

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA PEDOLOGIA

Aula inaugural de Agrologia, pelo prof.
Dr. Paul Vageler, da Escola Superior
de Agricultura de Berlin e da Escola
Nacional de Agronomia.

Meus Senhores :

Não procuro neste momento, para mim altamente significativo, ocultar a emoção natural, ao deparar com a mocidade estudiosa da grande patria brasileira a quem devo a honra de me ter recebido em seu seio. Um dos meus maiores ideais é poder cooperar convosco na mais pura e perfeita camaradagem, para que possamos concorrer para o engrandecimento do maior país da AMERICA DO SUL. Si estas palavras não bastam para exprimir o meu entusiasmo pela vossa terra, cujos solos teremos ocasião de estudar com todo o carinho, é porque ainda não pude escolher devidamente termos que espelhem todas as grandezas e belezas que se me oferecem á vista.

*
* * *

Do clima e do solo depende a produção agricola. A importancia e a influencia dos fatores climaticos exprimem-se sobretudo pelo resultado quantitativo das colheitas. Ninguem cogitará, por exemplo, de cultivar terras, sem lançar mão de irrigação, em zona onde é sabido que não chove, isto é, onde as plantações estiverem expostas a sêcas. Uma colheita mais ou menos normal em tais solos aridos só poderá ser resultado de mero acaso.

Por outro lado, qualquer lavrador evitará cultivar plantas desfavoravelmente influenciadas pelo frio em lugares onde reinam quasi que permanentemente as temperaturas baixas.

O julgamento acertado das condições climaticas primordiais está ao alcance da maioria, podendo ser previamente conhecida a possibilidade ou impossibilidade de uma produção compensadora. Para isso não precisa o agricultor dispor de poderes ou dotes particulares, a não ser a execução de uma simples coordenação numerica das observações do pluviometro e do termometro. E' do conhecimento geral que a vida das plantas depende das chuvas e da temperatura, sendo facil a interpretação dos valores extremos, ou das oscilações mais salientes desses fatores da produção vegetal.

Mas, já, acerca dos solos, não é possível emitir opinião com tamanha facilidade.

Quasi todo agricultor anda mais ou menos convencido de que sabe tudo que se refere a suas terras. Raro é o que se não julga capaz de opinar com acerto a respeito de suas terras, baseando-se em características desse ou daquele solo, como sejam a côr, a quantidade de "humus" e a maior ou menor proporção do que lhe parece areia, ou argila, etc. Mas nestes casos é frequente o engano. Infelizmente é muito generalizada a pretensão de prejulgar os solos, prognosticando com acerto suas possibilidades culturais. A falibilidade de tais julgamentos torna-se patente desde que se saiba que a prática e a experimentação pessoais, colhidas esparsamente em localidade restrita, não podem aplicar-se "ad integrum" a outros campos ou terrenos de condições climaticas, geologicas e petrograficas diferentes.

Não ha exagêro em afirmar que, geralmente, qualquer agronomo, sem profundo conhecimento teorico dos solos, em regra, falha, quando escolhe um solo em zona que só conheça superficialmente, tendo em vista fins culturais. Ele tem a sensação de ter perdido a experiencia pessoal obtida em outras zonas, consecuencia da observação empirica e superficial.

A historia de muitas empresas agricolas principalmente nos tropicos, fala neste sentido de modo eloquente. Na India, ha bem poucos anos, verificou-se por meio de estatisticas oriun-

das de todas as partes do mundo, que mais de 75% dos grandes empreendimentos agrícolas fracassavam, atingindo os prejuízos gerais dezenas de milhões de dólares, tão somente porque os *práticos* tinham escolhido mal os solos.

