8-B-12

BIBLIOTHEEK
Landbouwproefstation
en Bodemkundig Instituut
GRONINGEN
SEPARAAT
No. 33 88

SECRETARIA DA AGRICULTURA, INDUSTRIA E COMMERCIO
DO ESTADO DE SÃO PAULO

Instituto Agronomico de Campinas

631.44 : 631.411

SECÇÃO DE SOLOS

Separata do
Relatorio Annual de 1935

DR. P. VAGELER

CAMPINAS
1 9 3 6

Rua Libero Badaró, 557
PAULO
1937

ISRIC LIBRARY
BR 1937.01

SECRETARIA DA AGRICULTURA, COMMERCIO E INDUSTRIA

INSTITUTO AGRONOMICO

ISRIC LIBRARY
BR
1937.01
Wageningen, The Netherlands

SEPARATA DO RELATORIO ANNUAL DE 1935

DR. P. VAGELER

CAMPINAS

1 9 3 6

Scanned from original by ISRIC – World Soil Information, as ICSU World Data Centre for Soils. The purpose is to make a safe depository for endangered documents and to make the accrued information available for consultation, following Fair Use Guidelines. Every effort is taken to respect Copyright of the materials within the archives where the identification of the Copyright holder is clear and, where feasible, to contact the originators. For questions please contact soil.isric@wur.nl indicating the item reference number concerned.

TYP. SIQUEIRA — Rua Libero Badaró, 557
SÃO PAULO
1937

ISN - 34384

SECÇÃO DE SOLOS

RELATORIO DA SECÇÃO DE SOLOS

O Instituto Agronomico, desde 1924, tem mostrado o maximo interesse pelas pesquisas do solo do Estado de São Paulo. Collecionou-se, por isso, em relação com os trabalhos geraes e com o auxilio das analyses realizadas pelo Sr. R. Bolliger, chefe da Secção de Chimica Agricola e Technologica, um material extenso e de grande valor, principalmente do ponto de vista chimico.

Os resultados praticos desses estudos chimicos dos solos podem ser resumidos da seguinte fórma : Conseguiu-se estabelecer, tomando-se como base os ensaios de adubação realizados pelo Instituto Agronomico, uma **escala qualitativa de avaliação** para a fertilidade dos solos paulistas, cuja importancia ficou amplamente comprovada.

Os seguintes teores dos solos em elementos nutritivos constatados por meio de solução da terra em H Cl a 10 % podem ser considerados como sendo **sufficientes,** isto é, uma adubação com a respectiva substancia nutritiva tornar-se-á provavelmente desnecessaria :

% DA TERRA SECCA			UNIDADES ACTIVAS POR Ha E 1 cm. de profundidade			
CaO	0,100%	correspondendo a	± 5,0	Kiloval	Ca/2	
MgO	0,025%	,, a	± 2,0	,,	Mg/2	,,
K_2O	0,100%	,, a	± 3,0	,,	K	,,
P_2O_5	0,050%	,, a	± 3,0	,,	$(PO^4/_3)$	,,
N	0,100%	,, a	±10,0	,,	NH_4	,,

Achou-se, ao mesmo tempo, uma reacção do solo de pH = 5,4, determinado no extracto aquoso 10:1, como limite inferior do optimo de crescimento para algodão.

O progresso pratico já alcançado com o auxilio destes valores, corresponde, em principio, ao estado approximado da technica européa do julgamento do solo por meio de dados de analyses.

Com excepção dos trabalhos das estações experimentaes de **Lichterfelde-Berlin (Deutsches Kalisyndikat-G.m.b.H.)** e do **La-**

boratorio Agrogeologico em Buitenzorg, e apesar de estudos bem extensos tambem, esta technica quasi que não foi além do estado qualitativo do julgamento do solo, usando sómente **numeros limites**, sem entrar em calculos quantitativos para adubação, irrigação, etc., se não baseados em experiencias e ensaios locaes.

Emquanto que a agricultura européa e, em parte tambem, a norte-americana, podem contentar-se com um estudo mais ou menos qualitativo das condições dos solos, sob pontos de vista que devem hoje ser considerados em parte, como antiquados, porque nestes paizes a pesquisa do solo é apenas um complemento das experiencias centenarias locaes sobre as questões do tratamento mechanico dos solos e da adubação, no Brasil não se pode seguir o mesmo methodo.

Tambem aqui, e principalmente no Estado de São Paulo, a agricultura já conta com cerca de 400 annos de pratica. A extensão colossal das terras paulistas que condiciona a maior riqueza, porém tambem a maior difficuldade economica pela **distancia das communicações**, caracteriza o paiz, como sendo um **paiz novo**. As pesquisas do Instituto Agronomico mostraram já, com toda a clareza, que, em geral, os pontos de vista europeus e as experiencias adquiridas ali na avaliação e caracterização dos solos, como experiencias do clima temperado, não podem, de modo algum, ser applicadas ás condições tropicaes e subtropicaes locaes sem soffrer modificações completas.

Não sómente as differenças do clima nas diversas regiões do Paiz, porém, mais accentuadamente, as differenças das condições geologicas e petrographicas do Estado de São Paulo, fazem surgir uma grande quantidade de problemas economicos individuaes de importancia e para cuja solução, muitas vezes, a experiencia local falha por completo. Este é, principalmente, o caso, quando se trata da installação de novas culturas em terras novas.

Mas, mesmo nos velhos centros de cultura agricola, as experiencias colhidas na agricultura devem, em maior parte, ser consideradas como unilateraes, porque a agricultura até certo ponto não passou além do estado de um esgotamento forçado dos solos, systema este que não offerece em si nenhum indice para o tratamento racional d'elles.

As pesquisas do Instituto Agronomico isto demonstraram de maneira bem decisiva. Assim, constatou-se, por exemplo, com o auxilio dos methodos modernos empregados pelo Sr. R. Bolliger, a seguinte modificação de uma terra roxa depois de uma cultura de café durante 22 annos, exemplo que pode valer como sendo typico e como um grito de alarme para a maioria de todos os casos :

1.°) — Terra roxa virgem com vegetação de matta virgem original .....
2.°) — O mesmo solo após 22 annos de cultura de café.

} Dados em Kiloval, isto é, unidades activas por Ha.

TABELLA 1.

(VIDE DIAGRAMMA I)

1.	Cms. profundidade	Humus ts/Ha	N (como NH_4)	P O 4/3	Na	K	Mg/2	Ca/2	A cido nocivo (Al)	Acido indiferente (H)	pH	2.	Humus ts/Ha	N (como NH_4)	P O 4/3	Na	K	Mg/2	Ca/2	Acido nocivo (Al)	Acido indiferente (H)	pH
CAMADAS DE SOLO	0–30	172	669,8	249,5	61,5	39,3	144,0	586,5	—	39,3	7,0	0–30	42	184,0	116,5	13,5	5,1	26,4	99,3	—	122,1	5,4
„ „ „	30–60	48	175,5	160,9	60,3	54,3	145,8	525,9	—	73,5	7,0	30–60	48	128,4	126,7	8,1	4,5	22,5	123,0	—	107,7	5,7
„ „ „	60–90	16	85,6	178,6	60,0	57,0	138,0	555,0	—	57,6	6,4	60–90	36	111,3	126,7	10,0	3,3	19,8	138,0	—	78,3	5,8
„ „ „	90–120	16	64,2	196,4	70,2	73,5	167,1	582,0	—	57,0	6,4	90–120	27	74,9	126,7	10,5	3,6	25,5	88,5	—	80,4	5,9
TOTAL		252	995,1	785,4	252,0	224,1	594,9	2249,4	0,0	227,4			153	498,6	496,6	42,1	16,5	94,2	447,8	0,0	388,4	
												% mudança	4–4,0	–49,8	–36,7	–83,2	–92,6	–84,1	–80,0	—	+66,4	

A diminuição da provisão em substancias nutritivas do solo a principio excepcionalmente rico, importa, **em numeros redondos em 85% em 22 annos, ou seja em 4% por anno,** até á profundidade de 120 cms., isto é, mais ou menos até ao limite da zona das raizes principaes do café. Para algumas substancias nutritivas como o potassio, a diminuição annual alcança quasi os 5%. A perda em humus, nitrogenio e acido phosphorico mantem-se em limites de 40-50% do total.

