cicatrização de feridas da pele. A adição de zinco na dieta das aves aumenta a eficiência da alimentação e previne o desenvolvimento de defeitos ósseos, dermatoses e penas encrespadas. Também no gado leiteiro diferentes distúrbios, como pruridos, pêlo engordurado, pele rugosa, redução na produtividade de leite e diminuição na fertilidade, têm sido atribuídos à deficiência de zinco. (Pories *et al.* 1971)

Mais recentemente, diversos investigadores demonstraram os efeitos da deficiência de zinco no homem. Esses estudos despertaram enorme interesse para os trabalhos relativos à distribuição do zinco no solo. Desde que são bastante comuns os solos, plantas e animais deficientes de zinco, não é de surpreender que essa deficiência seja também encontrada no homem, no qual interfere com o crescimento, fertilidade e restauração dos tecidos. A administração oral de sulfato de zinco tem sido utilizada para promover o crescimento de anões por deficiência na nutrição, acelerar a cicatrização em pessoas jovens e em pacientes idosos com feridas indolentes e para melhorar a isquemia da arteriosclerose. (Pories *et al.* 1971)

Resulta portanto evidente o importante papel desempenhado pelo zinco e o motivo da crescente atenção que tem sido dada aos estudos da distribuição desse metal no solo. Apesar disso, poucos trabalhos sobre esse elemento têm sido levados a efeito em nosso País e, ao que se saiba, nenhuma pesquisa sobre o conteúdo de zinco nos solos do Nordeste foi até agora efetuada. O presente trabalho teve por finalidade suprir essa falta, sendo a continuação de um estudo sistemático sobre os elementos menores, que os autores vêm efetuando há alguns anos.

### Geoquímica do Zinco no Solo

A abundância do zinco na litosfera é de cerca de 80 ppm (Goldschmidt 1958). O conteúdo desse metal é algo mais elevado nas rochas básicas do que nas alcalinas. A geoquímica do zinco é dominada principalmente pela similaridade de raio iônico entre o zinco divalente (raio iônico 0,83A) e os metais do grupo magnésio-ferro, especialmente o ferro ferroso (raio iônico 0,83A). Nos compostos oxigenados e nos sulfetos, o zinco é diadócico com o ferro divalente, cobalto e manganês. Portanto, esse metal encontra-se na litosfera superior tanto em associação litófila quanto calcófila. Ele é mais fortemente litófilo do que o ferro trivalente e menos calcófilo do que o ferro divalente.

O zinco nas rochas e minerais de origem magmática segue o ferro divalente nos óxidos e este metal e o magnésio nos silicatos ferromagnesianos. Uma evidência disso é o fato de que a ilmenita das rochas gabróbicas pode conter até 3.000 ppm de zinco, a magnetita até 1.000 ppm, e os minérios de cromita das rochas olivínicas até mais de 10.000 ppm (Goldschmidt 1958). Do mesmo modo, tem-se mostrado que esse metal se concentra nos silicatos ferromagnesianos das rochas graníticas como os piroxênios, anfibólios e biotita. Entre os minerais petrográficos comuns é a biotita que geralmente contém a maior quantidade de zinco; o conteúdo é menor na flogopita e ainda menor na muscovita. As concentrações máximas de zinco têm sido encontradas nos minerais

ferromagnesianos dos últimos estágios da cristalização magmática, especialmente na biotita (Rankama & Saha 1954). A média dos teores de zinco nas rochas ígneas é de 80 ppm, sendo que nas rochas ultramáficas a média é de 50 ppm, nas máficas 130 ppm, e nas félsicas 60 ppm (Hawkes & Webb 1962).

O íon  $Zn^{2+}$  é muito móvel. Os compostos de zinco são facilmente dissolvidos em forma de sulfato ou cloreto durante o intemperismo e arrastados pelas águas superficiais e subterrâneas. No entanto, uma larga porção do zinco permanece nos minerais menos solúveis como a ilmenita e os anfibólios. Parte do zinco permanece na água e termina por depositar-se nos sedimentos de carbonatos. As jazidas de fosforita de origem orgânica concentram também quantidades elevadas do metal. Os depósitos de zinco freqüentemente formam auréolas de dispersão onde o conteúdo de metal aumenta grandemente não só na rocha encaixante como também no solo. Portanto, o zinco, do mesmo modo que os outros metais, especialmente os de transição, encontra-se no solo em forma de sulfetos, como elemento disperso nos aluminossilicatos e em solução na forma de sais do ácido carbônico e outros ácidos.

O conteúdo de zinco do solo depende da natureza da rocha original, do conteúdo de matéria orgânica, da textura do solo e do pH. Embora o caráter da rocha matriz não seja o fator primordial na determinação do teor de zinco, os solos derivados de rochas básicas são sempre mais ricos desse elemento do que os desenvolvidos sobre granitos, gnaisses etc. Os solos arenosos, podzóis permeáveis e lateritas são mais facilmente empobrecidos de zinco do que os argilosos ou os que possuem elevada fração fina.

De acordo com o seu conteúdo de zinco, os solos podem ser dispostos em três grupos. No primeiro se incluem os solos com teor muito elevado de zinco (até 10.000 ppm); esses solos ocorrem na vizinhança de depósitos de zinco, que podem assim ser facilmente detectados pelo conteúdo excepcionalmente alto de zinco nos solos e nas plantas; conectando os pontos com igual conteúdo de zinco, os depósitos podem ser delimitados e mapeados. O segundo grupo corresponde aos solos que contêm cerca de 20 a 120 ppm de zinco (conteúdo normal de zinco). O terceiro grupo engloba os solos com teor muito baixo de zinco. Observou-se a existência de solos com conteúdo extremamente baixo; em torno de 1 ppm (Vinogradov 1959).

Considera-se, com base na média das determinações disponíveis, que o conteúdo médio de zinco nos solos do mundo está próximo de 50 ppm. Pelo contraste desse valor com o teor médio de zinco de 60 ppm dos granitos e 130 ppm das rochas ígneas básicas, verifica-se que uma parte do zinco foi lixiviado quando da formação dos solos. O zinco é mais uniformemente distribuído no solo do que o cobre.

