

CONCURSO PARA PROFESSOR CATEDRÁTICO
DA CADEIRA DE BIOQUÍMICA

O S Ó L O

COMO FATOR PRIMORDIAL DA
VIDA.

Tese - apresentada pelo Eng.

A D O L P H O O T T O D E L A E T

À Ilustre Congregação da Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo.

CONCURSO PARA PROFESSOR CATEDRÁTICO
DA CADEIRA DE BIOCQUIMICA

BC

FT-677

O S Ó L O

COMO FATOR PRIMORDIAL DA
VIDA.

Tése - apresentada pelo Eng.

A D O L P H O O T T O D E L A E T

À Ilustre Congregação da Escóla Politécnica
da Universidade de São Paulo.

INTRODUÇÃO

1. Considerações sobre a importância do sólo

Ao lançar uma vista de olhos pelas atividades do homem na atual vida civilizada verifica-se que os seus meios de transporte, seus vestuários, objetos que usa, grande parte de sua alimentação, medicamentos, materiais empregados em sua habitação, implicam a existência de indústrias extrativas manufatureiras e transformadoras constituídas geralmente por edifícios, maquinários, meios de transporte cujo conjunto constitui as usinas; muitos produtos exigem a cooperação de mais de uma indústria, cujas usinas estão às vezes separadas por longas distâncias; para meios de transporte aliam-se as indústrias extrativas dos minérios metálicos, indústria siderúrgica, metalurgias, laminações de metais e as oficinas de montagem; para os vestuários aparecem as indústrias de beneficiar o produto textil, as fiações, as tinturarias as tecelagens; a tinturaria lembra as indústrias químicas que fabricam as tintas e que por sua vez dependem das fábricas de gás ou fabricantes de coque que produzem o alcatrão de hulha e das fábricas de produtos químicos tais como ácido sulfúrico, nítrico, sódica, sulfato de sódio e um número elevado de produtos de menor importância, e assim para os mais mencionados acima e que seria fastidioso enumerar as indústrias de que dependem; nestas abundam os maquinários e aparelhamentos ideados e fabricados pelo homem; mesas separadoras, altos fornos, britadores, pulverizadores, cadinhos, prensas, torres, fresas, plainas, bigornas e marteletes, caldeiras, autoclaves, fiandeiras, teares, filtros, cristalizadores, alambiques, misturadores, etc., são os aparelhos empregados para elaborar os produtos; portanto qualquer fabricação pelo homem exige um aparelhamento bastante complexo, e para movimentá-lo é necessário um grande dispendio de energia mecânica; as indústrias químicas e metalúrgicas dependem de um dispendio de energia calorífica e elétrica além da mecânica.

Mas ao lado dos produtos e comodidades usadas pelo homem e que foram obtidas em instalações ideadas por sua mente e manejadas por sua mão, existem outras que são consideradas naturais; nelas só intervem a mão do homem no início, em seguida para evitar certos efeitos não desejáveis é finalmente para recolher o produto; as árvores das florestas e ervas dos campos cresceram sem influencia do homem; as plantas cultivadas, as árvores frutíferas, os cereais, legumes, florestas plantadas não necessitaram de aparelhamentos constituídos pelo homem para desenvolverem-se e elaborar produtos de natureza muito mais complexa que os anteriormente mencionados; um simples grão de milho constituido de amido, proteína e óleo, além de vitaminas, e de pequenas quantidades de metais combinados na molécula de proteína, é um produto digno da mais aperfeiçoada fábrica

de produtos químicos; para sua constituição foram elaboradas moléculas relativamente simples de amido, óleos e outros mais complicados das proteínas além das que compõem as vitaminas; a reserva alimentar constituída pelo amido foi cuidadosamente separada do germen onde concentraram-se o óleo, proteínas, vitaminas e metais.

Será a vida que produziu esse grão? porém para que isso se realize é necessário que haja um meio adequado e fatores permitindo sua existência manifestar-se; assim na fabricação do ácido sulfúrico o homem desempenha o papel da vida no crescimento da planta de milho, e os fatores que ele necessita para que ácido sulfúrico seja fabricado são: fornos para queimar enxofre e produzir anidrido sulfuroso, ar atmosférico cujo oxigênio combina com o enxofre; ácido nítrico ou agentes catalíticos, água e o aparelhamento necessário tais como torres e câmaras onde as reações químicas se realizam e o ácido fabricado se deposita.

Logicamente fatores devem existir que permitam aos fenômenos da vida promover o crescimento da planta de milho, e subsequente produção do grão; esses fatores podem ser comparados aos exigidos no preparo e fabricação de produtos industriais; o solo e o meio onde a semente foi colocada e a planta cresceu, pode ser comparada ao forno de queimar enxofre para fabricar ácido sulfúrico; pois assim como este fornece o gás sulfuroso necessário para fabricar o ácido, também este meio forneceu água, substâncias minerais e um meio mecanicamente propício para a planta iniciar seu desenvolvimento e logo em seguida com os princípios minerais desse meio e os extraídos da atmosfera iniciar a elaboração das moléculas que constituirão seus tecidos e órgãos.

Póde-se portanto comparar o solo como uma imensa e complexa usina química absolutamente necessária para a existência da vida na terra.

Assim como em uma usina que transforma produtos inúteis ou pouco aproveitáveis "in natura", ou de pouco valor, em outros de maior utilidade ou importância econômica, como por exemplo, as indústrias dos derivados do alcatrão da hulha que transformam produtos de fraco valor em corantes, medicamentos, perfumes e explosivos, também o solo como usina, transforma substâncias minerais de nenhum valor ao homem e matérias orgânicas residuárias em vegetais de grande utilidade à vida animal; por sua vez esses vegetais, cujo crescimento seria normalmente impossível sem o solo, vão utilizar com o auxílio das energias caloríficas e luminosas do sol transformadas em energia química, um resíduo da vida animal, o anidrido carbonico, fixando o carbono para entrar na constituição das moléculas de seus tecidos e devolvendo oxigênio a atmosfera; de fato toda a vida na terra está subordinada aos 0,03 de CO_2 contido na atmosfera.

Essa capacidade de transformação do solo atinge

2. Considerações sobre a formação e propriedades do sólo

O sólo, porém, como toda usina elaboradora de produtos químicos complexos, pois seus produtos devem ser considerados como tais, e de uma atuação bastante delicada; pequenas variações nos fatores físicos, químicos ou biológicos que intervêm nas reações bioquímicas as quais determinam o aproveitamento das substâncias nele contidas e as do ar atmosférico, podem diminuir ou mesmo aniquilar completamente qualquer vegetação que nele tenha se desenvolvido.

Os fatores químicos são os constituintes da solução do sólo; água, os componentes orgânicos solúveis e insolúveis e os constituintes inorgânicos insolúveis do sólo que por efeitos químicos vindos do exterior ou efeitos da micro-vida do sólo podem tornar-se solúveis ou podem provocar a variação do estado físico-químico do sólo (pH e rH), e conseqüentemente modificar suas propriedades físicas.

Os fatores físicos são: o clima, o grau de dispersão física de seus componentes minerais e orgânicos que irá determinar sua estrutura e portanto regular o grau de permeabilidade a líquidos e gases, capacidade de adsorção e de permuta de bases; indiretamente também intervêm as radiações caloríficas e luminosas do sol.

Os fatores biológicos que podem intervir e modificar o comportamento do sólo são: a micro-vida, entre os quais tem importância capital as bactérias fixadoras do nitrogênio, as bactérias que promovem a decomposição das substâncias orgânicas alterando portanto a composição do sólo, os protozoários e na micro-vida temos os vermes anelídeos (minhocas), cujo papel na formação do sólo foi com tanto zelo estudada por Darwin.

A influência dos fatores físicos, químicos e biológicos sobre o sólo vai ser passada em revista em suas linhas gerais.

Antes de mencionar os fatores que vão influir sobre o comportamento da grande usina de produtos químicos que é o sólo, será útil examinar a textura de seus componentes e a sua estrutura.

O sólo é uma formação cujo perfil é anisotrópico; suas propriedades e composição variam em uma linha que vai da superfície ao centro da terra, enquanto em linhas paralelas a superfície são geralmente bastante semelhantes variando com a modificação da topografia.

É um sistema complexo constituído de três fases: sólida, líquida e gasosa; a sólida é bastante heterogênea em composição e textura de seus componentes; a líquida po-

de ^{contar} ter dissolvida várias substâncias sólidas, líquidas ou gasosas e a terceira é constituída pelo ar, CO_2 , NH_3 e H_2S .

A composição química destas varia bastante devido as rochas que formaram o solo e presença de matérias orgânicas (fase sólida), chuvas ou topografia (fase líquida), estrutura, quantidade de água presente e sua vida microbiana (fase gasosa).

Para que reações úteis à vegetais possam realizar-se de maneira satisfatória, é necessário que sua estrutura seja permeável, isto é, permita a circulação de líquidos e gases, e que suas partículas tenham tendência em aglomerar-se algum tanto, de maneira ao solo não ser constituído de partículas sem nenhuma coesão; excessiva permeabilidade e tendência exagerada em aglomerar-se são prejudiciais.

A estrutura do solo, da mesma forma que a composição química, tem como fatores determinantes a composição das rochas, topografia do terreno e as condições do ambiente que o forma e como fator relativo o espaço decorrido em sua formação.

As mesmas rochas em climas temperados e frios não produziram os mesmos solos que nas zonas tropicais com abundante precipitação aquosa, outros fatores sendo idênticos.

Essas rochas, que constituem por assim dizer o capeamento da litosfera, não são de uma composição uniforme sendo óxido de silício o constituinte variável utilizado em sua classificação.

São rochas silicáticas, isto é, ricas em sílica e alumínio; nenhuma será pertencente a crosta primitiva formada ao solidificar-se o nosso planeta; a princípio esta crosta bastante delgada, rompia-se em obediência a esforços vários, tais como marés da massa interna ainda fluida (se existisse já um satélite); pressão interna de gases acumulados ou produzidos por substâncias volatilizáveis; em seguida a ação química e mecânica ultra energética de chuvas de sais fundidos em presença de enorme massa de vapor d'água e anidrido carbônico, H_2SO_2 e halogênios formados nessa ação, arrasavam no correr dos milênios as montanhas, aterrando vales e fossas formadas pelos movimentos da crosta terrestre; novos movimentos em seguida elevaram esses depósitos expondo a ação dos agentes atmosféricos essas rochas já originadas pela erosão das primitivas; são as três grandes fases do ciclo geológico, glyptogenesis, lithogenesis e orogenesis, que em um eterno retorno, modifica lenta, porém incessante-

mente o aspéto da superfície da terra.

Este ciclo se repetiu várias vezes até que os agentes químicos do intemperismo e fatores físicos tais como temperatura e pressão foram amainando; precipitações atmosféricas e as chuvas acabaram sendo somente de água em temperatura que aos poucos foi se abrandando, e o ataque das rochas tornou-se portanto mais moderado devido a água ser um agente químico de ação lenta; parte dos produtos de decomposição das rochas, principalmente argilas, tomavam a forma coloidal, e continuavam apegadas ao lugar onde tinham sido produzidas, disseminadas com partículas de substâncias que não tinham tomado essa forma (silica em forma granulada e minerais menos atacados), ou eram arrastadas pelas águas para lugares propícios para depositarem-se.

Em era geológica afastada, na proterozoica, apareceu nessas formações a vida, sem dúvida micro-vida do solo, como fator para modificar este último e auxiliar o ataque das rochas matrizes, principalmente pelo ambiente rico em CO_2 que era formado por sua ação.

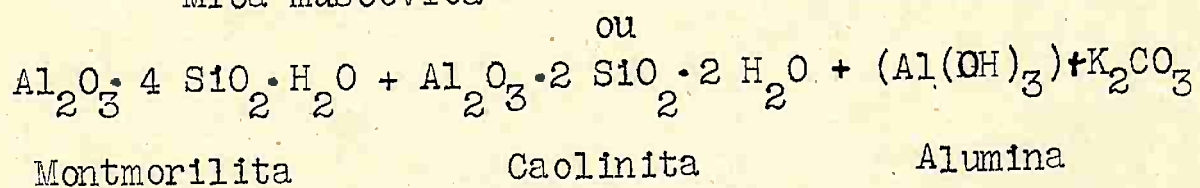
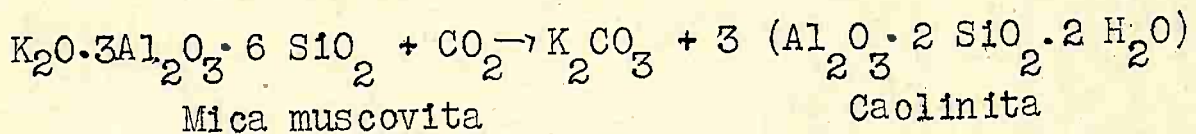
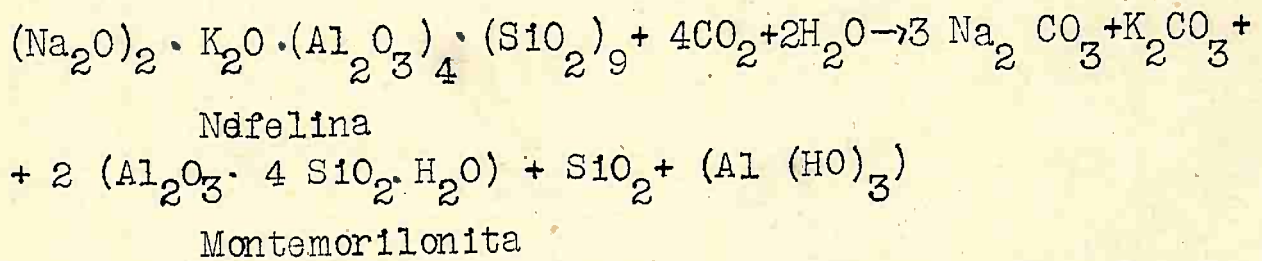
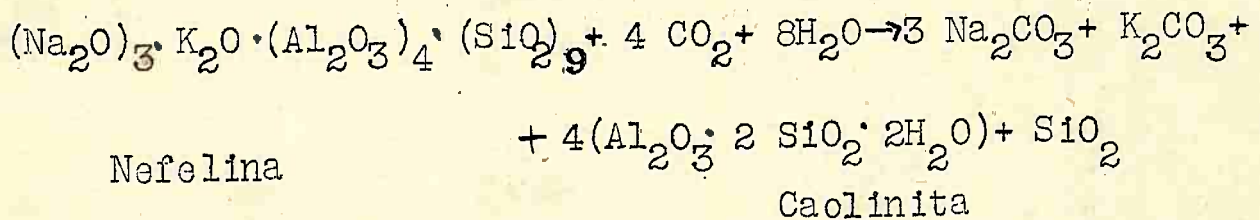
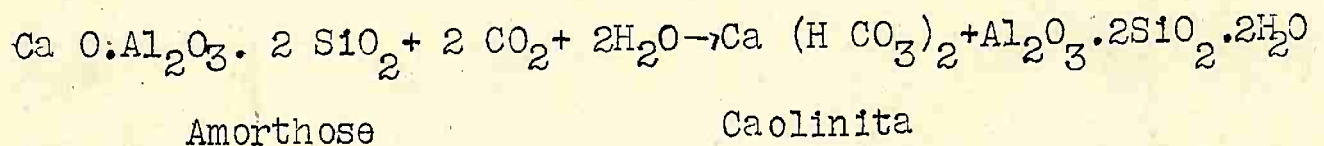
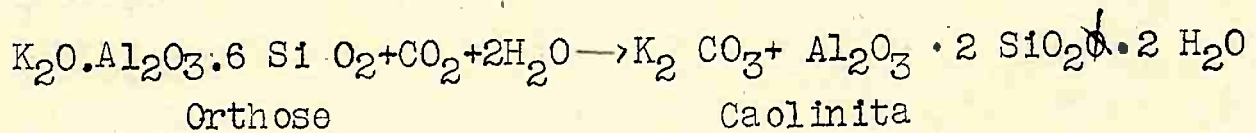
Com o baixar da temperatura ao ponto de congelação da água, veio mais um fator físico acrescentar-se ao efeito das ações climáticas sobre rochas aquecidas pelos raios solares e pelo índice de dilatação diferente dos minerais componentes de uma rocha; esse fator é o aumento de volume que sofre a água ao passar de líquido a sólido; esses três fatores são os mais importantes para desintegrar as rochas expostas as intempéries; parte das rochas tornam-se expostas pela erosão, sendo o solo e partes decompostas arrastadas pelas águas pluviais, e nos períodos glaciais pelas geleiras em movimento.