Após 22 annos já esse solo, a principio tão rico, ficou reduzido a menos de 1/4 do seu valor, que só será recuperado mui lentamente da provisão mineral do proprio solo. A producção posterior se realiza hoje á custa das reservas. A versão habitual, de que tal solo possa ser reconduzido ao seu estado original, por meio de adubações, deve ser acceita com muita reserva. Conforme tambem mostra a diminuição de cerca de 80% da capacidade total de sorpção, isto é, da capacidade de fixar as substancias nutritivas administradas pela adubação, não se trata neste caso sómente de um **empobrecimento** chimico, porém de uma **decadencia material** chimica do solo, que deve agir em grande extensão tambem sobre as suas qualidades physicas.

O diagramma 1, annexo, fala em linguagem mais clara ainda do que os algarismos.

Uma tal diminuição do valor do solo, porém, significa : **queda da producção acompanhada de uma elevação das despesas da producção, ou seja, trabalho irracional.**

A forte concurrencia para todos os productos do Estado de São Paulo no mercado mundial e a baixa dos preços no mesmo mercado, obrigam, porém, a agricultura a um trabalho racionalissimo. Essa racionalização consiste não apenas em evitar uma desvalorização do factor mais importante da producção, que é o solo, conforme ficou illustrado pelo exemplo supra, porém, antes de tudo, tambem :

a) — na escolha acertada das culturas para os diversos solos ;

b) — na escolha de um tratamento do solo, exactamente adequado ás condições locaes, inclusive a adubação e a irrigação, de maxima importancia, principalmente para a **citricultura** para augmentar as colheitas de laranjas de tamanho preferido no mercado mundial ;

c) — no aproveitamento maximo das chuvas que, em certas regiões do Estado, de maneira alguma são grandes ;

d) — em obstar o devastamento das terras pela **erosão,** que toma proporções cada vez mais sérias, em certas regiões do Estado.

Para tornar a pratica apta para isso, são necessarios conhecimentos objectivos e exactos dos solos do Estado de São Paulo, conhecimentos

estes que serão transmittidos pelo Instituto Agronomico, e que não devem ser apenas **qualitativos**, mas tambem **quantitativos**, fornecidos pela analyse moderna dos solos, para tornar possivel um tratamento dos solos e uma adubação realmente racional.

Com o fim de adquirir systematicamente estes conhecimentos dos solos do Estado de São Paulo, segundo methodos modernos e registal-os finalmente em forma de uma **carta agrogeologica**, inatacavel do ponto de vista scientifico, e orientada para fins de agricultura pratica, é que foi creada em 1.º de setembro de 1935, a SECÇÃO DE SOLOS do Instituto Agronomico.

Baseando-se nas valiosas experiencias já colhidas antes pelo Instituto Agronomico, e em collaboração estreita, não sómente com as outras Secções deste estabelecimento, mas tambem com o Departamento Geographico e Geologico de São Paulo, a Secção de Solos além da sua actividade scientifica, destinada a alcançar os fins supra expostos, deverá ser para a pratica uma conselheira fiel, cuja confiança crescerá automaticamente com o augmento do material de pesquisas, aproveitando-se ao mesmo tempo das experiencias internacionaes.

A Secção de Solos está dividida em 3 sub-secções :

1) — **Mineralogia do solo;**
2) — **Physica do solo;**
3) — **Chimica do solo.**

Cogita-se tambem da creação de uma sub-secção de **Bacteriologia do solo**, que se dedicará especialmente ao estudo, summamente importante, da questão do azoto e do humus.

Os dois primeiros mezes de actividade da Secção de Solos (setembro e outubro de 1935) foram dedicados á organização e installação dos laboratorios e á escolha e elaboração de methodos de pesquisas a serem definitivamente empregados.

Estes methodos serão divulgados em publicações que deverão ser editadas em 1936, em forma de tres boletins technicos :

"ANALYSE DE SOLOS"

I) — ANALYSE PHYSICA
II) — ANALYSE MINERALOGICA E RADIOSCOPICA
III) — ANALYSE CHIMICA

} por **Dr. Theodureto de Camargo** e **Dr. Paulo Vageler**

Estes boletins conterão para o agricultor pratico uma exposição facilmente comprehensivel, dos pontos de vista modernos para a avaliação pratica dos solos.

Os resultados das pesquisas tambem serão publicados regularmente em boletins technicos intitulados : — **"Os solos do Estado de São Paulo"**, os quaes serão illustrados por meio de mappas, diagrammas, etc. Existe, provavelmente, a possibilidade de serem estas publicações divulgadas amplamente em outras linguas, por intermedio da Sociedade Internacional de Sciencia dos Solos, o que seria de maximo interesse para uma propaganda mundial da economia do Estado de São Paulo.

O terceiro mez de trabalho (novembro de 1935) foi dedicado **á obtenção de um material de pesquisas,** que abrangesse possivelmente todas as formações geologicas do Estado. Este material foi extrahido pessoalmente pelos collaboradores da Secção de Solos.

Com o fim de se ter uma base inicial segura, havia necessidade de colleccionar **somente typos de solos originaes das formações geologicas,** isto é, ainda não alterados pela cultura, **sob vegetação original,** para se poder mais tarde julgar com segurança as modificações dos solos produzidas pela cultura.

Para conseguirmos isso, não era necessario apenas a tomada de amostras individuaes, mas tambem de **perfis typicos completos,** consistindo cada um de diversas amostras individuaes colhidas com o maior criterio possivel.

Até ao fim deste anno conseguimos os seguintes perfis :

TABELLA 2

PERFIS TOMADOS EM 1935

N.º	LETRA	MUNICIPIO	FORM. GEOLOGICA
1	a — c	Jundiahy	Archeano
13	a — c	Jundiahy	,,
3	a — c	São Roque	,,
4	a — c	São Roque	,,
5	a	São Roque	,,
6	a — c	Sorocaba	,,
56	a — c	Campinas	,,
57	a — b	Campinas	,,
58	a — b	Campinas	,,
2	a — c	Campinas	Glacial
7	a — b	Sorocaba	,,
16	a — b	Indaiatuba	,,
17	a — c	Campo Largo	,,
10	a — b	Piracicaba	Tatuhy
11	a — b	Piracicaba	,,
12	a — b	Piracicaba	,,
14	a — c	Limeira	,,
15	a — c	Limeira	,,
18	a — c	Tatuhy	,,

N.º	LETRA	MUNICIPIO	FORM. GEOLOGICA
19	a — b	Tatuhy	Tatuhy
20	a — b	Itapetininga	,,
21	a — b	Itapetininga	,,
51	a — c	Palmeiras	,,
22	a — b	Angatuba	Corumbatahy
23	a — b	Angatuba	,,
50	a	Sta. Rita	,,
54	a — c	Piracicaba	,,
55	a — v	Piracicaba	,,
59	a — c	Itapetininga	,,
60	a — b	Itapetininga	,,
61	a — b	Itapetininga	,,
8	a — b	Botucatú	Botucatú
9	a — b	Botucatú	,,
24	a — b	Bom Successo	,,
25	a — b	Avaré	,,
26	a — c	Avaré	,,
36	a — b	Olympia	,,
46	a — c	Ribeirão Preto	,,
47	a — c	Ribeirão Preto	,,
48	a — c	Ribeirão Preto	,,
49	a — c	Ribeirão Preto	,,
62	a — b	Pitangueiras	,,
63	a — b	Pitangueiras	,,
27	a — c	Avaré	Caiuá
28	a — c	São Manoel	,,
31	a — b	Avanhandava	,,
33	a — b	José Bonifacio	,,
43	a — c	Mattão	,,
44	a — c	Araraquara	,,
45	a	Araraquara	,,
29	a — c	Agudos	Baurú
30	a — c	Avahy	,,
34	a — c	Patos	,,
37	a — c	Rio Preto	,,
38	a — c	Ignacio Uchôa	,,
39	a — c	Pindorama	,,
40	a — c	Pindorama	,,
41	a — c	Pindorama	,,
42	a — c	Mattão	,,
32	a — c	Pennapolis	Alluvio
35	a — c	Olympia	,,
64	a — c	Pitangueiras	,,
65	a — c	Pitangueiras	,,

O curto tempo disponivel em 1935, naturalmente não permittiu que fossem realizadas em grande numero as analyses completas, necessarias para a caracterização dos typos dos solos.