A mobilidade do zinco no solo depende do estado desse elemento, de seu modo de ocorrência e do pH do solo. O zinco é imóvel em solos de pH elevado e muito móvel em solos ácidos de pH igual ou inferior a 5. No último caso, muito freqüentemente, cerca da metade do zinco existente no solo encontra-se na forma trocável. Constitui fato comprovado que a quantidade de zinco dissolvido na solução do solo aumenta com a elevação do conteúdo de  $CO_2$  ou de sais. A quantidade de zinco que pode ser extraída do solo por soluções ácidas ou por soluções salinas é relativamente elevada. A água pode dissolver consideráveis quantidades de zinco, dependendo da extração da reação do solo. Já as soluções alcalinas não extraem zinco. Em solos férteis, mais de

5% do zinco total está em forma permutável, facilmente extratável por soluções ácidas fracas (por exemplo,  $\text{CO}_2$ ) e é facilmente assimilável pelas plantas. Quanto mais baixo o pH do solo mais facilmente as plantas extraem o zinco.

Doenças devidas a deficiência de zinco são mais comuns nos solos ácidos, geralmente mais pobres de zinco, do que nos solos alcalinos, usualmente mais ricos, embora as plantas não assimilem tão facilmente o zinco desses solos. Durante a intemperização das rochas ácidas, como por exemplo do granito, parte do zinco é arrastada. Por outro lado, ele não é facilmente dissolvido do calcário junto com o qual se deposita frequentemente. Solos calcários com pII relativamente alto fixam o zinco por adsorção ou precipitação. Nesse ambiente, o zinco é também fixado pelos fosfatos (Vinoogradov 1959).

A mobilidade do zinco não é função apenas do pH. Do mesmo modo que para os outros elementos menores, o seu comportamento no solo depende também da textura e do conteúdo e natureza da matéria orgânica. A água e as soluções ácidas fracas somente com dificuldade extraem o zinco dos solos argilosos, dada a fixação deste metal pelos minerais da argila. Do mesmo modo, a matéria orgânica indubitavelmente adsorve o zinco e por isso a quantidade de zinco em determinado horizonte do solo é tanto maior quanto maior for a quantidade de matéria orgânica. A esse respeito, a natureza da matéria orgânica é evidentemente muito importante.

Solos com excesso de zinco nos níveis de toxidez não são comuns. Esses solos contêm 400 ppm, ou mais, de zinco trocável. Conteúdos tão elevados existem apenas em algumas espécies de solos turfosos, nas vizinhanças de depósitos de minérios de zinco, ou são resultado da contaminação derivada da operação de minas ou ainda induzida pelo uso indiscriminado de fertilizantes que contenham zinco. Existe o perigo de que a acumulação de zinco devido ao uso desse metal em pulverização sobre as folhas, ou em fertilizantes, eleve sua concentração no solo até níveis tóxicos, especialmente onde os solos são acidificados pela adição de fertilizantes formadores de ácidos.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Foram escolhidos 11 perfis de solos típicos considerados como representativos da Zona Litoral-Mata do Estado de Pernambuco. As amostras desses solos foram colhidas e preparadas com o máximo de cuidado a fim de evitar contaminação com zinco. Assim, usaram-se pás de madeira e sacos e depósitos plásticos e utilizaram-se reagentes quimicamente puros e da melhor procedência. Todas as soluções empregadas foram previamente testadas para ausência de zinco mensurável. Os solos, depois de destorroados com rolo de madeira, foram peneirados em peneira de nylon, malha de 2 mm. A classificação desses solos, feita pela Divisão de Pedologia do Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária do Ministério da Agricultura, é a seguinte:

1) Goiana (Amostra n.º 6964 a 6968): Podzólico vermelho amarelo latossólico textura média fase floresta subperenifólia relevo plano;

2) Timbaúba (Amostra n.º 7042 a 7045): Bruno não cálcico planossólico fase floresta caducifólia relevo ondulado e forte ondulado;

3) Aliança (Amostra n.º 7062 a 7067): Terra roxa estruturada eutrófica fase floresta subcaducifólia relevo ondulado e forte ondulado;

4) Nazaré da Mata (Amostra n.º 7052 a 7054): Brunizem avermelhado fase floresta subcaducifólia relevo ondulado;

5) Paudalho (Amostra n.º 7068 a 7062): Latossolo vermelho amarelo Distrófico textura argilosa fase floresta subperenifólia relevo plano;

6) Moreno (Amostra n.º 7073 a 7079): Podzólico vermelho amarelo orto fase floresta subperenifólia relevo forte ondulado;

7) Cabo (Amostra n.º 7080 a 7085): Podzólico vermelho amarelo com argila de atividade alta textura argilosa fase floresta subperenifólia relevo ondulado;

8) Ribeirão (Amostra n.º 7089 a 7104): Latossolo vermelho amarelo Distrófico textura argilosa fase floresta subperenifólia relevo ondulado e forte ondulado;

9) Água Preta (Amostra n.º 7246 a 7251): Podzólico vermelho amarelo orto fase floresta subperenifólia relevo forte ondulado;

10) Quipapá (Amostra n.º 7999 a 8004): Podzólico vermelho amarelo latossólico textura argilosa fase floresta subperenifólia relevo forte ondulado;

11) Barreiros (Amostra n.º 8123 a 8126): Podzólico vermelho amarelo latossólico textura argilosa fase floresta subperenifólia relevo forte ondulado.