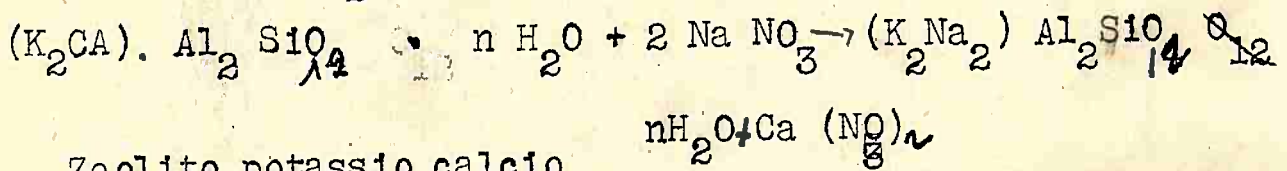
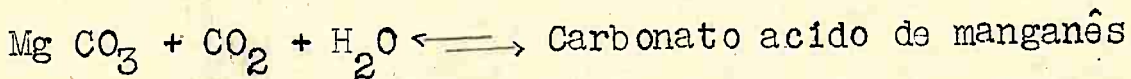
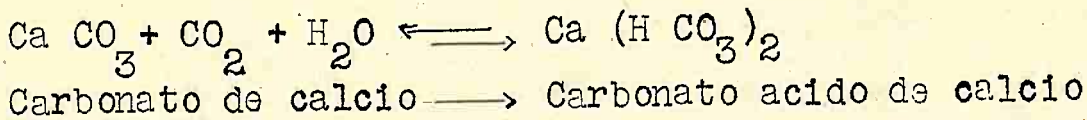
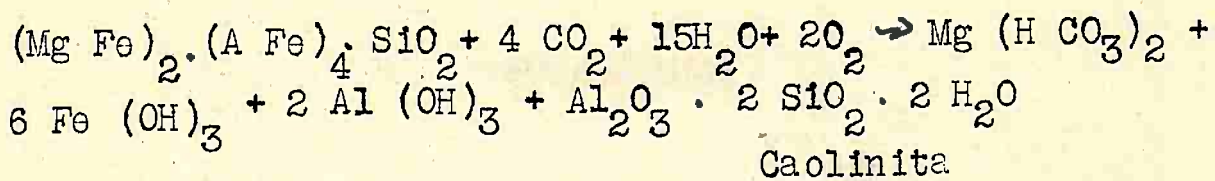
Certa quantidade são rochas formadas pelas lavas expelidas pelos vulcões; aquelas podem ser rochas sedimentares, rochas metamórficas, ou rochas ígneas plutônicas; outra quantidade são rochas de grande importância para o homem, e formadas a custa de organismos marinhos que aproveitaram o carbonato de cálcio do ambiente em que viviam, produzindo grandes massas de rochas constituídas de carbonato de cálcio (como ainda hoje pode-se ver nas formações calcáreas), e que ficaram dispostas em altitudes diferentes (grandes cadeias de montanhas são constituídas em grande parte de rochas calcáreas), pelos movimentos que sofreu a superfície da terra no correr dos períodos geológicos; algumas destas rochas contêm porcentagem variável de $MgCO_3$, devido a permuta de base entre o $CaCO_3$ da formação calcárea e os sais de magnésio existentes na água do mar; é possível que grande parte das rochas constituídas de SiO_2 tais como alguns quartzitos, tenham também como agente de formação a micro-vida marinha (diatomáceas).

As águas pluviais ou de fusão do gelo, veicularam os materiais retirados das rochas e solos, por solução ou em suspensão, até os oceanos; parte desses materiais só depositaram por efeito da gravidade; outros reagiram quimicamente produzindo precipitados que acompanharam as partes antes insolúveis, e certa quantidade foi absorvida pelas partículas sólidas e micro-vida.

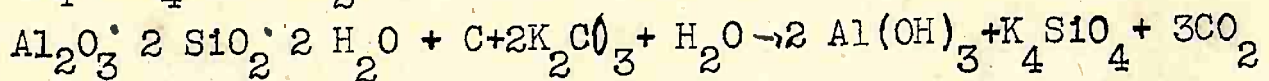
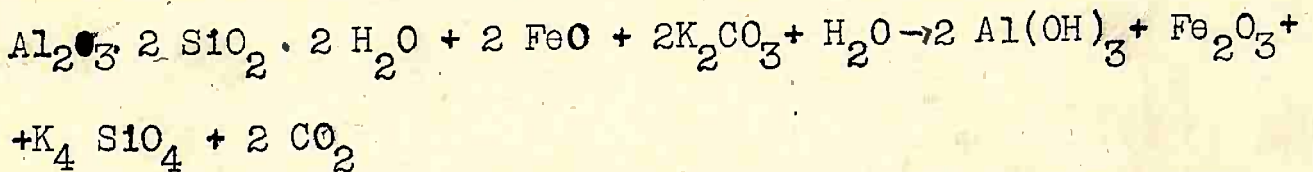
Assim as rochas formadas nos seios dos mares contêm sempre a maioria dos elementos, entre outros, Boro, Manganês, Ferro, Molibdenio, Cobalto, Cobre, Zinco, micro-elementos necessários à vida vegetal ou animal que aparecem nas rochas de origem marinha, sedimentares ou metamórficas, em forma perfeitamente disseminada e favorável à vida vegetal.

São estas as principais reações químicas que se dão na decomposição das rochas e que produzem as substâncias minerais essenciais a estrutura de um solo adaptável a vida.





Formação lateritica em presença de CO₂, matéria orgânica só permeável e abundantes precipitações pluviiais; principalmente em climas tropicais, provavelmente obedece as seguintes reações:



É evidente que em todas essas reações além dos fatores climáticos, são fatores preponderantes o anidrido carbonico, a agua, e em certos casos matéria orgânica e oxigenio do ar; essas equações mostram o termo final de reações que atravessam passos intermediários; são reações que já foram provadas por experiencias de laboratorio, porém, com muito fraco rendimento, pois o espaço de tempo é o principal fator para que essas reações tenham um resultado commensurador; pequenos resultados em longo espaço de tempo somam grandes efeitos; Salmag, Riess, Searle, e outros descrevem experiencias e exemplificam com formações na natureza.

São reações que explicam até certo ponto os depósitos de materiais argilosos formados por decomposição de rochas ricas em silico aluminatos e em condições climáticas propicias a formação de solos argilo siliciosos, ou lateriticos; fatores climáticos e fisicos preponderaram na formação de solos derivados de rochas sedimentares argilosas com maior ou menor grau de metamorfismo.

3. ESTRUTURA DO SÓLO

As rochas decompostas em partículas de composição química heterogênea e textura variável incluindo pedras, pedregulhos, areião, areia grossa, areia fina, finíssima e argilas formam uma armação ou esqueleto comparável aos recipientes de uma grande indústria química; nesse meio é que a vegetação espalha as raízes que fixam sua posição e nos espaços livres entre as partículas circulará a solução do solo com as nutrições necessárias e o ar, anidrido carbonico e mais gases indispensáveis ao desenvolvimento vegetal; são os reagentes que a vida utilizará para fabricar os produtos químicos que constituem as moléculas dos tecidos das plantas e produtos por ela elaborados.

A capacidade de circulação desses reagentes varia com a textura dos componentes da estrutura do solo e também com a topografia do terreno; obedecendo este fator principalmente a ação da força de gravidade, relativamente a solução do solo e contáto com o ar atmosférico, pela circulação dos gases deve-se esperar que um corte vertical da camada da superfície da terra acima das rochas matrizes do solo, apresente um perfil em que a camada ou horizonte superior em contáto com o ar seja diferente daquela em nível inferior.

É difícil encontrar dois perfis iguais, pois os fatores que formam os solos variam bastante em intensidade, resultando horizontes diferentes em espessuras relativas.

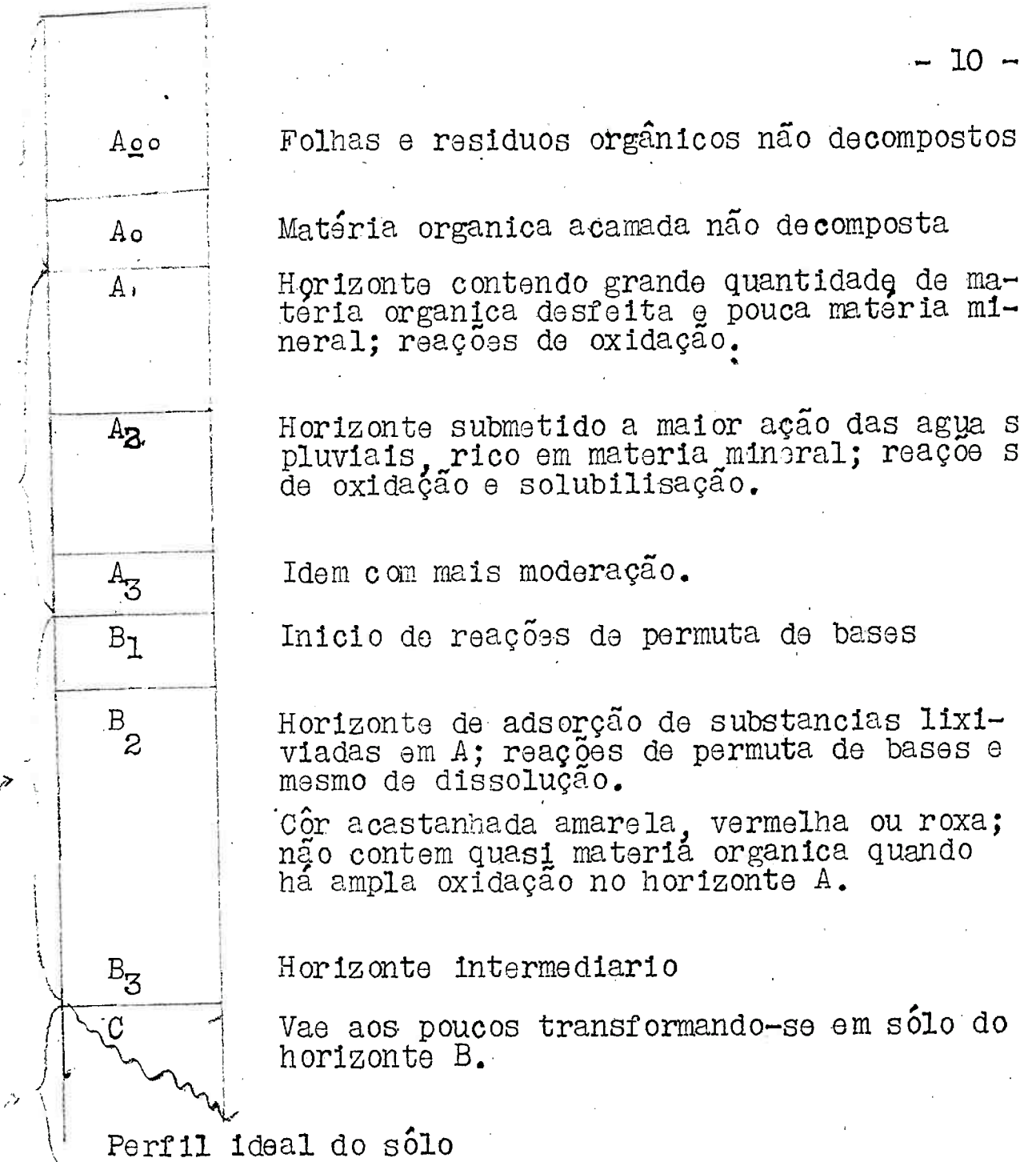
Variam segundo a composição química, diferem na textura de suas partículas, possuem cores diferentes; dependem da qualidade da rocha matriz, tempo levado para sua formação, condições climáticas, vegetação e topografia do terreno.

Camadas superficiais

Zona eluvial

Zona eluvial

Rocha matriz



Este perfil é puramente ideal; há sólos em que faltam um ou mais horizontes e outros onde suas proporções relativas variam em escala bastante grande de um para outro.

Em sólos de fraca espessura capeando rochas graníticas ou calcáreas os horizontes resumem-se ao A₀ A₁ e B₃ no 1º caso, A₀ A₁ e C no 2º caso; estas formações são visíveis em S. Paulo, na serra da Cantareira, para os granitos; proximo de S. Roque e na serra de Paranapiacaba para os calcareos.

Certos campos do Paraná, onde o sólo de pouca e s p essura, capeia camadas sedimentares de filitos, apresentam

os horizontes A_1 bem desenvolvidos, A_2 e A_3 muito pouco espessos, B_2 de fraca formação e C.

Nossas terras roxas em geral possuem todos os horizontes A pouco espessos e os horizontes B podem atingir grandes espessuras até 12 a 15 metros, e daí a sua fertilidade apesar do fraco teor de nutrientes por unidade de volume do solo.

Como o perfil mostra, água e oxigênio do ar e a micro-vida do solo decompõem superficialmente resíduos orgânicos que fornecerão em solos não trabalhados, soluções de nutrientes minerais e orgânicos ao horizonte imediatamente inferior A_1 ; neste horizonte a solução acima descrita dissolverá substâncias minerais, ficando saturado de CO_2 , produzido biologicamente; uma parte voltará para os horizontes superiores devido a ação da capilaridade, e outra parte descera para o horizonte B; a parte que volta aos horizontes superiores irá ativar a decomposição das matérias orgânicas devido aos nutrientes nela criados, e a que passa para os horizontes B irá provocar reações de permuta de bases, atacar e mesmo dissolver substâncias; em seguida continuará a descer passando para o horizonte C onde continuará a reagir com rochas parcialmente decompostas, aumentando o horizonte B_3 .

A topografia influe muito no perfil do solo, pois a água tem importância capital para as ações químicas e biológicas que nele se realizam.

Um solo com grande declividade e regular permeabilidade não reterá com facilidade as águas pluviais, e permitirá assim um grande arejamento com energética oxidação das substâncias orgânicas e com menor formação de substâncias capazes de promover a dissolução de nutrientes ainda em forma pouco aproveitável; mesmo o anidrido carbônico resultante da oxidação das substâncias orgânicas escapará em grande parte em forma de gás: por outro lado um solo muito plano e com um nível aquífero muito próximo a superfície, terá um horizonte A muito pouco espesso; enquanto no primeiro caso o horizonte B tem uma cor castanha avermelhada, vermelha ou arroxeada, neste caso terá uma cor cinzenta ou parda bem escura devido a acumulação de matérias orgânicas nele formadas ou procedente por erosão ou solução de solos em níveis superiores; em geral são solos ácidos ($pH > 5$).

As dimensões das partículas influem de maneira preponderante sobre o perfil dos solos; segundo essas, serão classificados e nem sempre todos os horizontes são compostos de partículas de dimensões iguais; um horizonte A_2 arenoso pode situar-se acima de um horizonte B_2 argiloso e vice-versa.

Um sólo cujo horizonte A₂ é rico de argila absorve aos poucos água até saturar-se, tornando-se em seguida impermeável, e então as águas pluviais correrão sobre a superfície produzindo a tão terrível e prejudicial erosão.

Para a vegetação além de dificultar o arejamento, este sólo é nocivo, pois a argila dificulta a circulação da solução e ao secar dificulta o desenvolvimento das raízes; si areia muito fina predomina a estrutura pode tornar-se muito compacta.

A permeabilidade do sólo pôde ser avaliada pela quantidade de água absorvida por 100 partes de peso de terra e atinge 25% para areia siliciosa de dimensões acima de 0,05.

25% para areia siliciosa de dimensões acima de 0,05
85% para argila
190% para humus
52% para um sólo de argila arenosa.

Esta água é eliminada por evaporação na seguinte proporção:

88,4 na areia

39,0 na argila

20,0 no humus

35,0 nas terras argilo arenosas.