O material actualmente existente é, por conseguinte, ainda pequeno. E em vista do numero proporcionalmente pequeno das amostras disponiveis e já examinadas, seria precipitado querer-se tirar conclusões detalhadas.

Mas o material ora presente confirma perfeitamente a hypothese sempre defendida pelo Instituto Agronomico, á base das analyses anteriormente feitas, de que existem differenças praticas de maximas proporções entre os solos do Estado, e não apenas entre os das diversas formações geologicas, como tambem entre os diversos facies petrographicos da mesma formação.

Estas differenças se accentuam, não apenas na estructura chimica dos solos, mas em volume ainda maior nas condições physicas do solo, e, sobretudo, no **dispendio de agua.** As differenças são tão grandes e além disso tão caracteristicas e apparentemente constantes para os diversos typos, que se torna estrictamente necessario empregar para cada typo um methodo adequado de trabalho e de adubação, facto esse que ainda hoje não está merecendo a necessaria attenção.

As primeiras pesquisas já mostram, com toda nitidez, que a avaliação pratica de muitos grupos de solos do Estado de São Paulo, necessita de uma certa revisão. Felizmente esta revisão é, na maioria das vezes, necessaria para o lado optimista, pois ficou provado que grandes grupos de solo do Estado de São Paulo, considerados hoje como sendo inferiores, podem ser realmente avaliados, após um tratamento apropriado e orientado pelas pesquisas, como sendo meios de cultura bons ou mesmo optimos. Desta forma, não somente se toca no interesse da economia privada, porém tambem no interesse da economia publica, com a possibilidade de uma expansão em parte bem consideravel das zonas de cultura.

Pelos motivos acima expostos, devo limitar a seguinte apresentação dos caracteristicos de uma série de grandes typos de solos aos pontos essenciaes.

Todas as particularidades, no que diz respeito aos solos eluviaes originaes, serão acrescentadas ao primeiro fasciculo de "Solos do Estado de São Paulo" (vide acima), de accordo com o material de pesquisa posteriormente aperfeiçoado.

Um problema especial já se salienta com toda a nitidez para **todos** os typos de solos, a saber : **o dispendio de acido phosphorico.**

De accordo com o ponto de vista, defendido já de ha muito tempo pelo Instituto Agronomico, quasi todos os solos do Estado de São Paulo, já pesquisados, são pobres em acido phosphorico disponivel.

Esta pobreza dos solos do **Glacial e Tatuhy, e das partes areniticas do Botucatú e do Caiuá, é absoluta,** i.é. o teor total em acido phosphorico é minimo.

Nos solos do **Corumbatahy**, das **lavas de Botucatú**, das **intrusões de Diabase** e outras que taes rochas vulcanicas (**Basaltites**, segundo o Dr. Guimarães) espalhadas em todas as formações do Estado, commummente denominadas **terra roxa** e do **Baurú superior**, a pobreza em acido phosphorico se torna, porém, **relativa.** O teor total em P^2O^5 é, ás vezes, mesmo bem alto. Mas o alto teor em ferro, em forma de hydroxydo, influencía a solubilidade do acido phosphorico de maneira tal, que a sua **velocidade de reabastecimento** se torna bem pequena, sendo mesmo, em casos de boa riqueza absoluta, necessario applicar uma adubação com acido phosphorico para obter as colheitas que aliás deveriam ser possiveis **pelo bom dispendio individual dos solos em agua.**

Esta adubação não deverá, porém, nestes solos, ser feita em fórma de phosphatos soluveis de caracter acido, como, por exemplo, o superphosphato. A capacidade de absorpção de PO^4 da terra roxa é tão grande (até 5,0 toneladas de superphosphato por Ha. para uma profundidade de 30 cms. em numeros redondos) que com toda certeza uma grande parte, quando não a maior parte do acido phosphorico administrado como adubo será fixada pelo proprio solo e se tornará inactiva. Por conseguinte, ficam de novo confirmadas as experiencias realizadas pelo Instituto Agronomico, de não se poder quasi contar nestes solos com uma acção posterior notavel de superphosphato, mesmo quando no anno da adubação se evidenciar um certo exito.

Estes solos devem ser adubados com phosphatados neutros ou alcalinos, taes como : farinha de ossos, phosphato de Rhenania, escoria de Thomas, etc., bem como, por outro lado, todas as terras amarellas e cinzas (archeano em maior parte, parte do Glacial, Tatuhy, partes do Corumbatahy e Caiuá, como tambem aluviões) devem, de preferencia, ser adubadas com superphosphatos.

Um segundo problema, **commum, ao menos a todas as terras vermelhas e roxas, é a questão do dispendio em azoto.**

O teor total em azoto destes solos parece ser absolutamente normal e em parte mesmo baixo, sob ponto de vista analytico. Apesar disso, a coloração verde escura das folhas da maioria das culturas, mostra que o azoto, não é somente disponivel em abundancia, mas mesmo, muitas vezes, em excesso, especialmente em terras roxas. Em certos casos este excesso parece influenciar na colheita de uma maneira desfavoravel. A adubação com azoto se torna por isso geralmente, não sómente superflua, porém, ás vezes, mesmo prejudicial. As analyses do Sr. P. Correa de Mello provaram que existe no sub-solo muitas vezes uma quantidade bastante notavel de nitratos, para esclarecer a questão supra.

Não resta a menor duvida de que o azoto possue, particularmente na terra roxa, uma mobilidade extraordinaria que é de grande impor-

tancia pratica, **proque em consequencia será possivel fazer consideraveis economias em despesas de adubação, mesmo quando a cultura for intensiva.** Trata-se aqui do mesmo phenomeno, tambem observado na **India** e no **Egypto** em solos de egual caracter.

No delta do Nilo, por exemplo, esta mobilidade do azoto nas terras ricas em ferro é tão grande, que as colheitas de algodão diminuem sensivelmente em consequencia da alimentação automatica em azoto, rica demais.

Infelizmente as razões para este comportamento dos solos ricos em oxydos de ferro estão ainda envolvidas em segredo e por conseguinte ainda não é possivel dominar technicamente este processo importante, por meio de medidas de cultura, a favor de uma agricultura racional.

De accordo com a opinião de **Williamson,** de **Gracey** e de **Das,** nestes solos parece juntar-se á formação bacterial de nitrato **uma oxydação photochimica catalytica das substancias azotadas para formar acido nitrico.**

Cantieni provou, recentemente, com toda a nitidez, a formação intensiva de **Peroxydos** de alcooes, sob a influencia da luz ultravioleta mesmo em ondas longas contidas em quantidades bastante consideraveis na irradiação solar das regiões tropicaes e subtropicaes, principalmente em altitudes mais elevadas, como a maioria do Estado de São Paulo.