Vastas e enormes áreas de terra no IRAK, na PERSIA, no EGITO, na AMERICA CENTRAL, na AMERICA DO NORTE, transformaram-se em verdadeiros desertos, porque os dirigentes dos empreendimentos e os *práticos* que foram escolhidos para os postos de responsabilidade, fracassaram por terem amontoado suposições acerca das probabilidades culturais das terras, o que seria perfeitamente evitado si eles tivessem conhecimentos suficientes de pedologia. Quantas vezes irrigações feitas em más condições alteraram terras férteis e promissoras, transformando-as em ermo, provocando miséria onde devia haver fartura, avultando os prejuízos.

Um dos exemplos, que melhor documentam o que acabo de dizer, é o problema agrícola que decorreu da irrigação contínua do DELTA do Egito. Nada menos de dezoito milhões de libras esterlinas foi o custo dessa lição dolorosa.

Quantias igualmente avultadas seriam necessárias para restaurar os solos tornados salinos, pelo desconhecimento dos efeitos da irrigação nos solos áridos.

Para provar e amparar a exatidão do que acabo de afirmar, não é preciso escolherem-se casos desmedidos. Diariamente, a cada passo, tropeçamos sobre fatos semelhantes, comuníssimos até em pequenas organizações, que representam, por assim dizer, insucessos permanentes, resultantes da falta de conhecimentos pedológicos.

Todo agricultor sabe da existência de solos que dão a melhor das impressões, em exame feito pelas regras ditadas pelo empirismo, mas que, submetidas ao cultivo, prestes se cançam, deixando de produzir após pequeno número de colheitas, apesar de serem boas as condições climáticas. Experiências desta natureza repetem-se até com terras cobertas de florestas virgens.

Poderia citar talvez um milhar de casos de que tenho conhecimento, ou em que tive de intervir por dever de ofício, relativos a empreendimentos agrícolas encetados com todas as

aparencias do mais firme resultado favoravel, que tiveram triste epilogo, por causa da queda rapida das colheitas obtidas.

As plantas tropicais são menos exigentes, em relação às condições do solo, do que as dos climas temperados.

Ainda está por vir ao mundo o homem que seja capaz de ajuizar do valor agricola de um solo, para determinada cultura, sem aprofundado exame de todo o perfil, até ao limite da maior profundidade a que lhe atingem as raizes. Entretanto, existem muitos *práticos* que, só por examinar a superficie de uma terra, vão emitindo opinião acerca do seu valor.

A' margem disso, pôde dizer-se que a afirmação vulgarizada entre a maioria dos práticos, que um solo, com rica vegetação natural é adequado á lavoura, espelha um raciocinio, aparentemente logico, de uma concepção errada. Não ha a menor dúvida de que existe relação intima e estreita entre o solo e a vegetação natural.

E' fato que existem arvores, arbustos e hervas que só medram em terras bôas. A figueira branca, o ceboleiro, o páo d'alho, o urtigão, a cresciuma, etc. . . . são indicadores de "bôas terras", ao passo que a especie de bambú denominada taquara e outras plantas entre as quais tambem se conta a herva mate, parecem vegetar e desenvolver-se principalmente em solos acidos e relativamente pobres.

Entretanto, cumpre não perder de vista que a presença de tais plantas, em determinados solos, não exclui a possibilidade de êrro, que se acentúa, precisamente, quando se tenta generalizar os fatos, pois frequentemente a "*bôa terra*", assim revelada pela vegetação, só se encontra nas camadas mais superficiais, ou melhor na mais superficial, sendo as subjacentes francamente contrárias a uma tal interpretação.

Justamente devido a esse fato é que, ao observar-se uma mata virgem fechada, quer dizer uma mata em que a vegetação natural parece exuberante, tem-se a vontade de rotulá-la como fertilissima, incorrendo dest'arte, não poucas vezes, em êrro profundo.