Assim verifica-se que um sólo argiloso ou muito rico em humus é pouco arejado; um perfil ideal do sólo será aquele em que os diferentes horizontes serão constituídos de uma mistura de areia grossa e fina, argila e um pouco de matéria orgânica diminuindo do horizonte A₁ para o B₂; terá uma permeabilidade regular que permitirá as reações de oxido-redução e biológicas atuarem amplamente; os colóides do sólo estarão representados pela argila, muitas vezes acompanhada de óxidos de ferro, de alumínio e pela matéria orgânica; essa presença é necessária para que nutrientes da vegetação liberados por reações de troca de bases, pela oxidação de substâncias orgânicas e decomposição de partículas da rocha matriz sejam retidas por adsorção para serem ulteriormente aproveitadas.

Resultará assim uma estrutura constituída do esqueleto de partículas minerais acima de 0,05 mms. revestidas por geleia amorfa formada por uma mistura de argila, hidróxido de alumínio de ferro, humatos, ácido silício é

humico; as partículas devem estar apenas assim revestidas e desse modo permitir a circulação de líquidos e gases.

-.-.-.-.-.-

4. Influência dos fatores físicos sobre o sólo

Estes fatores já foram mencionados em linhas gerais quanto a formação e estrutura dos solos e são:

Topografia, clima e grau de dispersão das partículas do sólo (textura).

Já foi mencionado o efeito da topografia: sólos situados em terrenos planos absorvem e conservam maior quantidade de água e si a drenagem não é boa, devido a estrutura ou o escoamento torna-se difícil devido ao nível aquífero, a permeabilidade torna-se fraca ou mesmo nula e não haverá possibilidade de reações de oxido-redução; em contrario, si a estrutura do sólo é permeavel, em terrenos com declives mais ou menos pronunciados, as águas pluviais em parte serão absorvidas para escoarem-se em espaço de tempo variavel, e si a mesma for pouco permeavel escorrerão na maior parte pela superficie produzindo a tão prejudicial erosão.

O clima que vai influir sobre o comportamento do sólo depende de vários fatores; como principais, em primeiro lugar e em forma predominante aparece o fator geografico, isto e, si está situado na zona torrida, temperada ou fria e em qualquer suas subdivisões; em zonas iguais existem regiões onde chove abundantemente, ou de maneira moderada e mesmo são aridas, com pequena precipitação aquosa; isto depende dos ventos dominantes e fenomenos geofisicos tais como a disposição de cadeias de montanhas como verifica-se no nosso nordeste; a altitude acima do nível do mar, modifica bastante o efeito da situação geografica, pois pôde-se considerar a temperatura média de um lugar como função da altitude; nunca porem, serão iguais as outras condições climatericas e fatores físicos de dois lugares com temperaturas médias iguais situadas em zonas e altitudes diferentes; por exemplo a quantidade de horas de luz que a

superfície situada em altitude elevada na zona tropical, receberá em qualquer estação do ano, será diferente daquela que beneficiou a situada em zona temperada ao nível do mar; a pressão atmosférica e outras radiações solares também serão diferentes sem falar no grau de humidade do ar, chuvas e ventos.

Em terceiro lugar a temperatura do ambiente e do solo e mais fenómenos climáticos que irão influir sobre o comportamento do solo dependem das estações do ano.

Em quarto lugar aparecem as correntes marinhas (gulf stream, por exemplo), que favorecem com temperatura mais ou menos benéfica e mais fatores climáticos favoráveis certas partes da superfície da terra.

Os fatores secundários que modificam localmente as condições climáticas são: a vegetação que protegerá o solo contra os raios diretos do sol, ventos e o isolará contra a perda rápida de temperatura quando faltam os raios solares; esta proteção depende da espécie de vegetação; as florestas protegem mais que os campos.

Outro fator é a exposição à ventos dominantes frios ou quentes; em uma região montanhosa, a vegetação no lado exposto aos ventos frios difere daquela que no lado oposto está sujeita a fator contrário.

Fator local é também a situação das montanhas que regulam a circulação de correntes aéreas, determinando portanto o regime pluviométrico.

A quantidade de água que um solo recebe irá influir sobre sua fase líquida e seus efeitos sobre o estado físico-químico e sobre sua vida microbiana.

A temperatura tem influencia sobre a solução do solo, decomposição das rochas e partículas ainda em vias de decomposição; principalmente intervem na vida microbiana que prolifera em um grau de humidade relativamente alto e temperaturas acima de 10°C e abaixo de 40°C ; em um teor de 6,8% de humidade a vida microbiana do solo produz um volume de CO_2 a 10°C ; sendo o teor de humidade 26,8 a produção de CO_2 será 9,1 vol. a 10°C ; 26,7 vol. a 20° e 31 vol a 30°C .

Nos fatores químicos que influem sobre o comportamento do solo será abordado o efeito da água e portanto também os das chuvas.

5. Influência dos fatores químicos sobre o sólo

A química do sólo é bastante complexa; foi visto que o sólo pôde ser considerado como constituído de uma armação de partículas solidas, minerais, de dimensões variáveis, acima de 0,05 de diâmetro, e de uma geleia de material coloidal, constituída principalmente de argila, hidroxidos de ferro, de alumínio e materia humida; as partículas maiores que constituem o esqueleto ou armação são compostos de sílica principalmente e pequenas quantidades de outros minerais dificilmente decompostos, provenientes das rochas siliciosas que formaram o sólo; restos mortos de folhas, raízes, células de micro-organismos, protozoários, vermes, insetos, larvas ocupam lugar ao lado das partículas minerais, e a medida que vão se decompondo e promovendo a vida microbiana, produzem substancias orgánicas C^2 , compostos nitrogenados e finalmente por oxidação completa entregam a fase líquida do sólo os seus componentes minerais; a parte sólida mais importante do sólo é a fração coloidal que é constituída de partículas diminutas e que apresentam um aspeto mais ou menos gelatinoso quando em presença da agua necessaria (argila bem plastica, substancias humicas, precipitados de hidroxidos de ferro e alumínio, sílica gelatinosa).

A matéria nesta forma coloidal tem a propriedade de reter por adsorção substâncias nutrientes da solução do sólo e utilizaveis para a vegetação, que sem esse fenomeno arriscaria ficar perdida; essa fração do sólo torna-se assim um reservatorio de nutrientes para a vegetação; a superficie apresentada por partículas coloidais é enorme; comparado em volume com outras partículas maiores o volume relativo é o seguinte:

	Diametro de partículas em milimicrons	Area superficial relativa em igual volume
Partículas que passam em 100	148,000	1
Idem 200	74.000	2
Idem 400	37,000	4
Partículas coloidais	500	1.184
Idem	50	11.840

Assim em uma unidade de volume uma substância coloidal pôde apresentar aos reagentes ou as raízes dos vegetais, por exemplo, uma área 11.840 vezes maior que aquela apresentada por uma substância pulverizada finissimamente.

Os componentes do material coloidal variam de acordo com os diferentes tipos de solos e sua composição; em geral a relação entre a quantidade de sílica e aquela de alumínio mais óxido de ferro é a característica química mais importante dos colóides do solo que permite julgar o seu caráter fundamental.

A nutrição dos vegetais e métodos agrícolas são em grande parte determinados por esse caráter, e portanto os processos de cultura, aplicação de adubos e mesmo espécies de lavoura sobre ele são baseados.

A permeabilidade, estado físico-químico e mesmo a composição química do solo são bastante influenciados pelos colóides que incham em presença de água formando massas gelatinosas pouco permeáveis que ao secar tornam-se impermeáveis a água.

Um excesso de colóides é portanto nocivo porque nessa massa agregam-se partículas maiores tornando a circulação e drenagem muito difícil.

Em áreas cobertas por vegetação herbácea o grande sistema radicular torna um solo com essas condições mais permeável, porém, para outras aplicações precisa ser corrigido.

Em quantidades razoáveis os colóides tem um grande valor para o aproveitamento do solo; além de servir como um reservatório de nutrientes tem ainda a propriedade de permutar bases adsorvidas ou de sua constituição, úteis pelos vegetais, por outras existentes na solução do solo; também permutam bases pouco úteis por outras de nutrientes contidas aí em excesso.

Por exemplo. Si adicionar ao solo cloreto de potássio os colóides permutarão íons de sódio e cálcio por parte do potássio; assim a solução do solo ficará enriquecida com íons de cálcio necessários aos vegetais e os colóides guardarão uma reserva de potássio.

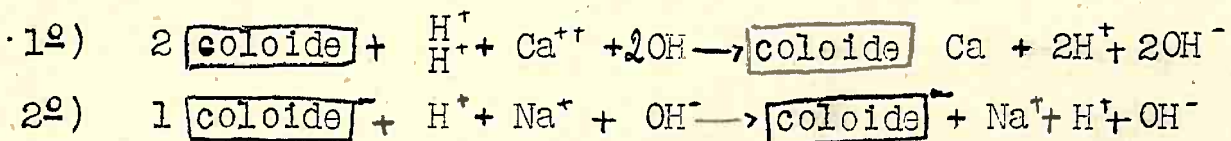
Si em lugar de cloreto de potássio usa-se uma solução de mono-fosfato de cálcio, será retirado da solução o radical do ácido fosfórico, portando-se o colóide como uma substância anfótera.

Pôde-se considerar os colóides do solo como um

complexo constituído na maior parte de compostos aluminosilicosos contendo ions de hidrogenio e de hidroxilas podendo assim permutar hidrogenios ou bases que o substituem por outras bases; os hidroxilios saturam-se com radicais acidos; assim certas substancias organicas, do carater acido, fixam-se pertinazmente aos coloides sendo difficil separá-los completamente, sem destruição da parte mineral.

Como já foi visto os coloides aparecem na estrutura do sólo em forma dispersa ou revestindo as particulas minerais com uma pelicula; quando em teor elevado e a medida que diminue a porcentagem de agua, suas particulas agregam-se incluindo ou não as particulas maiores e produzem ao secar, concreções ou massas mais ou menos duras; tratando-se o sólo com substancias ricas em bases alcalino-terrosas modificam-se estas condições produzindo como uma floculação do coloide tornando assim o sólo mais permeavel e friavel ao secar.

Este fáto mostra que certas propriedades dos coloides e portanto do sólo podem ser modificados por um tratamento com certas substancias tal como hidroxido de calcio; o complexo coloidal irá se enriquecer de cationos Ca e portanto ficará com um pH mais elevado.



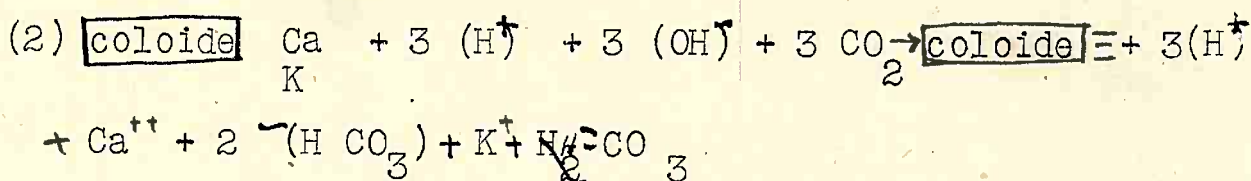
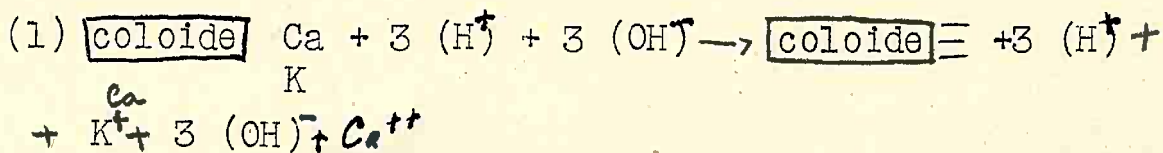
No primeiro caso a estrutura do sólo modifica-se porque o coloide flocula formando com o cationo calcio um composto não ionisavel, enquanto no segundo caso, a modificação será praticamente nula porque o estado elétrico do meio é igual em ambos os lados da equação.

Quasi sempre é necessário um excesso variavel de substancia alcalina sobre a calculada para elevar o indice pH a determinado ponto; isto explica-se pela existencia de uma acidez de reserva ou potencial que vai se dissociando e cedendo a solução H⁺ a medida do seu consumo; uma determinada composição do sólo em determinadas condições físicas e químicas, tendo a possuir sempre um pH determinado chamado pH ativo; modificado esse fator entra em função o pH de reserva, ainda não ionisado, para contrabalançar o efeito do composto alcalino modificando-se o pH ativo só depois de esgotados os H⁺ da reserva.

Pela decomposição de rochas ricas em aluminosilicatos alcalinos ou alcalinos terrosos há formação de Caolim, Carbonatos alcalinos ou alcalinos terrosos e acidos silicicos; este caolim não tem propriedades adsorventes muito pronunciadas de modo que sendo o carbonato alcalino lixiviado pelas aguas o residuo terá uma reação ácida e um

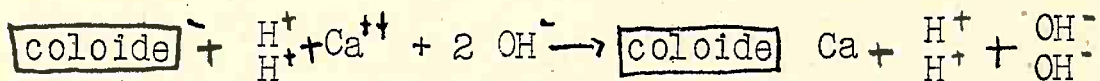
sólo aí formado de início terá um pH baixo até a formação de um complexo coloidal adsorvente capaz de reter as bases que vão se formando a custa das rochas e assim o pH poderá elevar-se um pouco.

Em sólos cujo complexo coloidal é rico em bases, o p H torna-se baixo devido as seguintes reações:

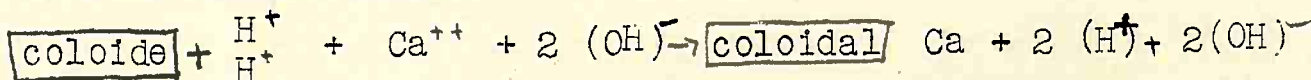


A primeira reação dá-se na presença de muita agua e bastante permeabilidade, e a segunda em solos húmidos ricos em substâncias orgânicas e com vida microbiana ativa, produzindo bastante anidrido carbonico; as bases eliminam-se por lixiviação ficando um residuo de p H baixo.

Em sólos pantanosos pouco arejados a reação será diferente; a materia orgânica por decomposição parcial produzirá substancias de natureza acida (chamada acidos humicos), que se unirão ao complexo coloidal abaixando assim o pH, e as bases serão aos poucos eliminadas pelas aguas e substituidas por H produzidos pela hidrolise da agua - $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H} + \text{OH}^-$, abaixando ainda mais o indice de acidês?



Para elevar o pH de sólos como estes dois ultimos, é necessário facilitar o arejamento do sólo, por drenagem por exemplo, elevando assim o chamado indice r H, ou indice de oxido redução, que dá um meio de avaliar a capacidade de oxidação do sólo; com auxilio de agentes que agem cataliticamente (oxidos de ferro e manganéz) e da vida microbiana o oxigenio do ar oxidará as substancias orgânicas ficando a parte mineral nelas contida, como residuos que irão elevar o pH; com um residuo rico em calcio temos:



Uma caldagem do sólo pôde apressar essa modificação; as queimadas de derrubadas cedem as bases das cinzas para elevar o pH do sólo das matas, em geral acidas, e assim melhorá-lo para certas culturas.

ção da composição do solo; quando a permeabilidade não é excessiva, a presença de matéria orgânica em forma de humus e entre pH 3 e 4, há tendência, além das reações acima, de realizar-se uma migração de óxidos de alumínio e principalmente de óxidos de ferro dos horizontes A₀, A₁ e A₂, em forma de compostos, ou dispersões formadas com ácido húmico em presença de CO₂ para os horizontes B₁ e B₂, onde depositam-se novamente re- tendo certa quantidade de matéria orgânica; em um solo da Nova Guiné é o seguinte o efeito do pH:

Horizontes	A ₀	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C
SiO ₂ combinado		37,25	44,31	35,57	34,76	
Al ₂ O ₃		26,36	36,72	30,76	34,50	
Fe ₂ O ₃		2,10	2,52	21,78	18,93	
Mat. orgânica	85,00	6,15	0,59	1,77	0,60	
r H	3,00	4,03	3,9	4,3	5,00	
SiO ₂ /Al ₂ O ₃		2,39	2,04	1,96	1,71	

Pela tabela verifica-se que um pH bem baixo (3,0), facilita a migração de Al₂O₃ e Fe₂O₃; pela relação Si O₂/Al₂O₃, e pela porcentagem de Fe₂O₃ nos diversos horizontes, é visível a migração dos sesquióxidos para os horizontes inferiores; com pH alto (6), seria difícil tal fenômeno, porque em um pH 4,87 há 4 vezes mais alumínio dissolvido na solução do solo do que em pH 5,50 e na tabela encontramos pH 3 e 4,3.