Em consequencia da presença nestes solos dos hydroxydos de titanio, manganez e ferro, já de ha muito conhecidos e empregados na technica como catalysadores de processos de oxydação, pode-se mesmo pensar em incluir nas possibilidades a utilização **directa de azoto livre do ar,** como sendo **talvez** uma fonte de nitrogenio que funcciona constantemente ao lado dos bacterios da fixação de azoto.

Estão iniciadas as pesquisas sobre este ponto, para decidir esta questão de importancia fundamental.

Para poder avaliar a significação economica dos diversos typos de solos, a serem em seguida brevemente caracterizados, é de importancia ter sempre em vista o seguinte, e que deve ser considerado approximadamente como o resumo total da sciencia moderna do solo :

A fertilidade de um solo não depende do teor porcentual em substancias nutritivas e agua no solo, isto é, das qualidades estaticas do solo, conforme a sciencia antiga acreditava, mas sim, unicamente, da quantidade de agua e substancias nutritivas posta á disposição das raizes da planta durante o periodo de crescimento.

Um solo, por mais rico que seja chimicamente, é de valor nullo para a cultura, quando a planta não tiver á sua disposição, em tempo opportuno, uma quantidade de agua sufficiente. Esta quantidade de agua pode ser limitada, seja pelo facto das raizes se desenvolverem mui superficialmente e toparem em pequena profundidade, com **ho-**

rizontes illuviaes impenetraveis, de maneira a lhes ficar á disposição apenas um pequeno volume de solo, ou seja pelo facto delle fixar a agua, talvez existente em quantidades consideraveis, como **"agua inactiva** (A_{in}) e de tal fórma em consequencia de sua estructura chimica e physica que sempre está em estreita correlação, que nada resta della ou, apenas um pouco, para a planta. Neste caso a maxima riqueza chimica será sem valor

Por outro lado, um solo, que seria classificado pelos scientistas de solo da velha escola, pelos seus caracteristicos estaticos, como sendo incapaz para ser cultivado, porque parece ser chimicamente muito pobre, poderá apresentar, praticamente, a maxima fertilidade. Uma profunda distribuição de raizes e por isso a possibilidade do aproveitamento de um grande volume de terra pelas plantas junto com um pequeno teor em agua inactiva, e por conseguinte com um grande teor em agua disponivel (Cap. estat.) pode mais do que compensar a pobreza chimica porcentual.

Este ultimo caso se dá, no minimo, com 70% dos solos do Estado de São Paulo.

A relação entre solo e planta não é, pois, estatica conforme ensinava a antiga sciencia de solos.

E' um antagonismo dynamico, e mais do que isso, uma luta perfeita entre o solo e a planta, não em torno de porcentos, porém em torno de unidades electrochimicas activas (Kiloval) de agua e Ionios ("substancias nutritivas"). E, nessa luta, vencerá o mais forte.

A technica da agricultura moderna não consiste sómente em lavrar o solo e adubar as plantas, porém em fazer as plantas victoriosas neste combate, por meio de medidas physicas e chimicas apropriadas, a serem empregadas no solo.

O aliado absoluto e mais poderoso do agricultor e por conseguinte tambem da planta, nesta luta sem treguas já durante milhares de annos contra o solo, é a **agua.**

Agua a mais ou agua a menos sempre offerece vantagens ao solo na luta contra a planta, e uma colheita rendosa se tornará impossivel. A arte do agricultor, que trabalha racionalmente, consiste, pois, em manter no **optimo** o teor do seu solo em agua disponivel na zona das raizes, objectivo que pode ser alcançado no caso individual segundo a estructura chimica e physica do solo . De accordo com este optimo individual do dispendio em agua que garanta para as plantas culturaes uma porcentagem determinada da colheita maxima possivel, devem ser administradas logicamente, tambem, as doses eventuaes de adubo, sob consideração das qualidades chimicas individuaes do solo.

Si uma adubação em quantidades demasiadamente pequenas representa um erro administrativo, uma adubação em quantidades demasiadamente grandes será um erro ainda maior. Está claro, pois,

que será irracional administrar a um solo uma adubação cara, calculada para uma colheita maxima de 100%, quando no solo em questão, o dispendio individual em agua limitar a colheita maxima individual possivel, por exemplo, a 30%. 70% da adubação representam, em tal caso, dinheiro desperdiçado, salvo se a **irrigação** do solo offerecer as bases para uma colheita maxima potencial real, o que é o unico alvo racional no caso da irrigação.

Pelo facto do dispendio em agua, isto é, do caracter physico do solo, condicionar o seu valor economico, é que as pesquisas iniciaes da Secção de Solos tratam primeiramente das **qualidades physicas dos solos, e mui especialmente do dispendio dos solos em agua.**

Apresentaram-se immediatamente, sob esse ponto de vista, **3 grupos de solos distinctos,** que, aliás, coincidem em grande parte com os grupos do Estado de São Paulo, classificados pelos praticos como "solos seccos" "intermediarios" e "bons".

Segundo o Boletim Technico : **Analyse de solos I, Analyse Physica** que contem todos os pormenores scientificos pode-se classificar estes tres grandes grupos de solos da seguinte maneira :

GRUPO I — **Solos com prevalencia de agua gravitativa**
a) sem horizontes illuviaes ;
b) com horizontes illuviaes em profundidade média.

GRUPO II — **Solos com prevalencia de agua osmotica**

GRUPO III — **Solos com agua osmotica unicamente, eventualmente em excesso sobre o volume de poros.**

Agua gravitativa é, segundo o uso de linguagem internacional, a quantidade de agua no solo que permanece **livremente movel** no interior do volume de poros dos solos, de maneira que vae penetrando no solo pela gravidade, até um obstaculo impermeavel: rocha ou horizonte illuvial podendo ser facilmente eliminada por meio da drenagem.

Esta agua apenas apparece nos solos, quando a sua **hygroscopicidade** (**Hy**) for muito pequena em comparação com o volume de poros.

Neste caso, sendo muito pequena a força mantenedora de agua, e com isso tambem a capacidade minima 4,5 Hy em agua, (correspondente ao **"moisture equivalent"** inglez em medida de volume) toda a agua que exceder a 4.5 Hy, penetra rapidamente para a profundidade, sem valor algum para as plantas.

Poucos metros cubicos das chuvas (1 m^3 = 0,1 mm chuva) ficam nas camadas superiores, principalmente atravessadas de raizes. A maior quantidade das chuvas atravessa os solos permeaveis demais como uma peneira.

Em consequencia da alta permeabilidade, dá-se, mesmo nos casos excepcionaes das chuvas muito fortes, um escorrimento superficial minimo da agua de chuva e, em consequencia disso, a erosão deste typo de solos é pequena.

Sómente pouco tempo após uma chuva é que as plantas dos solos do grupo I.ª têm á sua disposição agua em maior quantidade, nas camadas superficiaes, até cerca de 1/2 m. de profundidade.

Além de 1m. ou mais de profundidade, sómente onde não ha mais evaporação, é que as condições de agua são um pouco melhores, se bem que não sejam favoraveis em consequencia da pequena quantidade de agua disponivel do solo. Chimicamente, estes solos são tambem pobres.

Assim, os solos do grupo Iª, com razão denominados "solos seccos" da pratica, são solos que apresentam, como vegetação natural, gramineas mais ou menos rijas, de crescimento rapido e de curta existencia, como a **barba de bóde** (Aristida pallens) com raizes superficiaes, e plantas xerophilas, como o indayá, arbustos e arvores tortas de folhas duras, que têm a capacidade de satisfazer as suas modestas exigencias em agua por um crescimento extremo das raizes. São os solos do **campo cerrado,** pobre, e das **steppes do indayá.** Estes sómente têm aproveitamento racional quando reflorestados com eucalyptos não exigentes, salvo se forem usados como pastos inferiores, incapazes de serem melhorados.