Nas amostras dos perfis correspondentes aos solos acima determinou-se o zinco total por absorção atômica nas soluções obtidas por fluorização em cadinho de teflon, segundo o método descrito por Jackson (1958). O zinco solúvel foi analisado utilizando-se os seguintes extratores, escolhidos entre os considerados como os mais dignos de confiança na literatura internacional:

a) HCl 0,1N: pesar 2 g de solo, adicionar 50 ml de HCl 0,1N e agitar; deixar em repouso até o dia seguinte; agitar a solução por 30 minutos e filtrar;

b) Ditzona: agitar 2,5 g de solo por 2 horas com uma mistura de 25 ml de  $\text{CCl}_4$  contendo 0,01% de ditzona (difenilcarbazona) e 25 ml de acetado de amônio 1M ajustado para pH 7,0; a base aquosa é cuidadosamente separada por sucção e desprezada;

c)  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  (Sal dissódico do ácido etileno-diamino-tetracético): pesar 2 g de solo, adicionar 20 ml de  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  1% e agitar por duas horas; filtrar a solução através de papel de filtro quantitativo;

d)  $\text{MgCl}_2$  2N: pesar 10 g de solo, adicionar 50 ml de  $\text{MgCl}_2$  2N e agitar vigorosamente por 45 minutos; filtrar através de papel de filtro quantitativo;

e) EDTA +  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ : preparar uma solução de EDTA (ácido etileno-diamino-tetracético), 0,01M e  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  1M ajustando o pH para 8,6 pela adição de HCl ou  $\text{NH}_4\text{OH}$ ; agitar 10 g de solo com 20 ml da solução durante 30 minutos e filtrar;

f) DTPA: a solução extratora contém DTPA (ácido dietileno-triamino-pentacético) 0,005M,  $\text{CaCl}_2$  0,01M e TEA (trietanolamina) 0,1M e o pH é ajustado para 7,3; agitar 10 g de solo com 20 ml da solução extratora por duas horas e filtrar.

A determinação do zinco solúvel foi levada a efeito diretamente no filtrado das diversas soluções extratoras por absorção atômica, utilizando-se padrões tratados da mesma maneira. O instrumento em uso neste laboratório é o Pye Unicam SP90A cedido pela Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) à Universidade Federal de Pernambuco. Em todas as operações se teve o maior cuidado em evitar as contaminações possíveis tanto do material de laboratório como dos reagentes. Em cada série de determinações foram analisadas duas provas em branco e dois padrões para levar em conta o zinco por acaso contido nos reagentes e/ou introduzido nas operações (negligenciável) e para evitar erros devidos às flutuações diárias da absorção motivadas por variações na pressão do ar e do gás, na viscosidade das soluções, etc. A chama empregada foi ar-propano e o aparelho foi aferido para os seguintes parâmetros: comprimento de onda de 213,9 nm, fenda de 0,4 mm, altura do bico 1,3 cm; fluxo de 300  $\text{cm}^3$  de propano/min e 5 l de ar/min.

Os três primeiros métodos de extração do zinco solúvel, HCl 0,1N, ditizona e Na<sub>2</sub>EDTA, podem ser considerados atualmente como clássicos. Os métodos restantes são os recomendados em trabalhos relativamente recentes como os mais dignos de confiança: o do MgCl<sub>2</sub> por Stewart e Berger (1965), o do EDTA + carbonato de amônio por Trierweiler e Lindsday (1969) e o do DTPA por Brown *et al.* (1971).

#### RESULTADOS E CONCLUSÕES

No Quadro 1 se encontram algumas características dos solos estudados que têm influência na distribuição do zinco e os teores de zinco total e solúvel nos diversos extratores empregados. Esses dados correspondem à média de duas determinações.

#### Zinco total

O zinco total na camada superior dos solos estudados varia de 19 a 189 ppm, com teor médio de 53 ppm. Esses solos, portanto, podem ser considerados normais no que se refere ao teor de zinco total. Como acontece com os elementos menores de modo geral, e em particular com o zinco, o conteúdo total pode ser mais útil como índice da disponibilidade potencial do que a figura correspondente para um elemento maior cuja concentração raramente varia de um solo para outro mais do que cinco vezes (Mitchell 1964). Dos dados do Quadro 1 verifica-se que a variação no teor de zinco total entre dois solos determinados pode atingir dez vezes. Embora exista certa correlação entre o teor total e o solúvel nos diversos extratores (considerado como disponível), essa não é de modo algum clara, o que demonstra que mesmo nesse caso a disponibilidade deve ser considerada. Evidência desse fato é dada pelo contraste entre os solos do Cabo e de Aliança, por exemplo; embora no primeiro o zinco total seja mais de duas vezes o do segundo, o zinco extratável deste último pelos diversos reagentes é mais do que o duplo do primeiro. Evidentemente o zinco nos solos do Cabo se encontra principalmente em forma não trocável, na rede cristalina dos aluminossilicatos e/ou fortemente adsorvido na argila.

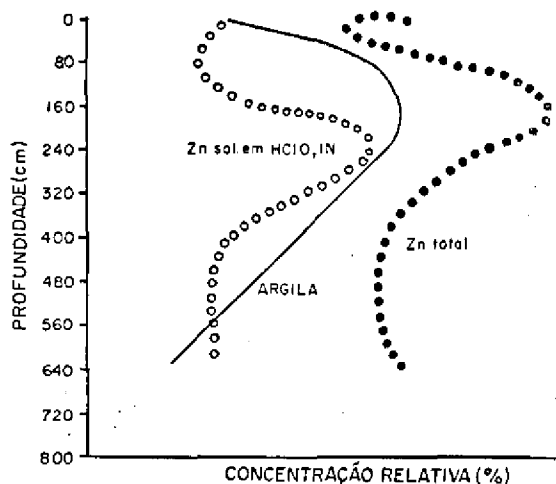


Fig. 1. Distribuição do zinco total e solúvel em sol. HCl 0,1N, no perfil n.º 7098 a 7104 (Ribeirão), em relação à argila.