Em solos de composição química semelhante porém, pouco ácidos ou ligeiramente alcalinos (pH 6,4-7,4), com pouco humus, ricos relativamente em bases adsorvidas e em clima tropical ou sub-tropical (nossas terras roxas virgens), com chuvas abundantes, há modificação do solo após as derrubadas e queimas, de modo bem diferente, pois pela quasi ausência de matéria orgânica e pH alto, não há migração possível dos sesquióxidos; há lixiviação interna das bases adsorvidas, substituindo-se H no lugar das bases, especialmente de potássio, cálcio e magnésio. Aos poucos o pH vai diminuindo tornando-se um solo ácido, sobre em matéria orgânica e bases.

Solos como estes, tendem a perder, além das bases, os radicais ácidos inclusive os ácidos silicos, enriquecendo-se os horizontes A₁ e A₂ em sesquióxidos de ferro, de alumínio, e perdendo suas propriedades adsorptivas; tornam-se solos lateríticos que em determinadas condições de pH e rH podem revestir a solos de boa qualidade com o auxílio de corretivos, lavouras e processos de cultura.

6. Fase líquida do solo

A fase líquida é constituída pela solução que permeia através da armação ou esqueleto que suporta as plantas, humedecendo, lixiviando e reagindo com a parte coloidal e partículas maiores do solo contendo em solução diluídissima substâncias minerais e orgânicas, enriquecidas pelo anidrido carbônico do ar atmosférico e mais gases produzidos pela vida microbiana do solo.

É uma solução apta para promover as reações citadas na formação do solo; irá decompor silicatos e transformar carbonatos ácidos solúveis e utilizáveis pelas plantas; poderá também reagir sobre os colóides permutando de lugar com as bases adsorvidas.

Segundo os cátions presentes irá provocar uma modificação na estrutura do solo, modificando a permeabilidade pela floculação ou dispersão dos colóides.

Esta solução cuja composição é função daquela do solo, está em um equilíbrio instável; varia continuamente devido as reações com a fase sólida, com o pH e ação da vida microbiana que absorve alguns constituintes para sua nutrição, e lhe cede os resíduos do metabolismo ao passo que nutrientes são retirados pelas raízes das plantas que por sua vez lhe cedem algumas secreções.

O excesso de nutrientes em parte será adsorvido ou retido por colóides com permuta de hidrogênios e hidroxílios por bases ou radicais ácidos e passarão para o horizonte C do solo para decompor a rocha matriz e em parte ficará perdido nas águas de drenagem.

Esta fase é a essencial do sistema do solo, pois é a que fornece os elementos necessários ao desenvolvimento dos vegetais; em terras privadas de humidade mesmo ricas em nutrientes sólidos não é possível a existência de qualquer planta.

---o---o---o---o---o---o---

7. Fatores que influem na exploração industrial do sólo

Para que o sólo seja uma útil e rendosa usina industrial, é necessário que os produtos por ele produzidos sejam de boa qualidade; os gêneros alimentícios devem conter todas as substâncias que o homem necessita para que seu organismo funcione normalmente, e devem ser produzidas em quantidades que compensem a mão de obra e mais despesas feitas desde o preparo do sólo até o transporte ao consumidor.

Vários fatores vão intervir para este resultado, entre os quais, sobressaem os seguintes:

- 1) - Topografia, composição e estrutura do sólo.
- 2) - Lavoura que lhe é adaptável.
- 3) - Facilidade do consumo.
- 4) - Distância do consumidor

Os dois últimos fatores dependem da ocasião e da espécie de produtos; atualmente devido a afluência de braços para o surto industrial causado pela guerra, o consumo de gêneros alimentícios aumentou de maneira extraordinária em certos centros, e seus preços alcançaram um nível que permite provirem de lugares relativamente distantes, pagando um salário melhor ao trabalhador rural, é explorar terras fracas de baixo rendimento; o lavrador pode até melhorá-las empregando adubos e corretivos ainda que dispendiosos.

Com a dificuldade de transportes, terras muito pobres, próximas a esses centros são exploradas para produzirem principalmente legumes, hortaliças, flores e gêneros que necessitam meios rápidos de transportes.

Outros produtos tal como o algodão, mamona, amendoim alcançaram preços remuneradores que permitiram sua cultura em terras impróprias e lugares afastados dos centros consumidores ou transformadores; passando este período os preços provavelmente diminuirão, e para vencer será preciso que a maioria das lavouras sejam feitas em terras apropriadas e transportes baratos; diminuindo o movimento industrial, o braço trabalhador será mais barato, mas em compensação a facilidade de consumo diminuirá, devido a concorrência da importação de paizes estrangeiros, para artigos manufaturados ou transformados e cujas matérias primas provem de lavoura; o consumo dos gêneros alimentícios diminuirá nos centros industriais pela saída de braços para o interior, e possível baixa de salários.

Será então preciso fazer um balanço cuidado-

8. Aproveitamento industrial racional do sólo

A exploração industrial do nosso sólo tem si do levada, na maior parte das vezes, ao acaso.

O lavrador resolve plantar o que na ocasião está dando maiores proveitos economicos; não cogita si o sólo é bem adaptavel a tal cultura e si produz com bom rendimento e boa qualidade; assim há inumeras propriedades agricolas, cujo rendimento da produção por alqueire é fraca e a qualidade dos produtos deixa a desejar, prejudicando o bom nome dos produtos provenientes de nossas terras, como aconteceu com o café; o produto alcançava bons preços e mesmo com baixa produção por unidade de area deixava boa margem de lucros e então qualquer sólo servia mesmo que azona só pudesse produzir cafés de má bebida e de baixo rendimento em chicharas por quilogramo de pó; o nome do café brasileiro foi prejudicado e veio a concorrência dos cafés finos de outros paizes, que resultou na derrocada das lavouras de café situados em sólos impróprios; é assim com o algodão e será com a hortelã, materia prima do mentol.

O erro é de querer explorar o sólo com o fito do máximo lucro imediato, como amador e não como um lavrador com tino industrial.

O que se pensaria de uma pessoa que formasse uma industria de produtos quimicos com aparelhamento deficiente e materias primas improprias?

Si esses produtos deveriam ser usados na alimentação ou como medicamentos e com esses fatores defeituosos seriam nocivos e capazes de causar inconvenientes ao organismo humano, esse industrial poderia ser perseguido pelas leis; assim também o lavrador cujo aparelhamento e materia prima é o sólo e os nutrientes nele contidos, deve ter cuidado em escolhê-lo, apropriado para que seus produtos sejam de boa qualidade, contendo os elementos necessários ao organismo humano no caso dos alimentos, e com as propriedades necessárias a uma materia prima adequada para produzir artigos industriais com as melhores especificações possíveis.

A medida que o sólo vai se esgotando é mister ser corrigido com adubos ou processos de cultura, assim como na industria manufactureira ou transformadora, os aparelhos são reformados para corrigir os efeitos do uso, e a materia prima é sempre examinada e mantido seu padrão de qualidade.

O bom funcionamento do sólo, produzindo gêneros alimenticios com os teores otimos de elementos quimicos, vitaminas, protideos, lipideos e glucideos, é de importancia capital para a especie humana; o organismo contém cerca de 5% de minerais provenientes do sólo

Tabela comparativa dos elementos presentes no corpo humano, em plantas, e em um solo --.

Elementos	% corpo humano	Vegetação % mat. seca	Solos % matéria seca
Oxigenio	66,0	42,9	47,3
Carbono	17,5	44,3	0,19
Hidrogenio	10,2	6,1	0,22
Nitrogenio	2,4	1,62	---
Calcio	1,6	0,62	3,47
Fosforo	0,9	0,56	0,12
Potassio	0,4	1,68	2,46
Sodio	0,3	0,43	---
Cloro	0,3	0,22	0,06
Enxofre	0,2	0,37	0,12
Magnesio	0,05	0,38	2,24
Ferro	0,004	0,04	4,50
Iodo		Traços	Traços
Fluor		Traços	0,10
Silicio		3,00	27,74
Manganez	Traços	Traços	0,08
Cobalto	essenciais	Traços	Traços
Niquel		Traços	Traços
Cobre		Traços	0,001
Boro		Traços	Traços
Zinco	Traç.ess.	Traços	Traços
Molibdenio	-	Traços	Traços
Bromo	Traços	Traços	Traços
Aluminio	Traços	0,06	18,70

Certos elementos estão somente em forma de traços, porém são muitas vezes absolutamente essenciais aos organismos, tais como os agentes catalíticos em certas industrias quimicas; assim boro é essencial aos vegetais e cobre, zinco, cobalto, iodo e manganez são essenciais aos animais em cujo organismo desempenham função de importancia vital.

As porcentagens dos outros elementos e desse s mesmos podem variar em larga proporção de um solo a outro, modificando assim seu modo de comportar-se como a maior usina de produtos quimicos da terra; determinados produtos serão melhores e seu rendimento por unidade de area maior quando a composição corresponder as exigencias da cultura, porém, e infelizmente real que culturas vingarão em solos com quantidades deficientes em um ou mais elementos, resultando produtos de má qualidade e rendimentos deficientes (como o caso do café já mencionado).

Solos deficientes em cobalto produzem pastagens de primeira ordem, porém os carneiros que nelas se alimentam morrem por falta desse elemento; caso exatamente oposto é produzido por solos contendo excesso de molibdenio assimilavel, onde crescem excelentes pastagens que intoxicam os animais pela presença de traços

desse elemento; assim, ^{tambem} o homem se alimentando com generos deficientes nos elementos que necessita, sofrerá as con- sequencias apresentando sintomas de deficiencia e enfer- midades por eles causadas.

São interessantes certos regimens dietéticos prescritos sem tomar em consideração que a composição dos generos alimenticios varia demasiadamente com a composição dos solos que os produziram.

Um alimento considerado completo é o leite, e entretanto sua composição varia bastante de acordo com vários fatores; o teor em vitaminas A e D, variará um pouco com a alimentação e bastante com o regimen de vi- da do gado produtor; si este é estabulado o teor nes- sas substancias será muito mais baixo do que aquele que vive solto nos campos; estes são formados de hervas cu- jo teor em caroteno e vitaminas varia conforme a espe- cie; por estudos feitos em S. Paulo, o capim catingueiro é muito mais rico em tiamina, e vitamina A, do que o ca- pim jaragua; a composição mineral destes variará com a do solo e o gado sofrerá o efeito desse fator que trans- mitirá ao leite.

Alfafa é considerada uma forragem excelente porém muito exigente quanto a qualidade do solo; entre- tanto eis duas analises de alfafa.

Alfafa	Cinzas	K ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ C ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	SiO ₂
1	5,40	27,70	24,70	2,80	0,50	4,50	3,70	0,80
2	9,50	41,90	62,90	9,0	8,20	19,30	08,60	27,90

Esta analise não revela o teor em micro-ele- mentos existentes nas cinzas dessas alfafas, porem na n° 1, que pela composição revela um solo esgotado, de- vem estar ausentes ou em quantidade insuficiente; apos- citar essas analises extraidas do U.S.D.A. Year book .. 1938, não é necessario insistir sobre a variabilidade da composição relativa dos vegetais; solos otimos com o tempo esgotam-se, e é necessario corrigi-los ou de- dicá-los a outros fins, tais como reflorestamento; in- felizmente um recurso que está sendo usado em toda a parte é usá-los para outras culturas, ou dos mesmos vegetais, porem, de variedade menos exigente, ou trans- formar em campos incapazes de sustentar gados finos, e- xigentes, para criar raças que se contentam com a her- va dura é pauperrima; é um verdadeiro conto do vigario, pregado ao homem e aos animais, pois nesses produtos não irão encontrar tudo o que precisam para seus orga- nismos.

Póde-se acompanhar esta evolução do solo atra- vés de uma geração; a maioria das propriedades rurais do chamado Norte do Estado (Vale do Paraíba), serve de exemplo: das opulentas fazendas com populações sauda-

desse elemento; assim ^{tambem} ao homem se alimentando com generos deficientes nos elementos que necessita, sofrera as con- sequencias apresentando sintomas de deficiencia e enfer- midades por eles causadas.

São interessantes certos regimens dietéticos prescritos sem tomar em consideração que a composição dos generos alimenticios varia demasiadamente com a composição dos solos que os produziram.

Um alimento considerado completo é o leite, e entretanto sua composição varia bastante de acordo com varios fatores; o teor em vitaminas A e D, variará um pouco com a alimentação e bastante com o regimen de vi- da do gado produtor; si este é estabulado o teor nes- sas substancias será muito mais baixo do que aquele que vive solto nos campos; estes são formados de hervas cu- jo teor em caroteno e vitaminas varia conforme a espe- cie; por estudos feitos em S. Paulo, o capim catingueiro é muito mais rico em tiamina, e vitamina A, do que o ca- pim jaraguá; a composição mineral destes variará com a do solo e o gado sofrera o efeito desse fator que trans- mitirá ao leite.

Alfafa é considerada uma forragem excelente porém muito exigente quanto a qualidade do solo; entre- tanto eis duas analises de alfafa.

Alfafa	Cinzas	K ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	SiO ₂
1	5,40	27,70	24,70	2,80	0,50	4,50	3,70	0,80
2	9,50	41,90	62,90	9,0	8,20	19,30	8,60	27,90

Esta análise não revela o teor em micro-ele- mentos existentes nas cinzas dessas alfafas, porém na n.º 1, que pela composição revela um solo esgotado, de- vem estar ausentes ou em quantidade insuficiente; apos citar essas analises extraidas do U.S.D.A. Year book .. 1938, não é necessario insistir sobre a variabilidade da composição relativa dos vegetais; solos otimos com o tempo esgotam-se, e é necessario corrigi-los ou de- dicá-los a outros fins, tais como reflorestamento; in- felizmente um recurso que está sendo usado em toda a parte é us a-los para outras culturas, ou dos mesmos vegetais, porém, de variedade menos exigente, ou trans- formar em campos incapazes de sustentar gados fins e- xigentes, para criar raças que se contentam com a her- va dura e pauperrima; e um verdadeiro conto do vigario, pregado ao homem e aos animais, pois nesses produtos não irão encontrar tudo o que precisam para seus orga- nismos.

Pode-se acompanhar esta evolução do solo atra

veis devido a antiga boa qualidade do sólo, pouco resta, e a população mostra sinais de deficiência alimentar; a industria pastoril e pecuária é que está atualmente fazendo ressurgir essa zona; mas será que as ervas desses campos possuirão todos os nutrientes necessários para que o leite, laticínios e carne dos animais contêmham todos os elementos necessários ao homem? não é somente os elementos minerais que tornam-se deficientes em solos fracos, mas a produção também é fraca, e a exploração de tal sólo torna-se anti-economica, e os generos alimenticios encarecidos; recorrem então as classes menos favorecidas aos produtos mais baratos e inferiores, não usando na maioria dos casos, um regime alimentar suficientemente provido de proteínas, glucides, gorduras, vitaminas, elementos minerais, etc.; assim nossa raça vai definhando tornando-se fisicamente fraca, apresentando sintomas de deficiência e tornando-se uma presa facil das molestias infecciosas.

Carrison, em relatório publicado no "British Medical Research Council", tratando do regime alimentar dos nativos na India, diz que as populações do Norte são raças valentes e resolutas, e vivem de trigo integral, alguma carne, enquanto as do sul só usando arroz beneficiado, alguns vegetais, legumes e frutas, mas não usando leite nem carne são apáticos, sem energia, indolentes, e possuem o organismo mal desenvolvido.

Nesse mesmo relatório há uma comparação entre as tribus, Massai e Akikuyu, do Kenia na Africa.