Quando apparecer nestes solos uma camada impermeavel, ou pouco permeavel (Grupo Iª) numa profundidade que não exceda a 150 cms., a agua de chuva que penetra se vae accumulando a cima d'esta camada.

Forma-se, assim, um **reservatorio natural de agua,** cujo volume depende da profundidade da camada, difficilmente permeavel, podendo alcançar nos solos do grupo Iᵇ uma capacidade de milhares de metros cubicos por Ha. A provisão de agua para as plantas pode se tornar por isso boa até optima. Ao mesmo tempo a quantidade de substancias nutritivas tambem se multiplica, conforme o volume maior de solo aproveitavel.

Mesmo os solos de apparencia pobre, analyticamente, tambem se transformam desta maneira em meios de cultura de boa qualidade. Naturalmente se **esgotam rapidamente,** após producções a principio grandes, mas dão sempre resultados optimos, quando adubados conforme as suas propriedades chimicas.

A vegetação natural de um solo é o resultado do seu teor individual em agua e substancias nutritivas. Ella pode, por conseguinte, apresentar-se nos solos do grupo Iª nas formas mais diversas, desde o campo cerrado, cerradinho e cerradão até a matta virgem, apparecendo os "padrões de terra bôa" em ordem crescente, de accordo com a quantidade da agua e dos nutrimentos disponiveis.

E' necessario chamar aqui a attenção para um erro quasi que geral da pratica, e que consiste na opinião de que uma formação vegetal cerrada, como matta virgem, permitta sempre quaesquer conclusões sobre a **persistencia** da fertilidade, sem duvida existente nos primeiros annos da cultura.

As vegetações naturaes, na realidade, apenas gastam a agua do solo, mas não as substancias nutritivas. O seu grande desenvolvimento, assim com a apparição dos "padrões de terra boa" é, a principio, apenas o indicio de um dispendio favoravel em agua. Naturalmente a riqueza chimica dos solos, de summa importancia para o lavrador, não é sem influencia sobre o desenvolvimento da vegetação natural. Num dispendio egual em agua, o solo mais rico sempre mostrará o desenvolvimento mais frondoso das plantas. **Mas a riqueza chimica não tem a centesima parte da significação para o desenvolvimento da vegetação natural, que lhes é emprestada pelo lavrador na avaliação definitiva dos solos.** Nas vegetações naturaes todas as substancias nutritivas das plantas **voltam de novo para o solo,** no decurso do periodo de vegetação pela quéda das folhas, galhos mortos, troncos, etc., enriquecendo mesmo as camadas superficiaes á custa do sub-solo.

As colheitas das plantas culturaes, porém, extrahem **definitivamente** do solo, todos os annos, ao lado da agua, quantidades muito notaveis da sua provisão em substancias nutritivas, porque os seus residuos, no caso mais favoravel, somente voltam em partes para o solo. Conforme prova o exemplo da terra roxa, citado acima, este esgotamento se eleva até 5% por anno, já no café, que não é muito exigente e que aproveita um grande volume do solo. Está, pois, claro, que, um solo mesmo relativamente pobre sob ponto de vista chimico, pode supportar uma matta virgem cerrada, com circulação natural das substancias nutritivas, quando tiver bastante agua disponivel, mas que tal solo se esgotará quando cultivado e isto em pouco tempo e de tal forma que concede apenas uma producção minima, possivel pela mobilização annual de suas reservas mineraes.

A vegetação natural vive gozando os juros do capital dos solos formados pelas substancias nutritivas. Quanto mais intensa for a agricultura sem adubação, tanto mais consome o capital proprio do solo.

Infelizmente o grupo Iª dos solos apresenta, em certos casos, uma desvantagem bastante desagradavel. A **resistencia da substancia do solo contra a erosão,** calculada como quociente das forças electro (magneticas) do solo e da densidade de camada que condicionam a coherencia, **é bem pequena.**

Resultam dahi duas situações sérias e extraordinariamente perigosas : se o reservatorio, pela profundidade pequena da camada difficilmente permeavel, for pequeno, elle se enche rapidamente com chuvas fortes, que perdurem por algum tempo. A ascensão da agua presa na profundidade, acima da camada impermeavel, começa a agir afofando completamente o solo solto. **E o resultado é uma erosão forte, mesmo nos mais leves declives.**

Quando o declive do terreno for mais ou menos forte, de maneira que a camada difficilmente permeavel tambem possua um forte declive e mesmo quando esta camada estiver a grande profundidade, a erosão se torna uma catastrophe.

Neste caso, não é absolutamente necessario que todo o reservatorio esteja cheio, e que a tendencia da erosão se evidencie superficialmente.

Logo que se formar acima da camada, difficilmente permeavel, a primeira camada de agua continua, caso esse que pode acontecer no prazo de alguns minutos de chuvas fortes, em consequencia da grande permeabilidade dos solos deste grupo, a agua retida começará a **escorrer** no interior do solo, obedecendo ás leis da gravidade. A agua afofa, então, energicamente a ligação já anteriormente fraca entre gleba e sub-solo, operando-se a **erosão do sub-solo,** e com isso o transporte de massas enormes da gleba. Os sulcos de 5 ou mais metros de profundidade, rasgados pela erosão, particularmente na **formação Baurú** (note-se esse caso) são exemplos para isso.

Os solos do grupo II, nos quaes a agua osmotica excede a agua de gravitação, sem que esta ultima falte por completo, apresentam as condições mais ideaes, no que diz respeito ao dispendio de agua.

Sob a influencia commum da gravitação e das enormes sucções osmoticas, condicionadas pela riqueza em substancias nutritivas (Cationios) e a estructura coloridas de uma grande parte da materia dos solos, a agua de chuva penetra rapidamente no solo, mesmo quando este já estiver muito molhado.

Um forte escorrimento e, em consequencia disso, uma forte erosão superficial, sómente se observa após chuvas muito fortes e muito demoradas. A erosão superficial é pequena. Uma erosão do sub-solo falta por completo, porque não é possivel que se formem correntes consideraveis da agua no interior do solo. A distribuição da agua em todo o perfil é muito regular, mesmo nas profundidades maximas. De outro lado, os altos valores osmoticos condicionam uma quéda de pressão tão grande na superficie dos solos, que apenas se nota a sêcca em profundidades relativamente pequenas, mesmo quando ella for bem prolongada. **A resistencia destes solos contra a sêcca é grande.**

Mesmo quando o solo estiver completamente saturado com agua, ainda permanece **ar** em quantidade sufficiente para garantir um livre desenvolvimento das raizes.

A vegetação natural do grupo II de solos é por isso matta virgem bem desenvolvida com todos os padrões de terra boa. Este grupo é o "non plus ultra" em valores agricolas e mostra uma fertilidade muito persistente, mesmo sem adubação. O exemplo é a **terra roxa legitima.**

O grupo III de solos representa o typo exactamente opposto ao grupo I, com o seu teor unico em agua osmotica, cuja quantidade theorica, isto é, calculada sobre a substancia solida dos solos, é muitas vezes maior do que o volume de poros existentes na natureza.

A penetração da agua de chuva nestes solos succede apenas sob a influencia da queda das forças osmoticas, tensão esta que depende completamente do teor momentaneo de agua do solo. A profundidade da penetração é limitada mesmo no solo sêcco, e sómente raras vezes muito maior do que 40 cms. (veja-se Analyse de Solos I). A velocidade da entrada de agua na terra, inicialmente grande, quando a superficie estiver sêcca, diminue de tal forma em pouco tempo, conforme o humedecimento dos centimetros superiores for avançando, que mesmo as chuvas fracas, em terrenos pouco inclinados, escorrem fortemente.