E' facil compreender a causa da exuberancia vegetativa em solo pobre. Todo vegetal ajimenta-se, graças á circulação da seiva, a que se incorporam os alimentos minerais, que as

raízes subtráem ao solo. Quando as folhas se desprendem e cáem, sofrem decomposição da materia organica de que se constituem, devolvendo ao solo os elementos minerais que as raízes absorveram. Isso constitui um ciclo, em virtude do qual determinada quantidade de elementos minerais, ou mineralizados, basta para manter a mais pujante vegetação. Não ha riqueza alimentar no solo, que póde ser pobrissimo, mas sim tão sómente accumulo de alimentos na camada superficial, em quantidade apenas suficiente para a vida da mata. Com o lento decorrer dos tempos, sempre ha pequeno aumento na proporção de alimentos existentes no conjunto da mata e da camada superficial da terra, porque as raízes vão aproveitando tudo quanto, por qualquer motivo, se torna susceptivel de ser absorvido.

Todos sabem que até a propria areia do mar, sem o menor valor para qualquer exploração agricola, ainda encerra vestigios de substancias, graças ás quais, com o auxilho importantissimo da agua de chuva póde desenvolver-se rica vegetação. No solo fôfo, pódem as raízes espalhar se largamente, de maneira a acharem, com relativa facilidade, os alimentos necessarios ao desenvolvimento de verdadeiros gigantes, desde que se tenha instalado automaticamente a transformação da camada superficial.

Um dos exemplos mais demonstrativos destas afirmações são os solos do Norte de SUMATRA, que, embora sustentem verdadeiros gigantes de porte impressionante, não valem o trabalho de serem arados. Está área de mil quilometros quadrados, coberta de vegetação de rica apparencia, deve ser encarada como meio de cultura inteiramente desvalioso — areia quasi esteril.

Póde dizer-se que qualquer mata virgem póde viver só e exclusivamente á custa dos proprios despojos, sempre em exuberancia crescente, até que qualquer agricultor inesperto, animado pela grandeza que lhe salta aos olhos, comece a cultivar esse solo enganador. Muitos caíram neste engano e muitos ainda nêle caíráo. A camada superficial rica em humus e em nutrimentos criada pela existencia de uma mata virgem de muitos milhares de anos, póde dar uma ou duas boas colheitas que pódem ser ótimas. Mas o esgotamento vem rapidamente,

não havendo renovação dos alimentos, pelos despojos da mata, que concorriam para o ciclo alimentar da vegetação natural, pois esvasiadas foram as reservas por muito tempo cuidadosamente acumuladas.

Deste momento e diante decrescem rapidamente as colheitas, até se aproximarem do mínimo que exclui qualquer renda para os trabalhos culturais, salvo se si lançar mão de adubação sistemática.

A adubação requer grandes investimentos de dinheiro e o sucesso ou lucro financeiro, decrece de modo inversamente proporcional ao transporte da importação das utilidades e exportação das colheitas.

E' possível, contudo, que uma adubação racional possa em certos casos ter admirável êxito. Mas cumpre saber que a prática da adubação racional depende, indiscutivelmente, de muitos conhecimentos, além dos que se referem á simples nutrição das plantas, reconhecendo-se hoje, que os antigos processos de adubação experimental, destinados a facilitar o reconhecimento das necessidades deste ou daquele adubo, são falhos e ineficientes.

Por vezes o método de adubação experimental, indica-nos sómente, que a adubação *foi acertada* e vantajosa, tendo sido útil na área e na época em que se realizou. Mas, positivamente não fornecerá dados para a escolha do adubo apropriado para a colheita futura. Isto está de acôrdo com o que ha pouco ficou dito: o perfil estrutural de determinado solo, escolhido para a experiência, pôde divergir por vezes sensivelmente do perfil de um terreno vizinho, podendo dar-se que certo adubo recomendavel, para o campo onde se realizou a experiência, passe a ser nefasto para a terra vizinha.

Pôde acontecer que uma adubação aconselhada por experiência cultural se torne rendosa, sem nem por isso poder considerar-se racional, porque só merece esse epíteto a adubação que prevê as necessidades das culturas e as exigencias do solo onde ela se faz, custando a menor quantia possível.