A tribu Massai alimenta-se de leite, carne e sangue, enquanto que a Akikuyu usa cereais, raizes e frutas.

Os homens Massai, são 5 polegadas mais altos, e pesam em media 23 libras mais que a media dos Akikuyu e são 50% mais fortes.

Na tribu Akikuyu, prevalece deformidades osseas, dentes em mau estado, anemia, molestias das vias respiratorias e ulceras tropicais, enquanto nos Massai, prevalece a artritismo e constipação.

Ambas as tribus necessitam mais vegetais (vitaminas C e grupo B), e os Akikuyu pelo menos mais leite".

O que Carrison não diz é que a alimentação da população do sul da India, além de pobre em proteínas e gorduras é deficientissima em elementos minerais (segundo outros autores), devido a um sólo excessivamente esgotado.

Sem duvida no norte da India em zona menos explorada agricolamente e a população menos densa, os solos são melhores e seus produtos alimenticios mais completos; assim também nas tribus africanas, os Akikuyu, u-

sam gêneros obtidos em culturas rudimentares, espécies de vegetais menos exigentes e possivelmente crescidos naturalmente; todos os gêneros são obtidos localmente sem haver a possibilidade de corrigir as deficiências pela mistura de gêneros de diversos lugares produzidos em diferentes solos, enquanto os Massai, alimentam-se de produtos de origem animal, sempre mais bem providos de todos os fatores essenciais a uma boa saúde (em caso contrário os animais teriam perecido); em última instância é o solo o grande responsável pelos fatos citados por Carrison.

Vai ser passado em revista rapidamente o papel dos diferentes elementos nos solos, nos vegetais e nos organismos animais.

Elementos essenciais à vida, presente nos solos, nos vegetais e nos animais.

Hidrogenio combinado com oxigenio (agua)

Nos solos a agua é a parte principal na constituição do sistema coloidal e da fase líquida; dissolvente dos nutrientes, promove as reações químicas.

Nas plantas. Sem agua as plantas parecem; e essencial ao protoplasma do qual constitue 80 a 90% e o veiculo dos nutrientes (seiva); imprescindível nas plantas para a síntese dos lípidos, glucidos e proteínas.

Nos animais é o regularizador termico maior constituinte dos tecidos como parte do sistema coloidal vivo (protoplasma), dissolve, ioniza e promove as reações químicas no organismo e ajuda eliminar os residuos do metabolismo.

Anidrido carbonico.

Nos solos é um residuo da decomposição de matérias orgânicas; toma parte ativa na decomposição das rochas; facilita ou promove a dissolução dos nutrientes; fator da existencia para a vida do solo (micro e micro-vida).

Nas plantas em presença da luz solar, de agua e clorofila, produz glucidos e oxigenio; ao passo que a respiração destas, com o consumo de seus produtos de reserva, produz CO_2 .

Nos animais é produzido nos processos metabólicos do organismo; está presente no sangue intervindo para manter o pH constante.

O X I G E N I O

Nos solos intervem nas reações de sua formação; oxida as substâncias orgânicas; intervem nas reações promovidas pela vida microbiana entre as quais o aproveitamento e transformação do nitrogênio do ar; e necessário a respiração das raízes.

Nas plantas. É necessário a respiração vegetal (sementes, raízes, frutos) e em pequena quantidade assiste a fotossíntese.

Nos animais. Produz a combustão das substâncias orgânicas necessária para produzir a energia vital (pela respiração).

N I T R O G E N I O

Nos solos em forma de elemento intervem no metabolismo de certas bactérias; sob a forma de compostos amoniacais, nitratos e nitritos, toma parte nas reações de permuta de bases; em forma de ácido nítrico intervem na formação do solo.

Nas plantas é usado na forma de nitratos, nitritos, sais amoniacais e compostos orgânicos mais ou menos complexos, para constituir de maneira essencial as proteínas e alguns compostos nitrogenados mais simples.

Nos animais faz parte da composição das proteínas que constituem a maior parte dos tecidos do organismo; e usado como alimento, combinado nas proteínas.

F O S F O R O

Nos solos, fósforo existe principalmente em forma de fosfatos de cálcio, ferro e alumínio; está presente na solução do solo e adsorvido ou combinado com coloides orgânicos, minerais ou mistos e de onde é deslocado por bases alcalinas e por um pH suficientemente baixo (5); é essencial a vida microbiana do solo.

Nas plantas o fósforo desempenha um papel direto e indireto no seu metabolismo.

Entra na composição de componentes do tecido celular (protoplasma); acelera a oxidação dos glúcidos, promove o aproveitamento do nitrogênio e intervem na transformação do amido em açúcares solúveis e acelera o ciclo vital dos vegetais. Entra na composição das proteínas.

Nos animais toma parte juntamente com o cálcio na constituição dos ossos e dentes; é parte essencial do protoplasma, e portanto de todas as células do organismo.

C A L C I O

Nos solos - Cálcio sob a forma de alumínio-silicatos, silicatos e carbonatos, entra na composição de partes ainda não decompostas das rochas matrizes do solo; combinado com fósforo aparece formando fosfatos de cálcio solúveis ou insolúveis; é adsorvido no complexo coloidal onde pode deslocar ou ser deslocado por outras bases; em forma de carbonato ácido de cálcio tem ação sobre a solubilidade de certos componentes do solo, e como carbonato de cálcio levanta seu pH; sulfato de cálcio quando presente é útil em certos casos, e intervém para decompor as rochas.

Nas plantas - Cálcio desempenha o papel de antídoto, contrabalançando o efeito tóxico de magnésio em excesso; para o desenvolvimento ótimo das plantas magnésio é necessário, porém sem a presença de cálcio um excesso pode ser prejudicial.

Outro papel desempenhado é o de neutralizar ácidos orgânicos produzidos na formação das proteínas; assim as leguminosas, mais ricas em proteínas exigem mais cálcio do que as gramíneas; age também como um estimulante do protoplasma.

É componente das paredes das células e do protoplasma.

Nos animais - é necessário para a constituição dos ossos, dentes e de outros tecidos; existe no sangue em forma iônica, e nos outros tecidos ligado às proteínas; Ca e P estão no organismo intimamente relacionados; cálcio é importante para as funções nervosas, cardíacas, musculares e no equilíbrio iônico. É essencial a lactação, e é ativador das enzimas.

M A G N E S I O

Nos solos magnésio provém da decomposição de silicatos alumínio-magnésicos; aparece em forma de fosfatos, de carbonato e adsorvido pela parte coloidal; toma parte nas reações de troca de bases podendo ser deslocado por cálcio, sódio e potássio; auxilia a vida microbiana do solo.

Nas plantas magnésio é essencial, pois faz parte da composição da clorofila; toma parte ativa no metabolismo do fósforo; parece tomar parte na transformação dos glúcides, em lípides, pois é 2,5 vezes mais abundante nas sementes oleaginosas do que nas amiláceas; é constituinte do protoplasma, e em excesso é nocivo à vegetação; cálcio e fósforo porém contrabalançam esse efeito.

Nos animais existe nos tecidos musculares e

nervosos em maior quantidade que o calcio; existe no sangue onde ativa as enzimas e regula a ionização do sistema; entra também na composição do tecido osseo.

P O T Á S S I O

Nos solos potássio provem das rochas matrizes; aparece em forma de carbonato, sulfato, silicato, cloreto e adsorvido pelos zeolitos e complexos coloidal de onde é deslocado por calcio, magnésio e sódio; é necessário a vida microbiana.

Nas plantas é absolutamente essencial; intervém na formação dos glucides, e portanto dos lipídes e protídes; seu papel parece ser catalítico, e segundo Stocklassa, é devido a propriedade de emitir radiações Beta e Gama; Bruno e Loew, são da mesma opinião, e Reed verificou que potássio age como um agente de condensação (fotosíntese).

Tem efeito favorável sobre enzimas; é elemento essencial para regular a quantidade e qualidade dos produtos de origem vegetal.

Nos animais as células contêm mais potássio do que os líquidos; é necessário ao crescimento, e equilíbrio iônico, funções musculares, e é um regulador da pressão osmótica nas células.

E N X O F R E

Nos solos enxofre aparece em forma de sulfatos que podem ser reduzidos pela matéria orgânica e produzir H_2S ; é também adsorvido pelo complexo coloidal; os ácidos do enxofre tomam parte, quando presentes na composição de rochas; favorece também a vida microbiana.

Nas plantas o enxofre aparece na seiva em forma de sulfatos; é necessário à formação das proteínas, e parece intervir na fotosíntese, pois em presença de nutrientes ricos em enxofre, aumenta a presença de clorofila nas folhas.

Nos animais é necessário em forma de aminoácido para formar as proteínas do organismo animal; em forma de sulfatos alcalinos intervem no equilíbrio iônico e desempenha um papel de importância nos fenômenos de oxido-redução.

F E R R O

Nos solos ferro é proveniente dos alumino-silicatos, fosfatos, óxidos, hidróxidos e carbonatos de ferro; faz parte do complexo coloidal e varia de valen-

cia com o rH do sólo; em forma ferrica é muito pouco assimilavel pelas plantas; em presença de matéria orgânica e arejamento deficiente passa para a forma ferrosa, que é mais soluvel na solução do sólo quando o pH é baixo (5,5); nesta forma é nocivo a certas bacterias.

Nas plantas existe como micro-elemento essencial; é suficiente uma parte em 10^7 partes de solução do sólo para que a formação de clorofila proceda normalmente pela ação catalitica do ferro que não entra na composição dessa substancia, porem está em forma ionica na seiva contida nas folhas; nesta forma é denominado "ativo" em contrario da forma combinada denominada "inativa". Aparece em traços no protoplasma.

Nos animais o ferro faz parte do pigmento hematico, e do sangue de cuja hemoglobina faz parte.

Uma pessoa adulta contem mais ou menos 2-3gr, s de ferro que funciona no transporte do oxigenio, através das arterias e capilares, para todas as celulas do organismo.

Cerca de uma grama existe no figado, na medula dos ossos e no baço, para ser utilizado na produção da hemoglobina, a medida que for necessario. Existe um micro quantidades no protoplasma.

S I L I C I O

Nos sólos - Silicio em forma de SiO_2 , dificilmente atacavel pelos agentes do intemperismo, forma o conjunto da armação da maioria dos solos; provem da composição dos granitos, gneises, sienitos, doleritos e dioritos pela transformação metamorfica de rochas calcareas com a eliminação de $CaCO_3$; e pela parte mineral das diatonaceas; em forma de silicatos, alumino-silicatos, fluor-silicatos e alguns como os silicatos hidratados de aluminio (argilas) em forma coloidal tambem tomam parte na constituição da fase solida; nesta ultima forma é de grande importancia, pois regula a permeabilidade e capacidade de reação do sólo.

Nas plantas a ação do silicio é aumentar a resistencia a certas infecções, como o mildeu e a ferrugem dos cereais; comunica maior rigidez as plantas herbaceas; é absorvido em maior quantidade nos solos pobres em fosforo.

Nos animais o papel do silicio, que existe no organismo em traços, não está bem verificado; em maior proporção está contido no tecido conjuntivo (micro-teores).

B O R O

Nos sólos boro existe, sendo proveniente da desintegração de rochas contendo compostos de boro; porém são aquelas de origem marinha que possuem maior porcentagem; enquanto rochas plutônicas contem 0,0005% de B_2O_3 , rochas vulcânicas 0,0005%.

Nos folhelhos paleozoicos marinhos há 0,1% de B_2O_3 e nos lodos marinhos modernos até 0,05%. Parece ser necessário à vida microbiana do solo.

As plantas superiores necessitam de boro que toma parte nos fenômenos de oxido-redução; sua ação se faz sentir principalmente nas culturas em solos com pH alto onde a assimilação do ferro e manganês é deficiente.

Segundo Baly, é essencial à fotossíntese: sua falta diminui o rendimento e qualidade dos produtos. Age como micro-elemento, pois na maior parte dos casos uma parte em 5×10^6 é suficiente na solução do solo; em excesso, boro é bastante nocivo.

Para os animais não se conhecem bem os efeitos deste metaloide, porém é de esperar que tenha efeito útil, pois é encontrado em quasi todos os órgãos (micro-teores).

S Ó D I O

No solo sódio é um dos elementos mais disseminados na natureza. É oriundo da decomposição das rochas matrizes onde existia como aluminos-silicatos, complexos ou das rochas sedimentares de origem marinha; permuta com cálcio, magnésio e potássio no complexo coloidal; na fase líquida pode existir em forma de fosfato, sulfato, cloreto, silicato, carbonato; nestas formas, em pH baixo, decompõe as partes minerais da fase sólida.

Nas plantas não é por enquanto considerado essencial; pode substituir potássio em parte, principalmente na vegetação próxima ao mar, ou quando ha muito pouco potássio presente em relação a sódio. Quantidades excessivas desse metal são prejudiciais.

Nos animais sódio está presente em todos os órgãos; no homem a maior proporção é contida no cérebro. No sangue é essencial em forma de cloreto; seu papel é o de regular a pressão osmótica nas células e fluidos; contribui para o equilíbrio iônico protegendo os tecidos do organismo contra a perda excessiva de água.

A L U M I N I O

Nos solos os alumino-silicatos desempenham um papel relevante; em forma ainda não decomposta e um reservatório de nutrientes, principalmente bases que sob a ação dos agentes do intemperismo e da fase líquida do solo vão se tornando utilizáveis pela vegetação; em forma de silicatos hidratados, constitui a parte mineral essencial do complexo coloidal do solo, que desempenha, devido as suas propriedades anfóteras, papel insubstituível na estrutura e na utilização (fixação e mobilização) dos nutrientes do solo.

Solos muito ácidos (P H 5), podem conter o chamado "aluminio ativo" em forma solúvel e que parece ser nocivo a certas culturas.

Nas plantas aluminio entra na composição da parte mineral, porém não parece ter função específica.

Nos animais aluminio aparece em micro-teores em vários órgãos, porém não foi verificada qual sua influencia sobre o organismo; sem duvida o pH dos meios biológicos não permite manifestar sua atividade que é devida as propriedades anfóteras.

C L O R O

Nos solos a presença desse metaloide não é de uma grande utilidade; combinado realisa algumas reações de permuta com o complexo coloidal, porém, devido a sua grande afinidade pelas bases, permanece em solução e ionizado; em excesso é nocivo a maioria da vida do solo.

Nas plantas é encontrado em todos os tecidos, porém, seu efeito é muito discutido; sem duvida em micro-doses tem utilidade; em excesso o cloro é nocivo a maioria das plantas, porém, algumas como certas palmeiras, aspargos, vegetação das dunas e mangue, toleram quantidades bastante elevadas (teor de agua do mar).

Nos animais cloro é indispensavel; nos mamíferos, ácido clorídrico é essencial as funções gástricas, e a falta de cloro ionizado no sangue provoca paralisia; daí a necessidade de cloreto de sodio, que na alimentação não pode ser substituído para as funções normais do organismo.

I O D O

Nos solos parece não ter influência.

Nas plantas iodo em doses diminutas tem um efeito util sobre a formação de clorofila, segundo Stocklasa, Marine, Webster, Willians e outros.

Nos animais é encontrado em todos os órgãos, porém, a glandula tiroide, possui maior teor; é absolutamente essencial ao organismo; pois regula a formação de tiroxina que intervem no metabolismo basal.

A falta de iodo desequilibra completamente o equilibrio do organismo.

C O B R E

Nos solos este metal tem importancia quando os mesmos são acidos e o rH muito baixo; neste caso cobre dificulta a vida de certas bacterias que provocam a formação de nódulos, ricos em ferro, nas raizes, e mesmo nos caules de certas plantas (milho por exemplo); sobre este efeito Willis, fez interessantes observações.

Nas plantas cobre está dessiminado em todos os tecidos, porem, principalmente nos germens das sementes; é essencial, pois segundo experiencias de Lipimam e Mackimey, são necessarias pelo menos 0,6 a 1,2 partes desse elemento por 10 milhões de solução do solo para que haja frutificação e formação de sementes.

Inúmeros outros cientistas verificaram a necessidade de cobre na vegetação.