A erosão superficial é, apesar disso, pequena, porque uma resistencia extraordinariamente grande da substancia do solo se oppõe á mesma.

As quantidades armazenaveis de agua disponivel estão limitadas ás camadas superficiaes, e são quasi sempre pequenas em vista do alto teor em agua inactiva.

Sómente gramineas, de curta existencia, com raizes superficiaes ao lado de arvores isoladas, que parecem ter relação com os buracos profundos de formigueiros e cupins, conseguem ali crescer. O grupo III representa, por conseguinte, o typo dos solos das **campinas**, isto é, dos capinzaes puros do Estado de São Paulo, como são encontrados nas circumvizinhanças de **Itapetininga**, em solos de **Corumbatahy** e **terra misturada de Tatuhy.**

A questão sobre se essas campinas representam realmente sempre **uma vegetação original**, ou se foram creadas **artificialmente** por devastação de florestas e uso posterior como pastos, ainda não poderá ser respondida. Em parte, seguramente, succedeu o ultimo caso.

Em muitos perfis pesquisados deste typo, o sub-solo apresentou, já numa profundidade de poucos centimetros, o phenomeno extraordinario de um volume muito maior em poros do que as camadas superficiaes.

Uma outra explicação para este phenomeno, a de que houve um endurecimento por influencias externas produzidas pelas pisadas do gado, quasi que não entra em consideração, salvo a hypothese mais do que improvavel, de que a superficie actual seja por completo um antigo horizonte illuvial, formando hoje a gleba, depois da erosão da gleba original.

Por outro lado, as differenças muito grandes entre os maximos e os minimos do volume de poros destes solos, falam por uma variabilidade muito grande e facil das condições de estructura, condições estas que, sem mais, tornam possivel uma modificação tão grande

como é a de observar o caracter physico do solo, já pela pastagem normal de grandes rebanhos.

Felizmente a estructura pouco favoravel dos solos do grupo III não deve, mesmo se fosse natural, ser considerada como uma decadencia irremediavel do valor cultural. Uma aração profunda bastaria, seguramente, para transformal-os em bons solos de cultura, corrigindo-os quanto ao dispendio em agua, junto com o teor dos solos médio até alto em substancias nutritivas. E' que ha só a necessidade de se encaminhar a agua para a profundidade do solo por meio de um profundo afofamento da camada superficial.

Os algarismos que podem ser considerados como sendo approximadamente caracteristicos para o dispendio em agua dos typos principaes de solos do Estado, estão contidos na tabella III.

Para o julgamento do dispendio em agua, deve-se observar que valores da capacidade estatica "Cap_{estat}" (que são equivalentes mais exactos da **"field capacity" americana**, respectivamente da **"capacidade de chuva"** de **Sekera**), devem ser considerados, quando abaixo de 100 mm. como minimo absoluto para solos dignos de serem cultivados. Esta quantidade minima garante a vida das plantas apenas durante 3-4 semanas sem chuva forte. O diagramma II mostra a dependencia da colheita possivel individualmente em porcentos da colheita maxima absoluta da $Cap_{est.}$ para o caso de solos chimicamente ricos. Todos os valores se referem á profundidade effectiva individual das raizes **R** nos diversos typos dos solos. Afim de conceder ao menos uma idéa geral do ponto de vista chimico, isto é, para não deixar o segundo factor principal e essencial para a fertilidade do solo — o teor dos solos em bases — completamente fora de observação, accrescentaram-se os algarismos calculados para o teor em bases e para a acidez (vide Diagramma III). As particularidades ficarão, aliás, a cargo do Boletim Technico especial.

1) — ARCHEANO

Em consequencia das grandes differenças petrographicas do archeano, em curtas distancias, os solos desta formação apresentam differenças tão grandes entre si, sob o ponto de vista physico e chimico, que seria precipitado querer-se dar desde logo uma imagem, mesmo approximada, de suas qualidades geraes. Limitamo-nos, pois, unicamente á apresentação dos dados de um **"salmoirão"** typico da Estação Experimental de Sorocaba, como representante de um dos melhores typos dos solos do Archeano.

A agua osmotica e a agua de gravitação estão divididas de uma maneira feliz. Numa profundidade de cerca de 1,50 m. começa a zona de decomposição mais densa, de maneira que a massa de solo apresenta um reservatorio de agua util desta profundidade, com um Cap_{estat}

TABELLA III

VALORES APPROXIMADOS PHYSICOS E CHIMICOS DE SOLOS DE DIFFERENTES FORMAÇÕES GEOLOGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

Formação	Denominação especial	R. cms.	MM. agua osmotica	MM. agua gravitativa	MM. CAP estat.	MM. A/in.	MM. Capacidade total de agua	KV bases S	KV Acidez indifferente (H)	KV Acidez nociva (AL)	KV T capacidade de absorpção total	% saturação	Grupo physico	Composição chimica
Archeano	Salmoirão	150	264	150	414	212	626	454	325	43	616	84	Ib	Media até boa
Glacial	Terra vermelha	120	336	100	436	264	700	264	840	180	1684	15	II	Muito pobre
Tatuhy	Areia cinzenta	100	60	sem valor! (400)	60	50	110	65	230	100	395	18	Ia	Pauperrima
Tatuhy	Terra roxa (misturada)	60	144	?	144	168	312	450	375	15	528	85	III	Media até boa
Corumbatahy	Terra roxa falsa	90	180	90	276	144	404	1350 (+558)	225	—	1575	83	II	Rica
Botucatú	Areia cinzenta e vermelha	100	140	sem valor! (350)	140	110	250	160	500	150	810	18	Ia	Muito pobre
Botucatú (Lava)	Terra roxa legitima	150	330	100	430	255	685	2850 (+1200)	560	—	3410	85	II	Riquissima
Caiuá	Areia vermelha	150	180	sem valor! (300)	180	140	320	300	330	180	510	58	Ia	Pobre até media
Baurú	Terra vermelha	120	180	203	383	144	523	516	180	60	756	67	Ib	Media até boa

de mais de 400 mm. chuva, o que corresponde, segundo o diagramma II, em numeros redondos, á possibilidade de 90% da colheita maxima absoluta, quando houver uma provisão sufficiente de substancias nutritivas.

O **teor em bases** de 450 KV, em grande parte formado por K, e com uma saturação de 85%, isto é, com um reabastecimento relativamente rapido, pode ser considerado como sendo médio, e até bom.

As boas experiencias praticas com os "salmoirões" são, pois, confirmadas, em todo volume, pelos dados das analyses.

2) — GLACIAL

A rocha mater dos solos glaciaes é em grande parte **Tillit**, isto é, rocha argillosa com grandes blocos de pedras, ou **"warve clay"**, ou seja schisto argilloso excellentemente stratificado e livre de componentes grosseiros, depositado de um modo caracteristico, como, por exemplo, pode ser perfeitamente observado nas pedreiras de **Itú.**

Estes solos são caracterizados pelo seu teor em argilla, decomposto e formando terra vermelha de granulação fina até em grandes profundidades em todas as regiões do glacial ; salvo quando a erosão de millenios tenha derrubado as camadas superficiaes antigas, e os solos recentes tenham, em consequencia disso, pouca profundidade.

A vegetação natural destes solos, consiste de campo mais ou menos cerrado, juntamente com muito indayá e arvores e arbustos xerophilos.

Estes solos são considerados como **"terra sêcca pobre"** de valor minimo para a lavoura. A sua extensão pode ser calculada em 2,5 até 3 milhões de Ha. aproveitados hoje em dia exclusivamente para pastos de valor médio até pequeno.

Esta avaliação dos solos glaciaes pela pratica, corresponde, sómente com muitas reservas, ás reaes possibilidades de cultura, conforme provam os algarismos da tabella III para os perfis examinados.