Quem meditar, alguns minutos, no fato de que qualquer coisa que falte, ou que sóbre, em uma adubação é perda certa para o lavrador; que os adubos possíveis de serem empre-

gados são muitos; que só multiplicando o numero de ensaios de modo impossivel de realizar-se na prática (as teorias mathematicas acerca das leis das combinações e permutações facilmente demonstram essa afirmativa) — é que chegará ao conhecimento seguro sobre *qual a melhor fórmula, para as colheitas da experiencia, mas que talvez não seja a melhor para a futura plantação*. Quem meditar em tudo isso poderá ser atingido pelo desanimo, si não souber que a atual ciencia do solo, — combinada com conhecimentos exátos sobre a alimentação vegetal, possui meios certos para resolver os problemas da adubação de modo prático e seguro, portanto racional.

A pedologia, chamando em seu auxilio as mais modernas conquistas da fisico-quimica, investigou como procedem os coloides dos solos em relação ao nutrimento vegetal e ao crescimento das plantas. Desse trabalho resultou poder-se determinar hoje, tão exatamente quanto é necessario aos fins das exigencias agricolas, *qual a adubação que convém a cada solo, melhor, a cada área de solo*, que se queira empregar para cada cultura susceptivel de nêle medrar.

E' muito de industria que disse: *adubação que convém a cada solo, ou área de solo*.

A quimica agricola e a agricultura consideravam o solo, ainda ha uns dez anos passados, como verdadeiro reservatorio passivo de agua e substancias uteis, do qual as plantas retiravam ativamente o de que necessitavam. Este reservatorio, quando exgotado, seria susceptivel de encher-se novamente com uma adubação adequada e conveniente irrigação, voltando a ser o que era anteriormente, isto é, voltando a ser apto a preencher as funções de fornecedor de agua e alimentos ás plantas.

Interessante é notar que esta interpretação se espelha, parcialmente, nas definições que os fundadores do estudo científico pedologico deram á palavra "solo".

KRAUT, como pioneiro, no meado do seculo dezenove, se esforçava por uma definição dizendo: "compreendo como solo a parte terrea mais superficial e fôfa da crosta terrestre, capaz de manter uma vegetação seja ela a mais mesquinha".

BERENDT vê no solo "não mais do que os produtos de decomposição de uma camada diferenciada geognostica e petrograficamente".

Segundo RAMANN compõe-se o solo "de rochas fragmentadas e quimicamente modificadas, e restos de plantas e animais que vivem nêle e sobre êle".

GLINKA denomina o solo "á parte da crosta terrestre na qual se reconhece visível, e principalmente nos horizontes superiores, as manifestações de processos de decomposição".

A este ponto de vista, mais ou menos geologico, opõe-se o conceito de MITSCHERLICH "o solo é uma mistura de particulas solidas em forma de pó, agua e ar que, munida das bases alimenticias necessarias ás plantas, póde ser portador de vegetação".

O carater de reservatorio passivo, em relação á planta ativa, evidencia-se, como se vê, nitidamente, nesta definição fisiologica. Entre esta definição e a que foi dada por WIEGNER, quatro anos depois, em 1917, existe flagrante diferença.

Diz Wiegner : "solo é a dispersão sólida, que obedece ás leis ensinadas pela colóido-quimica, ou quimica dos dispersoides".

Esta definição poz em relevo as atividades individuais de cada sólo. Ela ensina que o solo não é, de nenhum modo, méro reservatorio passivo de nutrimentos, mas sim *verdadeiro adversario dos vegetais*, lutando contra êles pela posse da agua e dos ions dispersos. Nesta luta, empenham-se os adversarios com armas perfeitamente iguais porquanto a planta, sobretudo suas raizes, que absorvem agua e sais *tambem é uma dispersão solida*. São duas dispersões solidas que se defrontam. As regras da luta são identicas, para ambos os contendores. Quem as dita são as leis que regem os fenomenos da adsorção coloidal. Segundo elas, ora vence a planta, ora o solo.