Nos animais em alguns moluscos e crustaceos, cobre substitue ferro para produzir os fenomenos de oxido-redução do sangue (hemocianina); aos animais superiores, cobre é essencial em doses diminutas para a formação de hemoglobina, mobilizando ferro, estimulando assim a formação dos globulos vermelhos do sangue e toma parte ativa nos fenomenos da respiração.

M A N G A N Ê S

Nos solos com pH e rH altos, manganéz age como um catalitico de oxidação promovendo juntamente com ferro a energica oxidação das substancias organicas; em forma manganosa é assimilavel pelas plantas, porem, como compostos manganicos pode até causar disturbios de deficiência.

Nas plantas manganez é essencial para o seu crescimento; sua falta desequilibra o metabolismo dos glucídeos (produção de proteínas e gorduras), diminui a formação de clorofila e a formação do germen nas sementes torna-se nula.

Provoca e acelera a atividade das enzimas principalmente das oxidases que são indispensáveis no metabolismo das plantas.

Nos animais manganez é necessário para que os fenômenos de oxido-redução se realizem normalmente; ativa as enzimas, auxilia a respiração dos tecidos (oxido-redução), e nos animais superiores é essencial para a função das glândulas mamárias e para a reprodução.

Molibdenio, Zinco, Cobalto e Niquel.

Nos solos existem todos os elementos em quantidade muitas vezes infinitesimais; alguns ainda não mencionados antes, podem ter efeitos sobre a vida do solo; parece que molibdenio é essencial à existência das bactérias nitrificadoras, e zinco tem efeito útil sobre algumas bactérias, fungos e actinomicetos. Cobalto parece não ter efeito no solo; níquel age da mesma forma.

Nas plantas, molibdenio desempenha papel observável na fotossíntese, porém, poucos dados a esse respeito foram publicados; zinco é essencial às plantas e pelos distúrbios fisiológicos, causados pela deficiência parece que age na fotossíntese e na respiração das plantas,

Nos animais, zinco mostra ação no crescimento, na respiração dos tecidos e na formação e manutenção em boas condições do tecido epitelial.

Molibdenio é nocivo aos animais superiores; anula a lactação, diminui a reprodução e provoca distúrbios intestinais (o estudo de seus efeitos está no início).

Cobalto é absolutamente essencial à vida dos animais superiores, principalmente em presença de 15% de níquel; seu papel conhecido é promover a formação de glóbulos vermelhos, e, ipso facto, tomar parte em todas as funções do organismo.

Fluor, Selenio, Bromo, Titânio, Vanádio.

Nos solos, fluor é nocivo por tornar fósforo dificilmente assimilável em forma de fluorapatita; selenio, vanádio, bromo e titânio não tem efeitos conhecidos.

Nas plantas, fluor em pequenas quantidades é favorável a vegetação; o mesmo podemos dizer com respeito a titânio e vanádio; bromo não tem efeito conhecido e selênio que em pequenas quantidades pode substituir enxofre, é tóxico em grandes quantidades (15/1.000.000), salvo para vegetais característicos dos terrenos seleníferos.

Nos animais, fluor em pequenas quantidades (1 em 10^8), parece ser útil, porém, em doses de 1 em 10^6 já é prejudicial, causando distúrbios no tecido ósseo, chegando ao ponto de praticamente inutilizá-lo.

Selênio é de tremendos defeitos sobre os animais superiores; causa deformações no esqueleto, perda de pelos, cascos ou unhas deformados, distúrbios no metabolismo, principalmente dificuldade em assimilar proteínas, cujo enxofre foi substituído por selênio; bromo parece ser essencial aos processos digestivos; titânio e vanádio, parecem ser necessários aos animais superiores, e em alguns animais inferiores; Vanádio substitui cobre na hemocianina. Rádio e elementos radioativos, naturalmente existem em doses diminutíssimas no solo, porém o elemento radio-ativo mais importante é o isótopo do potássio com peso molecular de 40, e cuja proporção para potássio 39 e potássio 41 é de 1:8:885, o que permite ser potássio 40 o elemento radio-ativo mais abundante do solo, apesar da pequena quantidade.

Por estas rápidas observações verifica-se a importância da composição do solo que irá refletir sobre a vegetação e indiretamente sobre os animais.

EFEITO DA COMPOSIÇÃO DO SÓLO

SOBRE SUA VEGETAÇÃO

Os elementos (próteínas, lipídios e glúcidos) contendo pequenas quantidades desses elementos, são ingeridos pelo homem em cujo organismo irão ser transformados por meio de diversas reações químicas, produzindo energia e substâncias que irão entrar na composição das células que constituem seus tecidos; sem certos elementos minerais citados, seriam impossíveis a maioria dessas reações e a realização da maior parte dos fenômenos bioquímicos e fisiológicos; sem ferro, cobre, manganês e cobalto seria impossível a existência dos glóbulos vermelhos do sangue que são os transportadores de oxigênio, através das artérias e capilares, para todas as células dos tecidos dos órgãos que compõem o corpo humano, a fim de produzir as reações necessárias à vida.

Sem cloro não seria possível a digestão dos alimentos e sem iodo não haveria produção de tiroxina essencial ao bom funcionamento da glandula tiroide.

Fósforo e calcio, de mãos dadas, constroem o esqueleto que dá forma ao corpo humano e vão intervir em todas as reações necessarias ao metabolismo.

É principalmente a composição quimica do sólo que intervem no teor em minerais e porcentagem em substancias plasticas e dinamogenicas que afetam o valor bioquímico dos alimentos; em certos casos pode haver deficiencias de alguns elementos eem outros poderão estar presentes em excesso prejudicial.

Uma porcentagem acima de 2,7 partes de boro por milhão de sólo é nociva a maioria das plantas; as exigencias da vegetação quanto a cobre varia com a especie pois enquanto alfaca pede somente 2×10^8 partes em milhão de sólo a cultura de trigo pede 2×10^7 partes.

Iodo tão necessário ao homem, é obtido de produtos alimenticios que foram produzidos em sólos contendo 1×10^8 partes por milhão; cobalto, aparentemente desnecessario a vegetação, deve existir no sólo agricola em um teor de 1×10^6 partes por milhão, para que o homem obtenha dos produtos dele provenientes a quantidade desse elemento necessário para seu organismo.

Paul Lewis Fischer, da Univ. de Maryland fez culturas de experiencia para verificar o efeito no sólo dos chamados macro-elementos e verificou que excesso de calcio (soluvel) reduziu a produção de 50%; de magnesio a 60; de potassio a 70%; do nitrogenio, quanto a semente e frutos, impediu a produção; de fosforo reduziu a 90%; e de enxofre a 20%; alem de reduzir a quantidade da produção diminue a qualidade pois laranjas em sólos adubados com excesso de sais de potassio tornam-se esponjosas e com pouco sumo.

Vai ser mencionado o melhor meio de corrigir os sólos para torna-los industrialmente aproveitaveis; antes porem torna-se interessante e util transcrever algumas observações sobre a influencia da composição do sólo sobre os generos nele produzidos.

Efeito de vários solos sobre a composição
de vários produtos (Favio)

Tipo de solo	Oxido de potassio		Oxido de Calcio		Oxido de Magnésio		Acido Fosfor.	
	Solo	Aveia	Solo	Aveia	Solo	Aveia	Solo	Aveia
Barrento	2,07%	20,60%	0,82%	3,18%	0,68%	6,72%	0,10%	27,78%
Argiloso	1,97%	18,87%	0,84%	3,07%	0,78%	6,78%	0,09%	25,31%
Arenoso	1,53%	19,08%	0,41%	3,05%	0,41%	6,88%	0,05%	24,57%
Humoso	0,90	19,15%	0,43%	3,08%	0,31%	7,46%	0,09%	27,61%

Humus torna os elementos minerais bastante mais assimiláveis.

Calcio e fósforo em alfafa crescida em tipos diferentes de solos do West Virginia, e cortada no mesmo período vegetativo

No solo de Kale P₂O₅ solúvel 16 p.p.milhão e pH-6,83
 Solo Holston P₂O₅ ? e pH - 6,83 e solo Hargettown 25
 9 p.p.m. e pH - 6,20

Corte	Ca				P			
	Solo De Kale	Solo Holston	Solo Hargettown	Solo De Kale	Solo Holston	Solo Hargettown	Solo Hargettown	
1º Corte	2,80%	3,22%	1,92%	0,184%	0,166%	0,139%		
2º Corte	1,83%	1,98%	1,43%	0,324%	0,245%	0,171%		
3º Corte	2,18%	2,15%	1,79%	0,268%	0,240%	0,195%		
Média	2,28%	2,45%	1,71%	0,25%	0,217%	0,168%		

A quantidade de P₂O₅ assimilada varia sem aquela do solo 25

Quantidades relativas de macro-elementos absorvidos por certos produtos agricolas em solos diferentes:

Porcentagem em material seco a 100°C.

PRODUTO	K	Ca	Mg	P	S
Alfafa	0,55-4,29	0,59-4,15	0,17-0,37	0,14-0,51	0,24-0,96
Milho	0,22-0,92	0,06-0,45	0,09-0,27	0,23-0,80	0,04-0,30
Aveia	0,28-0,73	0,05-0,19	0,06-0,29	0,15-0,29	0,07-0,29
Arroz	0,32-0,48	0,057-0,138	0,14-0,17	0,29-0,43	
Batatas	0,05-3,96	0,017-0,140	0,05-0,23	0,11-0,49	0,6-0,42
" doce	0,68-1,74	0,04-0,15	0,11-0,21	0,06-0,22	
Repolho	1,03-9,02	0,41-1,78	0,02-0,38	0,13-0,77	0,82-1,91
Trigo	0,29-0,62	0,05-0,112	0,09-0,29	0,15-0,54	0,10-0,29
Tomates	1,88-5,88	0,08-0,48	0,13-0,59	0,29-0,84	0,14-0,45

A diferença em teor é devida muitas vezes à variedade da especie vegetal; em diversas variedades de batatas foi verificado que, sendo todos os outros factores identicos, houve algumas que absorveram 3 vezes mais calcio, outras 30% mais magnesio e outras 30% mais acido fosforico; potassio foi assimilado em quantidades quasi iguais.

As condições climatericas tambem influem algum tanto mas principalmente sobre o rendimento da colheita.

Das condições geograficas depende muito o rendimento de uma cultura e suas qualidades, porem as analises acima referem-se a produtos cultivados em habitat proprio.

Teor de micro-elementos em vários produtos
calculado em Mgs / kilogramo

Elementos	Boro	Cobre	Cloro	Iodo	Ferro	Manganez
Alfafa	4-25	4-15	0,01-1,74	69-385	161-1000	37-67
Aveia				10-175		
Batatas	2-16	5-24	0,02-0,19	7-446	28-105	7,42
Feijão	4-42	6-10			79-210	22-51
Milho		4-17		63-650	25-50	5-19
Trigo		5-9	0,02-0,19		65-140	

Trigo contem 19-100 Mg/kilo de Zn.

Alfafa contem traços de cobalto 18-1300 de bario e 1,9 - 6,4 de bromo.

Hervas da Nova Zelândia contem 0,28 - 4,6 de cobalto e Blue Grass de Kentucky contem 1,5 de cobalto.

Pelos quadros acima está evidenciado grande diferença na composição da parte mineral de produtos agrícolas e esta depende do solo que precisa ser melhorado para que o teor dos elementos necessarios ao homem e aos animais seja suficiente para evitar qualquer deficiência no organismo.

O processo para realizar esse desideratum vai ser passado em revista nas linhas seguintes.

Já foi especificado, várias vezes que os produtos de origem vegetal contem em determinadas proporções os nutrientes existentes no solo, em sua maioria dissolvidos na fase liquida; o seguinte quadro apresenta a composição de extratos aquosos de solo e sua produtividade relativa;

Produtividade Classificação	Média dos extratos aquosos - Partes/ milhão					
	Aveia	K ₂ O	CaO	Mg O	P 25	NO 3
Boa	88,4	57	127	40	12	146
Bca	86,5	48	48	8	5	131
Bca	84,0	66	52	25	3	120
Media	70,4	54	118	43	7	141
Fraca	56,2	52	45	23	5	88

A produção é em alqueires por acre (4.000 metros ²).

A composição desta solução é bastante importante para avaliar a qualidade de um solo, porém não deve ser esquecido que sendo uma solução saturada de alguns nutrientes pouco solúveis tais como certos compostos de fósforo, a medida que são retirados pelas plantas, outras quantidades entram imediatamente em solução; isto explica que uma solução de solo contendo apenas 3 partes por milhão promove uma produtividade boa; o grau de solubilidade depende também da acidez do solo, da base combinada com ácido fosfórico e da textura de suas partículas; si está em forma de colóide apresenta uma superfície enorme aos agentes dissolventes e aos reagentes do solo (Ca (HCO₃)₂, CO₂, K₂CO₃ etc.); há portanto uma relação entre os componentes dissolvidos na solução e os que estão na fase sólida prontos para ir mantendo continuamente a saturação em nutrientes; o que regula portanto a qualidade de um solo, não é a quantidade de nutrientes encontrados nele em uma análise por processo de fusão ou atacados por ácidos de concentração e força variável, nem também aquela encontrada nos seus extratos aquosos, mas o teor em nutrientes insolúveis que podem entrar em solução para manter determinada concentração de elementos necessários as plantas; devido a esta razão é que atualmente dão muita importância a processos de reconhecimento da qualidade de um solo por meio da germinação e crescimento de certas sementes (aveia, trigo) em amostras de solos (processo Neubauer).

Comparação de vários métodos de análises de solos (Burd).

Porcentagens	K ₂ O	Ca O	Mg O	P ₂ O ₅	NO ₃
Sólo de boa qualidade análise por fusão	1,98	1,48	2,66	0,23	
Digestão com HCl de D - 1,115	1,05	1,43	2,46	0,22	
Extração com ácido cítrico a 1%	0,04	0,45	0,22	0,10	
Extração com água p.p.m.	57	127	40	12	146
Sólo pobre-Análise por fusão	1,85	1,50	3,57	0,21	
Digestão com HCl de D - 1,115	0,89	1,48	3,32	0,20	
Extração com um ácido cítrico a 1%	0,04	0,42	0,14	0,07	
Extração com água p.p.m.	52	45	23	5	88

É evidente que é a composição do extrato aquoso que determina a qualidade do solo; sem dúvida os nutrientes do solo pobre, devido a forma em que estão combinados ou às condições físicas (grau de dispersão das partículas) ou às condições físico-químicas (pH tipo do complexo coloidal), não podem aumentar a concentração da solução; entretanto pelos processos gerais de análise química os dois solos são praticamente iguais em teor de nutrientes sendo somente a quantidade de nitrogênio mais baixa porém suficiente para as culturas; é verdade que nessas composições não consta o teor em micro-elementos.

Visto estas considerações é preciso examinar os processos para tornar um solo pobre aproveitável; não é aconselhável o uso dos adubos denominados completos contendo determinadas porcentagens de todos os nutrientes e sem levar em conta o tipo de solo; o emprego desses adubos em grande número de casos vai causar dissabores ao lavrador e ao industrial que os fabrica; em minha mocidade, como técnico de uma dessas indústrias, tive ocasião de verificar os inconvenientes; eram distúrbios causados por excesso de algum nutriente, que arruinavam uma cultura ou não produziam efeito porque eram aplicados em solo que requeria outros tipos de adubos, isto é, ácido fosfórico, em forma diferente ou nitrogênio em forma de nitrato e não de composto amoniacal; economicamente então, é um grave erro adicionar-lhe um nutriente que já possui em quantidade suficiente.

É preciso avaliar o grau de origem em nutrientes aproveitáveis em curto prazo pela vegetação, para que a exploração seja lucrativa com uma produção rendosa e produtos de boa qualidade.

Para esse fim lança-se mão de vários processos; se o tempo não é fator de importância, planta-se determinadas culturas em pequenas áreas do terreno, bem trabalhadas, e examina-se a vegetação para verificar se mostram sinais de deficiência; terminando o ciclo vegetativo verifica-se o rendimento da colheita e procede-se a análise química dos produtos úteis e das partes inaproveitáveis; assim será obtido um quadro real da composição do solo; uma análise da vegetação silvestre que aí cresce não serve pois o seu poder de assimilação de nutrientes pouco solúveis geralmente é maior (segundo experiências de L.H. Rogers, O. E. Gallo e R. M. Barnette e cujos resultados foram publicados no "Soil Science" de Março de 1938).