Sob o ponto de vista physico, estes solos apenas merecem o predicado : "terra sêcca", quando não tenham sido convenientemente tratados, ou sem trato algum. Nesse caso apresentam uma evaporação muito forte. Realmente, **o dispendio da agua do solo, isto é, a $Cap_{cst.}$, que é mesmo mais elevada do que para o "salmoirão", é quasi que ideal.** O facto destes solos apresentarem apenas uma vegetação sêcca, e fornecerem pequenas colheitas, quando cultivados, nada tem que ver com a estructura physica, mas depende unicamente da estructura chimica dos mesmos.

O teor em substancias nutritivas é com 264 KV muito pequeno e a velocidade de reabastecimento de substancias nutritivas com 15% de saturação é táo minima, que a boa provisão de agua dos solos não se pode evidenciar nas colheitas, simulando então uma "sêcca", que realmente não existe.

Quando forem administrados a estes solos, cal e adubos alcalinos ambos necessarios em consequencia do teor relativamente pequeno em acido nocivo em doses pequenas, absolutamente economicas, então poderemos esperar theoricamente, com toda a segurança, colheitas summamente rendosas.

Os ensaios de adubação realizados pelo Instituto Agronomico, em Campinas e em Limeira, demonstraram uma reacção extraordinaria destes solos para os adubos, o que prova perfeitamente que esta affirmação, baseada em dados de analyse, tem toda a razão de ser.

Estes solos vermelhos profundos de glacial, não devem, por conseguinte, ser contados com os solos ruins do Estado de São Paulo, porem, potencialmente, com um tratamento racional, devem ser tidos como fazendo parte dos solos bons.

Para uma intensa cultura de irrigação, aliada a uma forte adubação, taes solos são quasi que ideaes, em vista da alta permeabilidade e do arejamento perfeito.

3.) — TATUHY

A grande constancia das qualidades physicas e chimicas, evidenciada tão claramente nos solos do glacial, que acabaram de ser considerados, não pode ser observada na formação **Tatuhy**, considerada, por muitos autores, como sendo a parte mais nova do Glacial.

O Tatuhy, como rocha mater, não consiste apenas de sedimentos na maioria fluviaes muito differentes : arenitos até os schistos argillosos que variam em curta distancias, porém é, além disso, amplamente atravessado por "Basaltitos", a saber, principalmente por diabases gabbroiticas.

As variações dos solos do Tatuhy são grandes, e, em consequencia disso, as formas mixtas de todas as especies, desde a areia solta até a terra roxa, são communs.

A tabella III contém os dois extremos até hoje observados.

Quasi que não é necessario dar explicações sobre os dados, egualmente baixos sob ponto de vista physico e chimico, da areia formada do arenito puro do Tatuhy. Trata-se de uma areia cinza até clara, quasi que esteril, coberta de campo cerrado muito escasso, ou indayal legitimo com gramineas rijas, dentre as quaes se salienta nitidamente a barba de bode. (Grupo I^{a}).

O valor destas terras, cuja extensão não póde ainda ser calculada é pequeno, mesmo para pasto. O seu valor para a lavoura é praticamente nullo. A **erosão, pela agua, é pequena,** visto que esses solos sugam qualquer quantidade de chuva como se fossem uma esponja, para somente juntal-a em depressões rasas sobre uma camada de argilla em forma de pantanos. Em compensação, observa-se, de accordo,

com os dados physicos, **uma tendencia muito forte para a erosão pelo vento e a formação de dunas,** como, por exemplo, nos arredores de **Campo Largo.**

Conviria averiguar se seria ou não apropriado, organizar, nessas regiões, um **reflorestamento obrigatorio** com eucalyptos. Se bem que actualmente ainda não exista nenhum perigo directo, este, sem duvida, já existe potencialmente. **Em todo caso, seria necessario obstar-se, em tempo opportuno, esta forma, a mais perigosa de todas da erosão.** O afastamento desse perigo, que se poderá conseguir com facilidade no inicio, tornar-se-á mais tarde, quando mais desenvolvido, muito dispendioso e até impossivel. Os acontecimentos modernos em Texas e outros Estados da America do Norte, são um exemplo sério, sobre até aonde poderá ir a devastação pela erosão eolica.

A terra roxa misturada do Tatuhy representa o typo exactamente opposto. (Grupo III). Pela pastagem (veja-se acima) a camada superficial está de tal forma endurecida, que não existe mais agua de gravitação. As boas qualidades chimicas (e na profundidade tambem physicas) do solo não podem entrar em acção por causa da pequena $Cap_{estat.}$ das camadas superficiaes e da limitação estreita do desenvolvimento das raizes em consequencia da sêcca physiologica.

Uma porcentagem muito grande de chuva escorre superficialmente sem ser aproveitada, formando **pantanos nas baixadas, sem, comtudo, produzir erosão.**

Um tratamento racional, profundo, transformaria facilmente um solo desses em meio de cultura favoravel.

4.) — CORUMBATAHY

Ainda não se examinou nenhuma parte do facies superior do **Corumbatahy** apenas localmente espalhado no Estado de São Paulo, consistindo de schistos arenosos vermelhos.

O **Corumbatahy inferior,** formado, em sua maior parte, de schistos argillosos cinza escuros, ricos em cal, conforme provam os perfis extrahidos, fornece solos em geral bastante pesados, e que parecem ser muitas vezes confundidos com terra roxa, como **Washburn** já frizou, em consequencia de sua cor vermelho-escura. Na tabella III elles são, em consequencia disso, denominados **"terra roxa falsa"**, pertencendo ao Grupo II. Assim como a terra roxa legitima, elles tambem fazem parte dos melhores solos do Estado de São Paulo, quando não são maltratados por pastagens, e entram no Grupo III (vide acima). A sua extensão, infelizmente, ainda não pôde ser calculada, não devendo, porém, exceder a 500.000 Ha.

O equivoco com terra roxa poderá facilmente dar-se, em virtude da egual fertilidade dos solos e pelo facto das intrusões de Basaltitos, já citadas no Tatuhy, se encontrarem nelle em numero ainda muito

maior. A limitação nitida entre terra roxa legitima e terra roxa falsa, é frequentemente muito difficil, quando se faz o julgamento apenas pela impressão da superficie do solo. No perfil, aliás, não é possivel dar-se um equivoco.

A profundidade dos solos do Corumbatahy parece não exceder nunca a 1-1,5 m., o que está de pleno accordo com o caracter da rocha mater. A profundidade effectiva de raizes parece importar, raras vezes, em mais de 90 cms. No estado natural, a $Cap_{estat.}$ não é particularmente alta, existindo um bom equilibrio da agua osmotica e da agua de gravitação disponivel, porém sufficiente para alcançar colheitas muito boas, em vista de ser grande a riqueza chimica dos solos. A cal prevalece entre as bases, existindo, ás vezes, em grandes quantidades sob a forma de $Ca\ CO^3$.

Já se chamou a attenção para a grande variabilidade das condições de volume da materia dos solos do Corumbatahy. Assim como ellas são peoradas em certos logares, em consequencia de um tratamento negligente, por pastagem, é possivel, por outro lado, uma elevação tamanha de $Cap_{estat.}$ por um aramento racional profundo, que se pode quasi equiparar os solos do Corumbatahy á terra roxa legitima, como provam as experiencias praticas desta região. Médias de 300 arrobas de algodão são mesmo possiveis.

A vegetação original destes solos é, naturalmente, matta virgem, mesmo nos typos mais razos.

5.) — BOTUCATU'.