Essa é a atual interpretação do conceito funcional do solo. Ha poucos anos passados talvez ninguém ousasse tomar a responsabilidade de semelhante afirmativa. Hoje, ela se ampara em experiencias de conclusões irretorquiveis, colhidas e applicadas no Egipto, na India, na Holanda, na Alemanha, na Inglaterra e na América. Esse conceito proclama e demonstra que o fato de uma adubação qualquer deixar de produzir aumento de colheita não significa, de nenhum modo, prova irrecusavel de riqueza em elementos nutritivos, de acôrdo com a *aparência logica*, mas simplista.

Bem ao contrario disso, a quimica agricola moderna, amplamente alicerçada na fisico-quimica, diz que devem existir solos capazes de tornar as adubações inativas, justamente porque *não são suficientemente ricos* em alimentos de que se nutrem os vegetais. O solo, nestes casos, disputa a adubação ao vegetal e vence-o. Na realidade êle não se encontra distituido de elementos para a nutrição vegetal : apenas os retêm, e mais os que se adicionarem, com maior energia ; maior energia do que dispõe a planta para deles se apropriar.

A retenção se dá pelos complexos coloidais.

Saturem-se esses complexos, empregando *mais adubo*, e ver-se á o solo alimentar o vegetal, como convêm ao homem. Esses fenomenos serão estudados neste curso com o desenvolvimento que merecem.

Insisto na idéa principal do que acabo de expôr : No ultimo decenio houve profunda modificação, direi, mesmo, que houve transformação radical em certos conceitos de importancia maxima concernentes aos solos. A quimica agricola soube aproveitar o extraordinario progresso que a quimico-fisica realizou, desde o inicio deste seculo, e operou a revolução, já totalmente vitoriosa, *como o provam os resultados praticos*.

Não se pôde mais compreender um solo passivo, de funcionamento méramente estático. Ha algumas anos, tal conceito levava os sabios ao desespero de explicar tanta experiencia de resultados contraditorios, que se opunham contra teorias pensadamente arquitetadas, gritando em altos brados que ainda se não sabia bastante. A atual quimica agricola, de que a pedologia é o capitulo certamente mais importante, ciente do porquê dos fatos, tem hoje meio de eliminar os *paradoxos*, as discordancias entre o que a teoria deficiente previa e aquilo que a prática demonstrava.

Não pretando que saibamos tudo quanto deve ser sabido na materia de solos. Seria estulticie tal pretensão. Mas conhecemos os fatos de importancia decisiva e esperamos progressos nos conhecimentos atuais. Cada conquista da fisico-quimica, sobretudo da coloido-quimica será mais um meio de se enriquecer a pedologia.

Desde já podemos vislumbrar o futuro brilhante, que está

reservado á quimica agricola, particularmente á ciencia do solo, apoiada nas mais exatas leis fundamentais da fisico quimica, pronunciando-se de modo claro e decisivo sobre os problemas da alimentação vegetal dependentes do solo, dirigindo com toda a segurança as operações de adubação e melhoramento das terras, erigida em amparo indiscutível de quem moureja nos campos; ensinando aos lavradores que não ha misterios nas relações que se estabelecem entre solos e plantas.

Poderá parecer que o aspecto matematico dos conhecimentos pedologicos modernos os torna rebarbativos e de difficil comprehensão. Ver-se-á que a realidade é muito outra. Justamente o tratamento matematico desses conhecimentos é que é a causa da limpidez das consequencias praticas. Foram considerações de ordem matematica, applicadas aos dominios da fisica e da quimica, que permitiram a solução de problemas da quimica agricola, que desafiavam a argucia dos sabios que pretendiam resolver as difficuldades só pela experimentação. A matematica superior teve o dom de diluir muita *mistica* da ciencia agricola.