Com exceção do Podzólico vermelho amarelo do Cabo (Amostra n.º 7080 a 7085), que se originou de rochas básicas, os solos restantes são considerados como tendo-se formado de rochas ácidas. O teor de zinco total desses solos reflete esse fato. O solo do Cabo contém 189 ppm de zinco total no horizonte superior, enquanto os demais contêm de 19 a 77 ppm, com teor médio de 40 ppm. Mesmo considerando os solos correspondentes a Aliança, que são os mais ricos em zinco depois daqueles, a diferença ainda é superior a duas vezes. Contrariamente ao que acontece em muitas partes do mundo, nota-se uma clara tendência do zinco para concentrar-se nos horizontes mais profundos, principalmente naqueles onde a percentagem de argila é mais elevada. (Fig. 1 e 2)

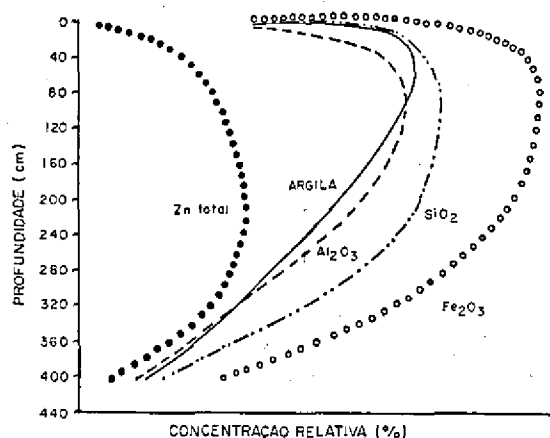


Fig. 2. Distribuição do zinco total no perfil n.º 7999 a 8004 (Quipapá), em relação à argila, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

De fato, considerando todos os horizontes do solo, o zinco total varia entre 16 e 308 ppm, com teor médio de 71 ppm, enquanto para o horizonte superficial a média é de 53 ppm e as concentrações extremas 19 e 189 ppm. O mesmo se verifica quando se atenta para o zinco extraído pelo HCl 0,1N, embora essa tendência não seja perceptível. Evidentemente isso se deve ao fato de que o ácido clorídrico 0,1N não só retira o zinco trocável como também é capaz de destruir algumas substâncias normalmente insolúveis, mas que podem ser atacadas pelos ácidos fortes. Na realidade, os extratores de ácidos fortes têm sido criticados nessa conexão. O zinco solúvel no HCl 0,1N para todos os horizontes dos solos estudados varia desde teores menores do que 0,1 ppm até 15,55 ppm, apresentando a média de 3,23 ppm. Em contraste, no horizonte superficial a média é menor e corresponde a 2,88 ppm. Esses solos são todos solos minerais, relativamente pobres de matéria orgânica (teor máximo de 3,72 g por 100 g de solo no horizonte superficial) e pH inferior a 6. É de esperar-se, portanto, que o zinco seja muito móvel nesses solos, sendo lixiviado para os horizontes mais profundos onde uma parte se fixa na argila. Pelo menos uma fração desse zinco é fixada em forma pouco solúvel. Embora se possa notar a influência da matéria orgânica em reter o zinco nos horizontes superficiais, como esse teor é geralmente baixo em relação à argila, o efeito resultante é menos apreciável. A esse respeito é interessante o que acontece com os solos correspondentes a Quipapá, onde o teor de matéria orgânica decresce de cerca da me-

tade do horizonte Ap para o B<sub>1</sub>, enquanto a quantidade de argila mais do que duplica. O teor de zinco solúvel em HCl 0,1N no horizonte B<sub>1</sub> é maior do que o duplo do contido no horizonte superficial. Como a percentagem de argila no horizonte superficial é maior do que dez vezes a da matéria orgânica nesse mesmo horizonte, e como no horizonte B<sub>1</sub> o conteúdo de argila é um pouco mais de quarenta vezes o seu conteúdo de matéria orgânica, a importância da argila em controlar o zinco solúvel no ácido clorídrico 0,1N fica bastante evidente.

Excetuando-se os solos correspondentes aos municípios do Cabo e Ribeirão, onde a proporção do zinco solúvel em HCl 0,1N em relação ao total é de cerca de 1 e 3% respectivamente, nos demais solos essa proporção é igual a 5% ou maior. Existem mesmo solos em que 10 a 11% do zinco total são solúveis no HCl 0,1N. Evidentemente, nos primeiros dois solos o zinco se encontra principalmente preso na rede cristalina dos aluminossilicatos.

Quando se consideram os dados relativos aos teores do zinco solúvel nos diversos reagentes salinos ou complexantes, representados no Quadro 1, a tendência do zinco, considerado como trocável, de concentrar-se no horizonte superficial, onde se encontra principalmente retido pela matéria orgânica do solo, resulta muito clara. De fato, a média do zinco do horizonte superficial, extratável pelos reagentes utilizados, é geralmente algo mais elevada do que a média para todos os horizontes do solo. Assim, para o MgCl<sub>2</sub> 2N, a média para todos os horizontes do solo é 0,71 ppm enquanto apenas para os horizontes superficiais é 0,78 ppm. Para o Na<sub>2</sub>EDTA a 1%, os números são 1,49 e 1,52 ppm respectivamente, para a solução EDTA + (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 1,02 e 1,25 ppm, e para o DTPA, 0,76 e 1,26 ppm. Apenas a ditizona foge à regra. A média de todos os horizontes é 1,20 ppm e a do horizonte superficial, 0,99 ppm. O ácido clorídrico 0,1N é, pois, aparentemente capaz de atacar certos minerais argilosos pelo menos superficialmente. Não só a proporção extraída é consistentemente mais elevada do que para todos os outros extratores, como também se correlaciona melhor com o teor de argila. A explicação desse fato reside talvez em um mecanismo semelhante ao da fixação do boro pela argila. O elemento, primitivamente adsorvido, move-se com o passar do tempo para o interior mesmo da rede cristalina na superfície da micela, dependendo a extensão desse fenômeno da natureza dos minerais constituintes da argila. O HCl 0,1N é aparentemente capaz de destruir essa película pelo menos em parte. Não há correlação entre o zinco extratável pelos diversos reagentes empregados e o pH.

#### Zinco disponível

As soluções extratoras utilizadas para avaliar o zinco assimilável foram as descritas na literatura internacional como as que se correlacionaram melhor com a resposta das plantas. É extremamente interessante a concordância notável entre os métodos utilizados, na separação entre solos definitivamente deficientes e bem providos de zinco considerado como disponível. Discrepâncias aparecem apenas quando o teor de zinco se situa próximo aos limites críticos dados pelos diversos autores. A concentração do zinco extratável pelas várias soluções empregadas está exposta no Quadro 1. Para facilidade de comparação foram adicionados sinais convencionais separando os solos em deficientes, não deficientes e aqueles cujo conteúdo de zinco solúvel se situa no limite crítico

experimentalmente determinado para os diversos extratores. Os limites adotados foram: a) 0,55 ppm para o método da ditizona (Follet & Lindsay 1971); b) 3,50 a 4,00 ppm para o HCl 0,1N (Wear & Sommer 1947); c) 0,40 ppm para o MgCl<sub>2</sub> 2N (Stewart & Berger 1965); d) 1,25 ppm para o Na<sub>2</sub>EDTA 1% (Brown *et al.* 1971); e) 1,40 ppm para a solução de EDTA + (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Trierweiler & Lindsay 1969) e f) 0,50 ppm para o DTPA (Brown *et al.* 1971).