No caso de ser necessário, iniciar logo a lavoura procede-se a uma análise do solo pelo processo Neubauer; planta-se em amostras do solo, cuidadosamente colhido, sementes de vegetais de crescimento rápido.

do (trigo, aveia), e no fim de poucos dias, quando as plantas já usaram material nutriente a ser reconhecido, procede-se à sua inceneração e dosagem dos elementos presentes em suas cinzas, a maioria das vezes por processos de espectro-análise; o nitrogênio do solo pode ser dosado por processos químicos; pode-se também usar com cautela, processos rápidos de análise química usando como dissolvente dos nutrientes solução ácida bem diluída ou tamponizada.

É possível também, recolher amostras das terras em vasos e aí proceder a experiências de culturas; em seguida deve-se verificar o grau de acidez, pH, a estrutura do solo e do sub-solo para verificar o coeficiente de permeabilidade.

Si a estrutura é boa porque o horizonte A é regularmente permeável e o B pouco menos, ou o horizonte A muito permeável e o B muito menos resultará um solo aplicável a culturas que exigem solos francos, si o horizonte A é muito pouco permeável será um solo argiloso pesado que servirá para outras culturas; um solo permeável com horizonte B profundo e pH próximo a 7 servirá para culturas como o café,

Já foi visto que as argilas do complexo coloidal, principalmente do tipo montmorilonítico, permutando as bases adsorvidas por H tornam-se ácidos, podendo chegar a pH 3; este estado físico-químico do solo não é muito favorável porque a maioria das culturas não toleram pH > 4,8; esta condição está quasi sempre ligada à presença de matéria orgânica e arejamento deficiente ou então à grande permeabilidade e muita chuva que eliminará as bases adsorvidas substituindo por H como mostra a seguinte reação:



Para melhorar estes solos, no primeiro caso deve-se melhorar o arejamento do solo, por drenagem e caldagem com cal ou carbonato de cálcio e no segundo caso emprega-se adubo orgânico ou adubação verde para aumentar o sistema coloidal do solo auxiliada por aplicações moderadas e prolongadas de carbonato de cálcio ou emprega-se adubos de fundo básico como cianamida cálcica, ureia, escórias de Thomas e sucedâneos, fosfatos Rhenânia, tetrafosfatos e para potássio, si possível, escórias potássico-fosfatadas; neste caso não deve ser usado Salitre do Chile, sulfato de amônia e os sais de potássio solúveis devem ser usados com moderação pois todos esses compostos serão lixiviados com rapidez; superfosfatos retrogradarão pois sempre há ferro e alumínio disponível para formar os respectivos fosfatos algum tanto solúveis no pH baixo.

Em solos cujo pH é maior que 7 melhora-se as condições acrescentando enxofre ao solo ou adubando com sulfato de amônia, sulfato de potássio, superfosfato, fosfatos precipitados e adubos orgânicos.

É preferível para a maioria das culturas um pH entre 5,0 e 6 e para culturas que preferem pH 7, deve-se evitar pH 7,5 pois dificultará a solubilidade dos fosfatos de cálcio em presença de CO_2 .

Nossos lavradores melhoram o pH de solos ácidos procedendo às tão combatidas queimadas, que apesar de inúmeros inconvenientes, entrega aos horizontes A as bases trazidas do horizonte B e C e corrige um pouco o solo; traz também os micro-elementos necessários às culturas.

Se a capoeira ou mata não está demais seca a destruição do húmus não é grande e o pH elevado a mais de 5 na parte superficial do solo irá permitir uma vida bacteriana intensa.

Depois de verificado o pH do solo e escolhido o processo para modifica-lo, se for preciso, é conveniente conhecer a composição química do solo, principalmente o teor em óxido de ferro e de alumínio que em pH próximo à neutralidade formam fosfatos muito pouco solúveis e em seguida deve-se escolher a composição e quantidade do adubo mineral para corrigir as deficiências; estas revelam-se na seguinte forma:

DEFICIENCIA DE NITROGENIO

- 1 - As plantas crescem lentamente e suas folhas são amareladas.
- 2 - As folhas das arvores caem prematuramente.
- 3 - As folhas inferiores das plantas de milho queimam
- 4 - As plantas produzem sementes prematuramente.

DEFICIENCIA EM ÁCIDO FOSFÓRICO

- 1 - As plantas são atrofiadas e de cor verde-pálida
- 2 - Os cereais demoram para produzir grão e amadurecer.

- 3 - O rendimento de legumes é baixo.
- 4 - As folhas dos tomateiros e pecegueiros são arroxeadas

DEFICIENCIA EM POTÁSSIO

- 1 - As folhas inferiores da alfafa possuem pequenas manchas brancas.
- 2 - As folhas do algodoeiro tornam-se pardo-avermelhadas e secam prematuramente.
- 3 - As folhas de batata tornam-se enrugadas e dobram-se para baixo nas beiradas.
- 4 - As folhas das plantas de milho secam nas beiradas e a cor verde entre as veias torna-se esbranquiçada

Uma solução de sólo rico contém 57 partes de K_2O /milhão; 127 de CaO /milhão; 12 de P_2O_5 /milhão e 146 de N.

Mas é preciso calcular uma quantidade de adubo maior que a necessária para fornecer tais porcentagens porque em primeiro lugar é possível que a fase sólida não possa fornecer muito nutriente e em segundo lugar porque parte desse adubo ficará adsorvido no complexo coloidal; potássio irá permutar de lugar com cálcio e parte do ácido fosfórico será adsorvido ou poderá retrogradar; de passagem, é bom lembrar que nas provas de solos pelo sistema Neubrauer, os resultados são baixos para solos cujo horizonte B é muito espesso, como a maioria de nossas terras roxas, e cuja estrutura permite às raízes das plantas penetrarem com certa facilidade a profundidades bastante grandes para aproveitar os nutrientes espalhados no grande volume do sólo disponível; ao calcular a quantidade de nutrientes a adicionar ao sólo deve-se tomar em consideração este fato.

Em solos rasos, o cálculo é mais simples.

No início da exploração de um sólo pobre é necessário acrescentar uma quantidade maior de nutrientes para compensar as perdas acima mencionadas e as que serão arrastadas por lixiviação; esta parte depende da estrutura do sólo e das condições climáticas e em seguida somam-se os elementos nobres retirados do sólo pela cultura; uma vez saturado o complexo coloidal pode-se diminuir a quantidade de adubo para ser empregado.

A forma em que os compostos contendo potássio, fósforo e nitrogênio devem ser empregados para suprir deficiências dependem do estado físico-químico e composição química do solo; os principais compostos ou produtos que podem fornecer esses elementos são:

Nitrogênio que é um elemento essencial as plantas pois desempenha papel insubstituível no desenvolvimento e funções de seu protoplasma e cuja deficiência torna a produção muito baixa, pode ser aplicado em forma de compostos amoniacais, nitratos, cianamida cálcica, uréia e em forma de substâncias orgânicas tais como os resíduos da prensagem de sementes oleaginosas (tortas, farelos), resíduos ou produtos de matadouros impróprios para o consumo humano (sangue seco, tankage), farinhas de peixe, lixo fermentado e esterco de animais.

Sob a forma de sulfato e cloreto de amônio deve ser empregado em solos neutros ou ligeiramente alcalinos (em um $\text{pH} < 6$ pode ser usado), porque tende a produzir íons SO_4 ; é transformado por bactérias em nitratos e nitratos, entra para o complexo coloidal por adsorção em permuta de base; nitrato de amônio é adubo concentrado contendo nitrogênio em forma amoniacal e de nitrato; absorve humidade do ar e forma massas duras; sofre as mesmas modificações das anteriores assim para os outros compostos amoniacais.

Os nitratos são sempre muito solúveis em água e entram em reações de permuta de bases; os de cálcio e de potássio são muito úteis ao passo que KNO_3 é constituído de dois elementos nobres que de qualquer forma enriquece o solo, o nitrato de cálcio além de nitrogênio contém cálcio necessário a vegetação e que tem a propriedade de flocular o solo; nitrato de sódio, ou salitre do Chile, contém nitrogênio, porém sua base, sódio, é bastante inconveniente no solo, pois na permuta de bases vai expelir potássio ou cálcio e dispersa o complexo coloidal; em solos como nossas terras roxas, este composto deve ser usado com muita cautela; cianamida de cálcio produz amônia que combina com o CO_2 , ou fixa-se nos ácidos presentes; deve portanto ser usado em meio ácido pois fornece duas bases (cal e amônia).

Os produtos orgânicos já mencionados que fornecem nitrogênio tem a vantagem da pouca solubilidade em água mas decompõem-se sob o efeito da vida microbiana do solo, vão fornecendo paulatinamente esse elemento e outros sempre presentes em maior ou menor proporção; tem grande vantagem de fornecer matéria orgânica (em pequena quantidade).

É aconselhado o uso em solos deficientes, de uma combinação de compostos amoniacais ou nitratos e

matérias orgânicas nitrogenadas, que tem a vantagem de fornecer imediatamente pequena dose de substância solúvel para uso imediato e outra quantidade para fornecimento a longo prazo.

O segundo dos elementos nobres em importância é o fósforo que é denominado a coluna mestra da agricultura; de fato, sua deficiência é a que causa mais baixos rendimentos na produção.

Todas as células vivas contêm fósforo em combinação no protoplasma; nos animais é também constituinte essencial dos ossos.

Sua deficiência faz-se sentir principalmente nos solos ácidos contendo pouca matéria orgânica, onde ele é facilmente imobilizado formando compostos muito pouco solúveis com alumínio e ferro, porém em outros solos também faltará após muitos anos de lavoura intensa; é fornecido em forma de compostos formados de fosfatos de cálcio natural, pulverizado finissimamente ou atacado por ácido sulfúrico ou fosfórico a fim de transformar em fosfatos bi ou monocalcicos mais solúveis; estes compostos possuem reação ácida e são modificados no solo produzindo substâncias pouco assimiláveis pelas plantas; para evitar este inconveniente estão procurando neutralizar ou transformar esses compostos em superfosfatos de amônio ou potássio; melhor resultado porém é o tratamento dos fosfatos naturais em altas temperaturas, com bases alcalinas ou alcalino-terrosas resultando uma espécie de escória que moída finissimamente cede às plantas, em uma maneira gradual, o ácido fosfórico contido.

De composição aproximada são as escórias metalúrgicas da produção do aço; são obtidas no tratamento desse produto por substâncias básicas a fim de eliminar o fósforo nelas contido; sua composição é algum tanto variável, porém dentro de pequenos limites; seu uso é indicado para solos ácidos, pois fornece, além do fósforo, certa quantidade de cálcio; segundo Willis, é útil pelo silicato de cálcio contido; mesmo em solos ricos em matéria orgânica é de grande utilidade.

Em forma de ossos autoclaveados, ossos moídos (farinha), cinzas de ossos, pode corrigir a deficiência de um solo em fósforo.

Substâncias orgânicas mencionadas como fornecedoras de nitrogênio, contêm também fósforo em forma orgânica muito útil às plantas.

Potássio é outro elemento indispensável para as plantas e influe diretamente na qualidade dos produtos agrícolas; sua falta torna a produção do carboidratos deficiente e portanto tubérculos, raízes contendo

amido e sementes de cereais resultam de má qualidade; intervem na fotosíntese e influe portanto nas partes verdes dos vegetais; pela ação sobre os carboidratos regula a produção das proteínas; é adicionado aos solos pobres sob a forma de sais solúveis, como escória potássico-fosfatada, como cinzas e existe nas materias orgânicas de origem vegetal usadas como adubos tais como tortas oleaginosas.

Em forma de sais solúveis reage no solo realizando permutas com bases adsorvidas; causa dispersão no complexo coloidal e perde-se em parte na lixiviação do solo; as escórias potássico-fosfatadas tem a vantagem de neutralizar os solos ácidos e ceder o potássio gradativamente.

As cinzas das queimadas tem grande valor ao solo devido ao potássio contido, proveniente do sub-solo e assimilado pela vegetação derrubada.

Entre os adubos compostos contendo nitrogênio, fósforo e potássio foram mencionadas várias substâncias orgânicas de origem animal e vegetal que decompondo-se no solo podem fornecer esses elementos aos vegetais.

São substâncias que comportam-se como os corpos de organismos mortos e resíduos provenientes da matéria viva ou de produtos dela originados e que vão constituir a matéria orgânica do solo, juntamente com os micro-organismos que aí vivem a sua custa, os transformando para formar substâncias necessárias a sua vida.

Além de desempenhar papéis úteis no solo, como a produção de CO_2 , assimilação do nitrogênio do ar, transformação de compostos amoniacais em nitratos, trans formação de matéria orgânica de origem animal (proteínas) em compostos nitrogenados mais simples, estas bactérias e protozoários entregam ao solo resíduos de seu metabolismo e suas células mortas.

Quimicamente essa matéria orgânica é de composição muito complexa; contem carboidratos (celulose e outros), proteínas, gorduras, ceras, resinas e seus produtos de composição que se processam em vários estágios; a fase final destas reações que são, em última análise, de oxidação, é a produção de água, anidrido carbônico, um pouco de nitrogênio, amônia, hidrogênio, metano, H_2S , SO_2 e a parte mineral em forma de sais; estas substâncias vão desempenhar funções de relevante importância no solo.

Um destes estágios da transformação desta matéria é a formação de humus, que é uma mistura de vários compostos formados pela decomposição parcial das substâncias orgânicas mais resistentes aos agentes de oxi-

dação; muitas vezes essa reação realiza-se em condições pouco propicias devido a falta de arejamento do solo ou excesso de agua que dificultam a ação dos micro-organismos e o resultado é a formação dessa substancia, ainda bastante rica em carbono e hidrogenio e na qual a materia organica perdeu todos os seus caracteres morfológicos transformando-se em um material homogêneo, amorfo e escuro de composição quimica algum tanto variavel.

Sendo um dos estágios na decomposição da matéria orgânica, humus não é de composição estável e sua oxidação vai se processando mais ou menos lentamente, de acordo com as condições físicas, fisico-químicas e químicas do ambiente que vão se modificando naturalmente ou pela mão do homem.

Humus é uma substancia que intervem no sistema do solo para modificar sua composição quimica e estrutura adaptando-o melhor para manter a produtividade; está ligado a parte coloidal cujo dinamismo, já foi bastante mencionado e sua decomposição final entrega a vegetação nutrientes úteis que nele estavam combinados quimicamente ou adsorvidos.

Liga-se facilmente com argila, formando um todo homogêneo difícil de separar, e disso depende sua capacidade em modificar o solo provocando a formação de uma estrutura granular muito propicia a permeabilidade do solo, a vida microbiana e ao desenvolvimento das plantas; tem a propriedade de absorver grande quantidade de agua retendo-a com tenacidade, e devido as suas propriedades ácidas fixa bases evitando sua perda por lixiviação; devido a favorecer a quantidade de vida microbiana, produção elevada de CO_2 , transformação do enxofre em SO_2 e possivelmente, devido as suas propriedades adsorventes, e capacidade de permutar, torna assimilaveis muitos nutrientes antes em forma insolúvel; um efeito importante é reduzir compostos ferricos e manganicos a forma minima tornando-os mais acessiveis a vegetação.

O efeito do humus é portanto importantissimo na agricultura; quando o solo não o contem naturalmente, é mister adicionar-lhe em certas proporções; os residuos industriais, antes mencionados, so podem ser adicionados em pequena quantidade devido ao preço elevado e a alta concentração em nutrientes.

Faz-se mister um produto mais economico e possuindo maior teor em substancias organicas em relação aos nutrientes; o mais usado é o esterco dos animais domesticos, constituido pelos excrementos, sólidos e líquidos, e pela palha usada como cama; este material deve ser submetido a determinadas condições e manipulado para permitir as reações que levarão a matéria orgânica,

pelo menos em sua maior parte, a forma de humus; além dessa fonte de matéria orgânica existem outras, tais como o lixo das cidades, que depois de selecionado pode ser submetido a fermentação semelhante a que se realiza no esterco.