Sem tratamento matematico não é possivel formar conceito acerca da estrutura do que se denomina materia. E é justamente sobre este conceito que se ergue o majestoso edificio da pedologia, objeto do nosso estudo.

Diz Wiegner: "Solo é uma dispersão solida que obedece á gradação quantitativa das leis da dispersão até agora reconhecidas, pela coloido quimica ou pela quimica dos dispersoides".

Com esta definição foi salientada a atividade do solo como individuo. Da situação de passividade e reservatorio de produtos nutritivos passou o solo a considerar-se adversario ativo da planta, lutando um com o outro pela agua e pelos ions nêle dispersos. Com armas repito, perfeitamente iguais. Tambem a planta, e principalmente a raiz que absorve agua e sais, não é sinão dispersão solida. A luta estabelece-se, como se vê, entre duas dispersões solidas.

Nesta luta por agua e sais vence o solo ou a planta, de acôrdo com as regras do jogo, ditadas pelas leis de absorção.

Esta moderna interpretação funcional do conceito do solo está tão solidamente amparada, servindo para a sua respectiva documentação as experiencias claras e diafnas colhidas no Egito, na India, na Holanda e na Alemanha, expondo que um exito *negativo* da adubação providenciada, não clama, como queria a antiga quimica agricola, pela riqueza do solo, isto é, que uma adubação é superflua com as respectivas substancias. Muito pelo contrario, pôde significar uma inatividade do solo e

frequentemente significa isso, apresentando-se este como esgotado de tais elementos, assimilando dest'arte, em primeiro lugar, toda a adubação ou a maior parte da mesma, para a respectiva saturação dos seus complexos absorventes, não restando assim uma visível utilização para a propria planta. Mais tarde teremos bastante ocasião para nos ocupar destes interessantes processos.

Sublinhando, retorno a dizer que todas as concepções da química agricola, no que se refere ao solo, experimentaram uma transformação radical nos ultimos decenios pelo desenvolvimento extraordinario da coloido-química, estando exposta a se modificar cada vez mais.

Em vez do pensamento estatico do passado, surgiu o pensamento funcional que considera o solo como um individuo ativo, com a enorme vantagem de que, em muitos problemas agricolas em que a antiga pedologia se desesperava, muitas contradições de resultados experimentais que se revoltavam contra a teoria e as observações da pratica, foram devidamente elucidadas de maneira a não mais serem consideradas como paradoxos, paradoxos, na verdade só existentes, quando não sabemos ou compreendemos o *porquê* das coisas.

Desde já podemos avistar com certa delimitação clara, o futuro brilhante da agrologia, que se baseará nas mais simples leis fisico-químicas fundamentais, pronunciando as palavras decisivas na transformação e melhoramento dos solos, por fatores naturais ou artificiais e ainda iluminará, pela luz da verdade, as outrora misteriosas relações entre o solo e a planta, relações que constituem, acima de tudo o amparo pratico para o agricultor, da mais alta importancia.

A nova concepção funcional do solo e dos processos que nêle se desenvolvem parece ressoar, á primeira vista, como difficil e estranho, uma vez que não se possa fugir das considerações matematicas. Mais tarde, porém, quando nos ambientarmos com a sucessão logica dos fatos, verificaremos quo faceis e agradaveis são as deduções daí tiradas. Sómente pela introdução das considerações fisicas, matematicas e químicas e pela sua respectiva avaliação, é que os problemas agricolas se enfileiram já suficientemente lapidados pelos conhecimentos modernos, no mundo e na ciencia moderna, para esclarecerem, com real utilidade prática, os progressos da agricultura.

Para reconhecer tal verdade, dirigir-nos-emos, primeiramente na proxima vez ás bases desta concepção do universo, estudando a estrutura do que chamamos *materia*, da qual se ergue o objéto de nosso estudo, o solo.

Rio de Janeiro, 29 de Maio de 1934