Do trabalho realizado, verificou-se que os métodos do ácido clorídrico 0,1N e da ditizona foram os menos satisfatórios para os solos estudados. Os resultados nem sempre foram consistentes, obrigando às vezes a um número relativamente grande de determinações para se obter uma média representativa. Isso se deve à pequena relação solo/volume da solução extratora, com o conseqüente uso de uma alta sensibilidade no espectrofotômetro de absorção atômica e um fator proporcionalmente elevado, o que obviamente aumenta o erro. A solução de ditizona ainda tem o inconveniente de em solos argilosos não permitir a obtenção de 20 ml da fase orgânica, o que obriga a trabalhar com menor volume. Embora com esses inconvenientes, o último método foi utilizado por constituir um método clássico e se prestar excelentemente para comparações. Os métodos restantes deram todos resultados bastante consistentes, principalmente os do Na<sub>2</sub>EDTA 1%, EDTA + (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> e DTPA.

Se se consideram os níveis críticos acima citados como válidos para se prever uma deficiência ou não de zinco, verifica-se que a Terra roxa estruturada de Aliança (Amostra n.º 7062-7067) e Podzólico vermelho amarelo latossólico de Quipapá (Amostra n.º 7999 e 8004) contêm teor adequado de zinco até profundidade razoável. Os outros solos ou são definitivamente deficientes ou possuem teor suficiente de zinco "disponível" apenas na camada superficial. Nesse último caso estão os solos podzólicos vermelho amarelo do Cabo e Água Preta. Todos os outros solos podem ser considerados deficientes, embora para alguns deles certos extratores dêem valores próximos ao limite crítico. Apenas em um caso, o do Bruno não cálcico planossólico de Timbaúba, a classificação resulta algo duvidosa. Esse solo apresenta-se como contendo teor adequado de zinco assimilável quando se usam como extratores as soluções do DTPA e Na<sub>2</sub>EDTA. No entanto, como os teores dos horizontes subsequentes estão abaixo do limite crítico, ou exatamente nesse limite, incluíram-se esses solos também entre os deficientes. Quanto aos solos podzólicos vermelho amarelo do Cabo e Água Preta, ambos têm quantidade adequada de zinco "assimilável" no horizonte superficial que diminui nos horizontes mais profundos para teores abaixo do limite crítico. É crível que se esses solos forem intensamente cultivados, os que constituem a maioria do município de Água Preta venham a apresentar deficiência de zinco. Quanto aos solos correspondentes ao município de Cabo, isso não seria de esperar-se desde que contêm apreciável teor de zinco total que poderia constituir substancial reserva a ser utilizada. Na Fig. 3 estão assinaladas tentativamente as áreas da região estudada nas quais se espera que venha a ocorrer deficiência de zinco.

Devido à importância atualmente reconhecida do zinco na alimentação dos animais, seria interessante procurar correlacionar defeitos de crescimento e doenças endêmicas nos animais que se alimentam exclusivamente do pasto que medra em solos definitivamente deficientes do elemento (Nazaré da Mata, por exemplo).

QUADRO 1. Zinco total e solúvel em solos típicos da Zona Litoral-Mata do Estado de Pernambuco \*