Para evitar a parte anti-higienica desta, quando feita ao ar livre, pode-se usar camaras fechadas tais como os silos zimotermicos Becari; os residuos vegetais das explorações agricolas podem tambem serem transformados em materia organica humica; sem duvida o mais economico dos processos usados para esse fim é o denominado "Processo Indore", muito usado na India e que espalhou-se por muitos países; este processo consiste em misturar os detritos, como folhas, palhas, ramagem de feijão, caules do milho, cascas de arroz algum tanto calcados e acumulados em uma fossa, numa altura de um metro; em falta de fossa pode ser sobre a superficie, formando medas; essa espessura total é formada por camadas de 15 centimetros, humedecida e impregnada de terra humedecida com urina de animais; pode ser como a cama dos estabulos colocada numa espessura de 2 - 5 cms. e sobre os residuos coloca-se toda a cinza de vegetais que pode ser obtida; esta accumulção de matéria organica é humedecida de maneira continua mas moderadamente.

Outros processos enriquecem o "compost" resultante, em nutrientes minerais adicionando sais de potassio, farinha ou cinzas de ossos, fosfatos naturais em presença muitas vezes de enxofre.

A composição de um "compost" ou esterco bem curtido varia muito; contem 0,32 a 0,72 de nitrogenio; 0,32 - 0,97 de potassio e 0,19 - 0,78 de acido fosforico; a quantidade de que deve ser usado no solo depende daquela de matéria organica já aí existente, porem é sempre grande para que os efeitos sejam benéficos; podem ser usados em combinação com adubos quimicos e a vantagem será grande porque agirá como reguladora do fornecimento de nutrientes ás plantas, evitando efeitos toxicos a vegetação e perdas excessivas por lixiviação.

Na falta desses meios ou por julgar mais adequado, há ainda o processo de adubação verde, que consiste em enterrar ainda verde determinada vegetação, principalmente leguminosas, portanto ricas em nitrogenio, o que decompndo-se no solo, em condições propicias, fornecerá matéria organica que se transformará em humus.

Nas condições da agricultura da atualidade a matéria organica é de grande importancia; aumenta muito o rendimento das colheitas, conservando o solo em melhores condições fisicas e quimicas.

fontes que já discuti em trabalhos publicados (3º Congresso Sul Americano de Química), e que sem dúvida tem grande importância no aproveitamento industrial dos solos.

Fala-se atualmente muito de culturas em soluções nutrientes e em areia com elas irrigadas intermitentemente; os resultados em quantidade e qualidade são realmente de primeira ordem, porém economicamente ainda não é vantajoso na maioria dos lugares que dispõe de solos e condições climáticas apropriadas.

C O N C L U S Õ E S

- 1 - Um solo em condições físicas favoráveis, cuja composição química contém macro e micro-elementos em quantidade suficiente para o desenvolvimento normal da vegetação, produzirá gêneros alimentícios em ótimas condições de rendimento e de qualidade adequada para a boa constituição e bom funcionamento do organismo; em pastagens crescidas nesses solos, os animais obterão também todas as substâncias necessárias para que os produtos que deles o homem utiliza (carne, laticínios) correspondam ao fim a que se destinam.
- 2 - É possível, pela adição de compostos minerais corrigir certas deficiências em gêneros alimentícios provenientes de solos pobres; economicamente, porém o caso não fica resolvido, porque nessas condições de cultura, o rendimento da produção é baixo, sobrecarregando o custo da mercadoria, que necessitará ser vendida por maior preço, elevando assim o valor unidade de proteína, carboidrato, gorduras ou vitaminas e minerais.
- 3 - Em nossa terra, a alimentação principalmente das classes trabalhadoras é bastante deficiente, notadamente em cálcio e fósforo, segundo excelentes e cuidadosos estudos feitos por patricios nossos; para corrigir esse estado de coisas é necessário que os alimentos ricos em proteínas sejam acessíveis a essa classe, e para esse fim é mister que possuam por unidade de peso o máximo possível do fator alimentício e sejam produzidos com o máximo de rendimento.
- 4 - Para esse fim é necessário que os solos sejam mantidos em condições de ótima fertilidade usando os adubos químicos e orgânicos necessários.
- 5 - Devemos promover o desenvolvimento da fabricação de adubos químicos; nossa apatita merece especial atenção principalmente tornada mais assimilável pelos modernos processos de tratamento com bases alcalinas ou alcalino-

B I B L I O G R A F I A

- E. John Russel - Soil Condition and Plant Growth
- C.E. Millar and L.M. Turk - Fundamentals of Soil Science
- Hans Jenny - Factors of Soil Formation
- Selman A Wksman and Robert L. Starkey - The Soil and The Microbe
- A.G. Mc Call - Studies of Sils
- C. E. Marshall - Colloids in Agriculture
- Yearbook of Agriculture - Soil and Men
- Archimedes Pereira Guimarães - Ensaio sobre a Quimica dos Alumino-silicatos
- B.B. Polynov, D. Sc. (Geol) - The Cycle of Weathering
- H. Salmang - La Ceramique
- Selman A. Wasksman - Humus
- A Symposium on Hunger Signs in Crops
- III Congresso de Química - Química Agrícola
- Bibliography of References to the Literature on The Minor Elements
- Third Edition and supplements
- Proceedings - The Soil Science Society of Florida 1940 e 1942.
- Proceedings - Soil Science of America - 1943
- C.V. Garola - Engrais
- Ch. Pluvinage - Industrie et Commerce des Engrais
- J. Dumont - La Technique des Engrais
- D.R. Hoagland - Lectures on the Inorganic Nutrition of Plants
- Firman E. Bear, Ph. D. Soils and Fertilizers
- Gilbart H. Collings, Ph. D. Commercial Fertilizers.
- H.A. Spoehr - Photosynthesis

- Edwin C. Miller - Plant Physiology
- Maurice Déribéré - Les applications industrielles du r H
- Yearbook of Agriculture - Keeping Livestock Healthy
- Yearbook of Agriculture - Farmers in a Changing World
- Henry C. Sherman and C. Sherman Lanford - Essentials of Nutrition
- The Journal of The Ministry of Agriculture; Vol. XLV n° 5.
- Henry C. Sherman - Food and Health
- Henry C. Sherman - Chemistry of Food and Nutrition
- Esther Peterson Daniel and Hazel E. Munsell - Vitamin Content of Foods
- A Compilation of the Vitamin, Values of Foods in Relation to Processing and Other Variants
- K. C. Beeson - The Mineral composition of crops With particular reference to the soils in which they were grown A review and compilation
- Henry C. Sherman - Food Products
- Yearbook of Agriculture - Food and Life
- Yearbook of Agriculture - Climate and Man
- Annual Review of Biochemistry - 1940 - 1943
- Robert S. Harris - and K. V. Thimann - Vitamins and Hormones - Volume I e II.
- H.C. Sherman and S.L. Smith - The Vitamins
- H. R. Rosenberg - Vitamins
- A symposium The Vitamins
- Inst. International de Chimie de Solvay - Les Vitamines et les Hormones
- Etudes et Recherches sur les Phytohormones
- A symposium on The Structure of Protoplasm
- Biological Effects of Radiation - vol. I e II.
- P. Rondani - Compendio de Bioquímica.

- G.S.Fraps, Ph. D. Principles of Agricultural Chemistry
Dutcher and Halley - Agricultural Biochemistry
Lohnis and Fred - Text book of Agricultural Bacteriology
Method and procedure of soil analysis used in the division of Soil Chemistry and Physics.
W.H. Fry - Petrographic Methods for Soil Laboratories
Francis E. Hance - Soil and Plant Material Analyses by Rapid Chemical Methods - III. II o I.
Comparison of Various Chemical Quick Tests on different Soils
E.F.Snyder - Methods for determining The Hydrogen- Ion concentration of Soils.
The Vitamin A requirements of Hens for Egg Production
The Quantities of Vitamin a required by Growing chicks
Vitamin a Deficiency - A cause of Lameness and Death Among Swine
C.M.Mc Cay - Chemical Aspects of Aged
C.M. Mc Cay - Diet and Aging
C.M. Mc Cay - Seven Centuries of Scientific Nutrition
The Relation of the Color and Carotene Content of Butter Fat to its Vitamin A Potency
C.H.Hunt, P.R.Record, and R.M. Bethke - The influence of the stage of Maturity on the Chemical composition and the Vitamin B (B₁) and G, content of Hays and Pasture Grasses
R.H. Walker and P.E.Brown - The Effects of Lime on the Hydrogen - Ion concentration and Base Exchange complex of Grundy Silt Loam.
B.D.Wilson and E.V. Stacker - Ionic Exchange of Peat Soils
M.B. Sturgis - Changes in the Oxidation - Reduction Equilibrium in Soils as Related to the Physical Properties of the Soil and the Growth of Rice.
Availability of the Phosphoric Acid of Finely - Divided Rock Phosphate.
L.E.Miles - Effect of Potash Fertilizers on cotton Wilt

Albert R. Merz - Production and Agricultural use of Sodium Nitrate.

R.M. Smock - Some Physiological Studies With Calcium Cyanamida and Certain of its Decomposition Products

Basil E. Gilbert and Frederick R. Pember - A Study of the Availabilitly of Ammohiated Super-phosphate and Various Unusual Phosphatic Carriers by Means of Vegetative Pot Tests.

Royster, Clark, Hignett e outros - Blast - Furnace Processes For The Productions of Phosphatic and Potassic Fertilizer Materials.

Lela E. Booher - The Vitamin B₁ content of Foods in Terms of Crystalline Thiamin

W.C. Bornes - Effects of some Environmental Factors on Growth and calor of carrots

I.L. Hathaway and H.P. Davis - The Vitamin A content of Sour Cream Butter, Sweet Cream Butter and Margarine.

J.S. Mc Hargue and R.K. Calfee - The necessitu of Minor Elements for the Growth of Tomatoes in a Poor Soil.

V.G. Heller M. Jones e Lee Pursell - Iodine content of Oklohoma Vegetables - Exp. Sta. Bull n° 229).

J.S. Mc Hargue - (Kentucky Acad. of Science, vol). The Proportion and Significance of Copper, Iron, Manganese and Zinc in some Molusks and Crustaceans

J.S. Mc Hargue (J. Am. Chem. Soc. vol. XXXVI n° 12) - The occurence and significance of Manganese in the seed coat of various seeds.

J.S. Mc Hargue (J. Agr. Res. vol. XXIV n° 9) - Effect of diferent concentrations of Manganese sulfate on the growth of Plants in acid and natural soils and the necessity of Manganese as plants nutrients.

J.S. Mc Hargue - (J. Agr. Res. vol. XXVII n° 6) - The Association of Manganese, with vitamins.

J.S. Mc Hargue (J. Agr. Res. vol. XXX n° 2) - The occurrence of copper, Manganese, Zinc, Nickel and Cobalt in Soils Plants and Animals and their possible function as vital factores.

J.S. Mc Hargue (American J. of Physiology, vol. LXXXII n° 3) - The association of copper with substances containing the fat soluble A Vitamin.

J.S. Mc Hargue (J. Amer. Soc. Agron. vol. 17 n° 6) - The significance of copper, manganese and zinc in forage crops and foods.

J.S. Mc Hargue (J. Ind. & Eng. Chem. vol. 18 n° 2) - Manganese and plant growth.

J.S. Mc Hargue - (Am. J. of Physiology, vol. LXXVII n° 2) - Further evidence that small quantities of copper, manganese and zinc are factors in the metabolism of animals.

J.S. Mc Hargue - (J. Ind. & Eng. Chem. vol. 19 n° 2) - Kentucky Blue Grass.

J.S. Mc Hargue - Transactions of the Kentucky Academy of Science - Metals in plants - Their importance to humans.

J.S. Mc Hargue - D.J. Healy and E.S. Hill (J. Biol. Chem. Vol. LXXVIII n° 3) The relation of copper to the hemoglobin content of rat blood, Preliminary report.

J.S. Mc Hargue - J.A.O.A.C., vol. XII n°s. 1 e 2, XXVI n° 4, VI n° 2, XIX n° 2) - Report on less common metals in soil.

J.S. Mc Hargue and O.M. Shedd - (J. Am. Soc. Ag. Vol. 22 n° 8) The Effects of Manganese, copper, zinc, iron and arsenic on the growth of cats.

J.S. Mc Hargue and D.W. Young (Soil Science - vol. XXXV n° 3) - The Iodine content of soil in Kentucky.

L.G. Willis and J.R. Pillard (Soil Science, vol. XXXVII n° 2) - The influence of copper sulfate on iron absorption by corn plants.

M.S. Anderson W.M. Noble (Mis. Pub. 259 V.S. Dep. Agr.) - Comparison of various chemical quick tests on different soils.

A.R.C. Haas (Hilgardia - Vol. 6 n° 15) - Some Nutritional Aspects in Mottle Leaf and Other Physiological Diseases of Citrus.

A.R.C. Haas - (Hilgardia - vol. 7 n° 4) - Injurious Effects and Iron Deficiencies on the growth of citrus.

C.H. Hunt; T.P. Record and R.M. Bethke - (Bul. 576, Ohio Agr. Exp. Sta) The influence of the Stage of Maturity on the Composition and the Vitamin B - (B₁) and G (B₂) content of Pasture grasses.

D.R. Hoag and D.I. Arnon - A Study on methods of growing plants soil.

L.G. Willis and J.R. Piland (J. of Agr. Research, vol. 52 n° 6) - The function of copper in soils and its relations to the Availability of Iron and Manganese.

R.G. Willis and H.B. Mann (American Fertilizer y an 4 - 1930) - Manganese as a Fertilizer .

Paul Lwis Fischer - (Unic of Maryland Agr. Exp. Sta. B₁ n° 375) - Responses and Tomato in solution cultures with deficiencies and excesse of certain Essential Elements.

John W. Shive (New Jersey Agr. Exp. Sta. Bul. n° 375) - The adequacy of the Boron and Manganese content of natural Nitrato of Soda to suppot Plant Growth in Sand Culture .

Robt M. Salter and E.E. Barnes (Ohio Agr. Exp. Sta. Bul 553 The Efficiency of Soil and Fertilizer Phosphorons as affected by Soil Reaction.

J.E. Mc Murtrey Jr. (V.S. Dept. Agr. Technical - Bul 430) Distinctive Effects of the of Certain Essential Ele - ments on the Growth of Tobacco plants in solution cul - tures.

A.R.C. Haas and L.J. Klotz - Hilgardia - Vol. 5-8 -Some Anatomical Changes in Citrus produced by Boron Defi - ciency

H.C. Thompson and G.J. Releght Cornell - Univ. Ithaca - Pa - per n° 161 - Cauliflower Browing resulting from a Defi - ciency of Boron.

J.S. Mc Hargue and R.K. Calfee (Plant Physiology n° 7 - 1932) - Effects of Boron on the Growth of Lettuce.

(Extrait de L'Industrie Chimique et le Phosphate Réu - nis (Octubre et Novembre, 1936) Le Bore et la vie vé - getale.

C. Krugel, C. Dreyspring and R. Lotthammer - Hamburg Agr. Exp. Sta. Leaching Experiments with Borates.

J.S. Mc Hargue and R.K. Calfee (Plant Physiology , 8-1933- Further Evidence that Boron is essential for the Growth of Lettuce.

A.R.C. Hass (Soil Scienc 43 n° 4) - Boron Deficiency and citrus.

J.E. Mc Murtrey Jr. (J. Agr. Resarch - Vol. 38-7)The Effect of Boron Deficiency on the Growth of Tobacco Plants in Aerated and unaerated solutions.

Publicações do "Boron Agr. Bureau - Inglaterra

Boron Agr. Bureau.

The West of Scotland Agr. College - Research Bul n° 5

A.C. Dennis and R.W.G. Dennis - Boron and Plant Life -
1937-1938.

R.W.G. Dennis - Boron in Agriculture and Horticulture-
1935 - 1937.

Publicações consultadas:

Pragantia, publicação especializada em Pedologia.

Boletim de Agricultura

Boletim de Indústria Animal

Food Industries

Industrial and Engineering

Chemistry (Industrial, analytical and news)

Chemical and metallurgical Engineer

Food Research

Nutritional Review

Soil Science

Chemical Abstracts