Número da amostra, e localização	Horizonte	Profundidade (cm)	Argila total (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Matéria orgânica (g/100g)	pH	Zinco (ppm)						
									Total	Sol. em dióxido	Sol. em HCl 0,1N	Sol. em MgCl <sub>2</sub> 2N	Sol. em Na <sub>2</sub> EDTA 1%	Sol. em (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + EDTA	Sol. em DTPA
<b>Goiana</b>															
6964	A <sub>p</sub>	0-13	5,20	3,00	2,82	0,20	1,00	5,3	31	0,73++	2,38	0,74++	1,12+	0,52	0,35
6965	A <sub>2</sub>	13-34	10,60	4,42	4,61	0,20	0,66	5,1	45	0,53+	2,80	0,25	0,83	0,19	0,22
6966	B <sub>1</sub>	34-56	19,50	8,59	8,87	0,30	0,66	5,1	37	0,69++	2,71	0,20	0,80	0,32	0,39
6967	B <sub>2</sub>	56-93/115	25,20	10,70	10,42	0,80	0,64	5,0	61	0,24	3,47+	0,15	1,28+	0,15	0,55+
6968	B <sub>3</sub>	95-140	30,20	15,77	16,11	1,30	0,83	5,1	71	0,23	2,14	0,14	1,43++	0,26	0,13
<b>Timbaúba</b>															
7042	A <sub>1</sub>	0-20	17,20	6,63	4,56	4,80	2,95	5,9	43	0,45	3,31+	0,30	1,47++	0,61	0,73++
A <sub>2</sub>	20-30	—	—	—	—	—	—	—	52	0,65++	3,74+	0,23	1,34++	0,47	0,23
7043	B <sub>2</sub>	30-45	58,60	22,45	14,72	10,99	1,21	5,7	92	0,54+	5,41++	0,39+	1,55++	0,75	0,49+
7044	B <sub>3</sub>	45-60	53,60	27,87	15,11	13,46	0,62	6,0	82	0,58+	9,38++	<0,10	0,80	0,36	0,37
7045	C	60-70	34,50	27,28	13,27	14,13	0,59	6,4	106	0,24	14,74++	0,13	0,98	0,36	0,30
R	R	70+	—	—	—	—	—	—	123	0,71++	15,55++	0,13	8,01++	0,39	0,44
<b>Aliança</b>															
7062	A <sub>sp</sub>	0-15	31,80	14,60	11,44	3,15	2,69	5,2	77	1,86++	6,63++	1,90++	3,75++	3,24++	3,31++
7063	B <sub>1</sub>	15-35	44,20	19,93	16,96	5,82	1,16	4,6	85	1,72++	5,63++	1,76++	2,93++	2,91++	1,92++
7064	B <sub>21</sub>	35-80	54,60	22,80	20,29	7,89	0,72	5,0	77	1,66++	6,26++	1,67++	2,90++	2,32++	2,42++
7065	B <sub>22</sub>	80-160	52,50	25,57	21,45	8,50	0,43	5,2	117	1,79++	5,50++	1,26++	2,25++	2,02++	0,69++
7066	B <sub>3</sub>	160-220	42,70	23,02	20,85	9,69	0,26	5,3	110	1,25++	4,57++	0,54+	2,07++	0,99	0,23
7067	C	220-250	37,20	23,07	19,40	7,74	0,26	5,6	138	1,03++	2,05	0,63++	1,50++	0,91	0,26
<b>Nazaré da Mata</b>															
7052	A <sub>1p</sub>	0-20	14,80	7,27	4,65	2,23	1,55	5,5	19	0,10	0,83	0,33	0,52	0,30	0,28
7053	B <sub>2</sub>	20-40	59,60	23,93	19,48	7,42	1,17	5,1	16	0,12	0,94	0,32	0,77	0,17	0,16
7054	B <sub>3</sub>	40-70	53,30	26,63	17,67	7,39	0,72	5,3	45	0,12	2,02	0,48	<0,10	0,24	0,20
<b>Faudinho</b>															
7068	A <sub>1p</sub>	0-12	25,80	8,81	8,22	2,75	3,62	5,5	27	0,91++	2,36	0,21	0,59	0,61	0,51+
7069	A <sub>3</sub>	12-22	48,60	18,37	17,97	4,58	1,53	5,3	47	0,36	2,48	0,22	0,53	0,43	0,41
7070	B <sub>1</sub>	22-65	52,10	20,44	19,84	3,96	0,84	4,5	31	0,70++	2,36	0,42+	0,45	0,28	0,35
7071	B <sub>21</sub>	55-120	52,00	19,89	18,64	3,64	0,55	4,3	34	0,36	0,62	<0,10+	0,23	0,21	0,11
7072	B <sub>22</sub>	120-170+	49,40	19,10	20,47	4,36	0,42	4,9	44	0,46	0,70	<0,10	0,75	0,16	0,22
<b>Moreno</b>															
7073	A <sub>1</sub>	0-20	27,70	11,68	10,68	1,43	2,69	4,2	22	0,50+	1,17	0,64++	0,88	0,69	0,70+
7074	A <sub>3</sub>	20-35	34,60	13,84	12,83	3,15	1,66	4,7	21	0,50+	0,80	0,40+	0,42	0,21	0,24
7075	B <sub>1</sub>	35-65	39,90	16,19	14,52	3,55	0,95	4,8	22	0,15	0,98	0,39+	0,25	0,50	0,28
7076	B <sub>21</sub>	65-105	52,30	21,01	19,67	6,10	0,76	4,7	42	0,35	0,26	0,41+	0,25	0,28	0,22

Número da amostra e localização	Horizonte	Profundidade (cm)	Argila total (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Matéria orgânica (g/100g)	pH	Zinco (ppm)							
									Total	Sol. em dióxido	Sol. em HCl 0,1N	Sol. em MgCl <sub>2</sub> 2N	Sol. em Na <sub>2</sub> EDTA 1%	Sol. em (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + EDTA	Sol. em DTPA	
7077	B <sub>22</sub>	105-165	56,80	26,27	23,94	6,97	0,69	5,2	42	0,35	<0,10	1,20++	0,17	0,47	0,29	
7078	B <sub>3</sub>	165-235	39,00	24,98	22,55	6,22	0,38	5,1	77	0,73++	0,26	0,76++	0,23	0,43	0,19	
7079	C	235-250+	29,60	23,30	20,98	6,02	0,36	5,0	55	0,57+	0,44	0,66++	0,79	0,43	0,30	
Cabo																
7080	A <sub>1P</sub>	0-15	58,90	20,83	18,57	21,97	3,72	5,0	189	1,13++	2,00	1,23++	1,73++	1,57++	1,11++	
7081	B <sub>21</sub>	15-135	80,50	28,72	26,40	21,73	1,05	5,7	155	1,13++	1,53	0,98++	0,94	1,41+	0,46+	
7082	B <sub>22</sub>	135-215	67,80	34,98	30,01	17,03	0,55	5,0	180	1,10++	1,85	0,67++	0,83	0,87	0,09	
7083	B <sub>3</sub>	215-315	35,00	30,80	26,40	24,37	0,33	4,7	192	1,33++	2,08	0,92++	0,91	1,13	0,12	
7084	C <sub>1</sub>	315-465	13,40	29,64	25,94	25,34	0,33	4,8	175	1,73++	1,35	1,20++	1,82	1,24	0,05	
7085	C <sub>2</sub>	465-485	7,20	28,66	25,41	25,71	0,31	4,7	308	1,22++	1,53	1,18++	1,04	1,06	0,06	
Ribeirão																
7088	A <sub>1P</sub>	0-15	30,90	11,55	9,85	2,24	2,63	5,4	45	0,75++	1,17	0,37+	0,38	0,36	0,32	
7099	B <sub>1</sub>	15-35	42,60	16,83	16,98	3,06	1,57	4,7	38	0,75++	1,17	0,59++	0,48	0,68	0,23	
7100	B <sub>21</sub>	35-135	67,40	23,02	22,72	10,01	0,72	5,0	53	2,98++	0,98	0,59++	1,24+	<0,10	0,23	
7101	B <sub>22</sub>	135-195	61,80	25,67	25,91	10,18	0,87	5,3	62	<0,10	1,35	0,54++	<0,10	0,14	0,27	
7102	B <sub>3</sub>	195-265	71,10	27,27	26,01	10,38	0,34	5,3	55	<0,10	2,62	0,26	0,38	<0,10	0,19	
7103	C	265-565	47,80	22,70	21,01	9,84	0,22	5,3	43	<0,10	1,17	0,37	<0,10	0,15	0,28	
7104	R	525-725	17,60	18,00	17,05	10,41	0,69	4,9	45	<0,10	1,17	0,22	0,91	0,10	0,14	
Água Preta																
7246	A <sub>1P</sub>	0-20	22,20	12,04	9,72	1,22	1,22	5,4	32	1,43++	3,53+	0,78++	2,48++	1,68++	1,53++	
7247	B <sub>1</sub>	20-35	36,70	18,16	15,61	2,95	1,03	4,9	34	0,17	2,26	0,55++	0,75	0,76	0,59+	
7248	B <sub>2</sub>	35-115	56,50	31,95	26,98	6,39	0,47	5,0	43	<0,10	0,91	0,31++	0,21	0,57	0,37	
7249	B <sub>3</sub>	115-155	45,40	28,63	25,01	5,54	0,31	4,9	55	0,25	0,62	0,31	<0,10	0,27	0,40	
7250	C	155-225	37,00	26,66	22,79	6,87	0,22	4,9	49	0,86++	0,55	0,71++	<0,10	0,34	0,40	
7251	R	225-250	29,20	23,62	19,38	3,49	0,14	4,8	55	0,42	0,80	0,32	0,30	0,42	0,31	
Quipapá																
7999	A <sub>p</sub>	0-20	29,00	11,53	9,90	3,16	2,81	5,8	52	3,01++	5,36++	1,12++	3,12++	2,85++	3,98++	
8000	B <sub>1</sub>	20-60	50,00	19,27	18,07	6,42	1,22	5,3	62	5,24++	13,48++	1,38++	4,18++	3,70++	2,11++	
8001	B <sub>2</sub>	60-130	41,00	20,54	18,41	6,06	0,45	4,7	63	7,87++	4,45++	2,59++	5,45++	2,55++	2,00++	
8002	B <sub>31</sub>	130-250	34,00	18,15	16,23	6,56	0,29	4,0	69	8,53++	9,55++	1,25++	7,43++	5,70++	1,81++	
8003	B <sub>32</sub>	250-370	29,00	16,99	15,72	4,76	0,28	4,4	66	5,18++	5,54++	1,45++	6,63++	3,79++	3,68++	
8004	C	370-430	9,00	10,69	9,13	1,82	0,19	4,6	53	3,08++	8,09++	2,37++	6,15++	5,10++	4,80++	
Barreiros																
8123	A <sub>p</sub>	0-20	55,00	24,20	21,11	7,24	2,03	5,0	49	<0,10	2,99	0,95++	0,70	1,28	1,02++	
8124	B <sub>1</sub>	20-55	65,00	29,11	14,15	9,54	1,02	4,9	79	2,40++	1,89	0,83++	0,25	0,80	0,92++	
8125	B <sub>2</sub>	55-182	53,00	24,50	13,34	9,21	0,42	4,9	72	0,51+	1,89	1,20++	0,25	0,53	0,34	

- Convenções: + = no limite; ++ = não deficiente; os demais, deficientes.

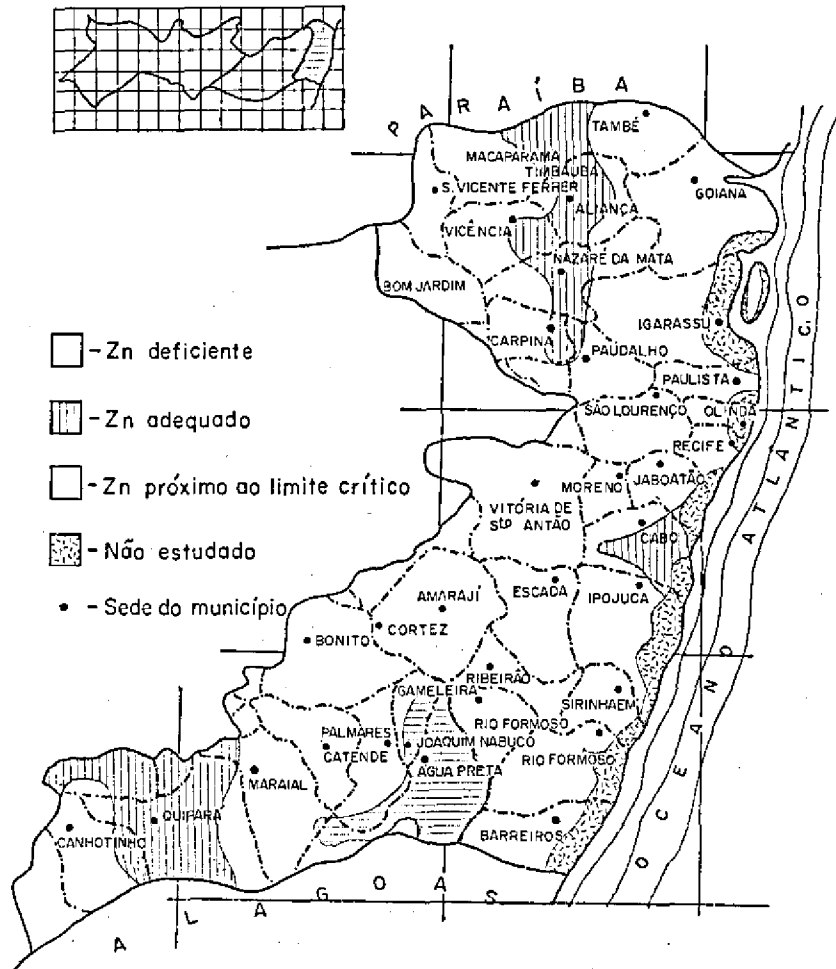


FIG. 3. Representação aproximada de áreas da Zona Litoral-Mata de Pernambuco com relação ao suprimento de zinco assimilável pelas plantas.

Talvez também resultariam proveitosos estudos de correlação entre desenvolvimento deficiente, retardamento da cicatrização de feridas e doenças crônicas da população humana das áreas carentes. A associação de baixos níveis de zinco com doenças crônicas no homem, tais como cirrose, câncer do pulmão, enfarte do miocárdio e certas desordens hematológicas, constitui um campo estimulante de pesquisas que necessita ser investigado. Pacientes masculinos com arteriosclerose demonstram consistentemente baixo conteúdo de zinco no cabelo. Em contraste com os níveis normais de 125 a 150 ppm, o cabelo desses pacientes continha em média 62,2 ppm, menos da metade do normal (Pories *et al.* 1966).

Estudos de geografia médica vêm despertando atualmente grande interesse e constituem hoje um campo distinto de pesquisa, largamente devido à existência de curiosas associações entre a saúde humana, doenças e certas variáveis do ambiente, como as geoquímicas. A função do médico nesses estudos coordenados é de analisar e descrever as comunidades e seu ambiente, em

termos que sejam específicos da relação entre geoquímica e saúde ou doença. Por exemplo, a validade dessa correlação para determinada localidade pode depender da proporção em que o alimento de origem local entre na dieta da população (Armstrong 1971). É óbvio o interesse de estudos desse tipo não só para o zinco como também para outros elementos menores, como o Cu, Mn, Co, Mo, Cr e Se, cuja importância na saúde humana é hoje totalmente reconhecida. Os autores consideram de interesse complementar os seus trabalhos sobre elementos menores no solo com os dados da influência de seu conteúdo na saúde dos animais e particularmente da população humana da área.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos aos Laboratoristas Antônio Otávio de Santana, José Soares de Lima e José Leão, pela ajuda prestada, e à Auxiliar de Administração do Centro de Energia Nuclear da Universidade Federal de Pernambuco, Sra. Maria Rosa Signaroldi Dall'Olio, pelo trabalho de datilografia.



## REFERÊNCIAS

- Armstrong R.W. 1971. Medical geography and its geological substrate, p. 211-219. In Cannon, H.L. & Hopps, H.C. (ed.) Environmental geochemistry in health and disease. Geological Society of America, Boulder, Colorado.
- Brown A.L., Quick I. & Eddings J.L. 1971. A comparison of analytical methods for soil zinc. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35:105-107.
- Chapman H.D. 1966. Zinc. Chap. 33, p. 484-499. In Chapman H.D. (ed.) Diagnosis criteria for plant and soils. Div. Agr. Sciences, Univ. California, Riverside.
- Follet R.H. & Lindsday W.L. 1971. Changes in DTPA extractable zinc, iron, manganese, and copper in soil following fertilization. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 35:600-607.
- Goldschmidt V.M. 1958. Geochemistry. Clardon Press, Oxford.
- Hawkes H.E. & Webb J.S. 1962. Geochemistry in mineral exploration. Harper & Row, New York.
- Jackson M.L. 1958. Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.Y.
- Mitchell R.L. 1964. Trace elements in soils, Chap. 8, p. 320-368. In Bear F.E. (ed.) Chemistry of the soil. Reinhold Publ., New York.
- Pories W.J., Rob C.G., Smith J.L., Henzel J.H. & Strain W.H. 1966. Zinc deficiency, another cause of arteriosclerosis. 7th Int. Cong. Gerontology Proc., p. 449. (Citado por Pories et al. 1971)
- Pories W.J., Strain W.H. & Rob C.G. 1971. Zinc deficiency in delayed healing and chronic disease, p. 73-95. In Cannon H.L. & Hopps H.C. (ed.) Environmental geochemistry in health and disease. Geological Society of America, Boulder, Colorado.
- Rankama K. & Sahama Th.G. 1954. Geoquímica. Aguilar Ed., Madrid.
- Stewart J.A. & Berger K.C. 1965. Estimation of available soil zinc using magnesium chloride as extractant. Soil Sci. 100: 244-250.
- Trierweiler J.F. & Lindsday W.L. 1969. EDTA-ammonium carbonate soil test for zinc. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 33:49-54.
- Vinogradov A.P. 1959. The geochemistry of rare and dispersed elements in soils. Consultant Bureau, New York.
- Wear J.I. & Sommer A.L. 1947. Acid-extractable zinc in soils in relation to the occurrence of zinc deficiency symptoms of corn: A method of analysis. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 12: 143-144.

ABSTRACT.- Horowitz, A.; Dantas, H.da S. [*The geochemistry of minor elements in Pernambuco soils. IV. Zinc in the "Zona Litoral-Mata"*]. Geoquímica dos elementos menores nos solos de Pernambuco, IV. Zinco na Zona Litoral-Mata. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia* (1976) 11, 27-35 [Pt, en] Univ. Fed. Pernambuco, Cx. Postal 1076, Recife, PE, Brazil.

Eleven soil profiles of the region known as the "Zona Litoral-Mata" in the State of Pernambuco (Brazil) were studied. These profiles are typical of the region (Coastal region).

In these soils the total and extractable zinc, obtained by six different methods, were analyzed by atomic absorption spectrophotometry.

The soils studied, which are the most important in the state in relation to agriculture, are normal as far as total zinc is concerned. Total zinc content ranges from 19 to 189 ppm in the surface horizon (with an average of 53 ppm). The metal tends to be more abundant in the lower horizons, where it is bounded mainly to clay minerals. The zinc is partly leached from the surface horizons, but some is retained by the soil organic matter. Throughout the profile of these soils the total zinc level is mainly controlled by the clay content. A minimal part of the zinc is retained in a form which is not easily soluble, probably entering the surface lattice of the clay minerals. It has been possible to place the soils studied in three groups according to their zinc availability. The first includes soils where zinc deficiencies are to be expected. The second group comprises the soils in which the available zinc content is near the critical level and are potentially deficient under intense cultivation. The third group includes the soil with a zinc content considered to be adequate. In all soils studied the zinc content is well below the toxicity level, and therefore symptoms of zinc excess are not likely to occur in this region.

From the data obtained it is evident that most of the soils in the region studied are zinc deficient. The authors suggest that complementary research on animals and men living in these zinc deficient areas are advisable because of the effects on health in man and animals now recognized as being caused by a diet deficient in zinc.

*Index terms:* Geochemistry, soils, analytical chemistry, trace elements, zinc, Zona Litoral-Mata, Pernambuco, Brazil.