A formação do **Botucatú** abrange duas rochas mater, completamente extremas, a saber : **o arenito basal do Botucatú, de granulação grosseira, e as camadas de Lava espalhadas acima do arenito.** (O papel do arenito eolico intercalado entre a lava superior e a lava inferior do Botucatú ainda não é bem claro). De conformidade com isso, os dois typos caracteristicos dos solos de Botucatú, são diametralmente oppostos em suas propriedades, e, por conseguinte, tambem em seu valor. Principalmente nos declives das montanhas se observam todos os estados de transição entre os dois typos de solos, como "terras roxas misturadas".

Os descendentes do **arenito basal do Botucatú** são, conforme mostra a tabella III, solos leves de permeabilidade muito grande, que tendem fortemente para a seccagem, em consequencia da pequena $Cap_{estat.}$ de, apenas, 146 mm., se bem que sejam de grande profundidade. (Grupo I^a).

Sob o ponto de vista chimico, estes solos são um pouco mais ricos do que os de Tatuhy, não podendo, porém, concorrer com os do Glacial. São um meio de cultura duvidoso destinados a servirem de pas-

tos em virtude de sua grande permeabilidade, quasi que praticamente irremediavel, conforme tambem prova o estado pobre das culturas, quando estas existem.

A **terra roxa, legitima,** formada pelas Lavas, equivale, no que diz respeito ao dispendio em agua, aos solos do glacial. Pertence tambem ao mesmo grupo II. Sob o ponto de vista chimico, ella os excede em mais de 10 vezes em seu teor em bases, sem considerar o teor em Ca CO^3 muitas vezes consideravel, existente na mesma. Durante muitos annos de cultura sem adubação, naturalmente estes solos se esgotam, conforme ficou provado acima. Mas se torna facilmente comprehensivel que as partes mais ricas desta terra, conseguem fornecer boas colheitas de café, sem adubação digna de nota, mesmo após uma cultura de 100 annos, quando se considera que as raizes do cafeeiro penetram em profundidades cada vez maiores, conforme a edade dos mesmos for avançando, como já ficou provado por observações.

Uma outra vantagem consiste na variabilidade proporcionalmente pequena, do volume de poros, das substancias da terra roxa, qualidade esta que exclue não de todo, mas quasi que completamente uma densificação perigosa, tão facilmente possivel nos solos de Corumbatahy, (vide acima).

O alto grao de capacidade de sorpção da terra roxa, tem, aliás, uma desvantagem, para a qual já se chamou a attenção acima, em outra relação. E' facil manter estes solos, por uma adubação e bom tratamento physico, racionalmente em egual capacidade de producção. Todavia, não será facil, quando já esgotados, fazel-os retornar ao velho estado de fertilidade, por meio de adubação. Já se chamou a attenção para a fixação enorme do acido phosphorico soluvel. O comportamento, em face das bases e especialmente do K, não é muito differente. Mesmo uma adubação fortissima com K não se espalha nestes solos muito além das camadas de solo lavradas, devendo permanecer inicialmente, quando as doses não forem muito grandes, inactiva para culturas com raizes profundas.

A technica da adubação racional é, sem duvida, para a terra roxa, um problema bastante difficil. A questão do azoto já foi considerada mais acima.

O mappa sobre a expansão das lavas de Botucatú, levantado pelo **Dr. Guilherme Florence,** tornará possivel uma avaliação de extensão da terra roxa, em tempo bem curto.

E' quasi logico que todas as terras roxas estiveram uma vez cobertas de densa matta virgem.

6.) — **CAIUA'**

A formação **Caiuá** do Estado de São Paulo (se uma tal formação especial existe e não seja **Arenito intercalado do Botucatú** seguindo **Moraes Rego**) consiste de arenitos de caracter eolico de

granulação mais fina [illegible] do arenito basal do Botucatú, dispostos em camadas cruzadas, que estão desaggregadas até grandes profundidades em solos arenosos, mais ou menos vermelhos, e de grande uniformidade.

O Caiuá pertence ás formações mais amplamente espalhadas no Estado, sem que actualmente seja possivel prever os seus limites no oéste. A sua extensão será de 5,0 milhões de Ha., quando não, mais.

A tabella III reproduz um typo médio, que pode variar de um lado na direcção de Tatuhy, arenoso, isto é, de sêcca maior, e, por outro lado, na direcção do Baurú, arenoso, isto é, de melhor dispendio em agua.

O dispendio em agua com $Cap_{estat.}$ 180 mm. do grupo I^a, garante em si, em numeros redondos, 60-70% de uma colheita maxima, podendo ser ainda melhorada, apesar da grande permeabilidade dos solos, quando houver boa distribuição de chuvas durante o periodo de vegetação. Longos periodos de sêcca poderão tornar-se muito perigosos, mesmo quando houver um bom cuidado dos solos.

Nos primeiros annos de cultura são alcançadas nestes solos, chimicamente pobres, colheitas admiraveis, o que se deve ao facto da provisão em substancias nutritivas escorrer relativamente depressa, facto este que se prova pela saturação relativamente alta, de 58%.

As colheitas, inicialmente boas, diminuem, porém, nestes solos, rapidamente, quando não houver adubação, facto esse que ficou amplamente comprovado pela pratica.

Sob chuvas sufficientes e bem distribuidas, ou sob uma irrigação cuidadosa, frequentemente distribuida em pequenas doses, uma adubação racionalmente administrada, deveria evidenciar uma grande acção e dar bons resultados.

As partes mais pobres do Caiuá apresentam como vegetação natural um cerradinho pobre, emquanto que em solos mais profundos e humidos se encontra cerradão até matta virgem. Em geral os solos do Caiuá devem ser considerados como meios de cultura de qualidade média, comtudo capazes de uma producção relativamente satisfactoria, quando houver um bom tratamento e adubação intensa, exactamente adequada ás qualidades locaes dos solos.

7.) — BAURU'

A formação do **Baurú**, que toma a maior parte do Noroeste do Estado de São Paulo, entre o **Rio do Peixe** e o **Rio Grande**, devendo a sua extensão ser calculada ao menos em 5-6 milhões de Ha, não pode ser em todos os logares nitidamente distinguida do Caiuá. No seu facies typico, os sedimentos da formação Baurú, em maior parte fluviaes, se apresentam como arenitos claros até vermelhos, mais ou menos calcareos e argillosos, cujo caracter varia fortemente de logar para logar.

De accordo com o exposto acima, os solos do Baurú tambem variam fortemente entre si. Com reserva de resultados mais numerosos de pesquisas, pode-se affirmar, que quanto mais se avançar para o oéste, e, por outro lado, quanto mais novo for o horizonte Baurú local, que forneceu o solo respectivo, tanto mais as qualidades do solo vão melhorando na sua composição, em consequencia do augmento do teor do material em restos vulcanicos. Os horizontes Baurú inferiores e, especialmente, os orientaes, forneceram, pelo contrario, solos que quasi não se differenciam daquelles da formação superior do Caiuá.

Todos os solos medios e melhores de Baurú têm, porém, um traço em commum, que os differencia das areias de Tatuhy, areias de Botucatú e Caiuá, a saber **um teor elevado em argilla.**

Em todos esses solos, o teor em argilla, e com isso a força mantenedora de agua, augmenta rapidamente da superficie para baixo, de maneira que, ou se encontram em certa profundidade horizontes illuviaes, ou o potencial capillar alcança a altura critica de 550 cms. de columna de agua, sem comtudo influenciar o volume dos poros, de sorte que deste ponto em deante não existe mais agua de gravitação. Os solos de Baurú são representantes typicos do grupo 1^b e, no resultado pratico, muito parecidos com os salmoirões.

Apesar de sua permeabilidade superficial, todos os solos Baurú representam, com as suas camadas do sub-solo impermeaveis ou quasi que não permeaveis, perfeitos reservatorios de agua, cuja quantidade aproveitavel depende principalmente da profundidade da camada impermeavel. A vegetação natural destes solos já mostra de bem longe a profundidade na qual deve ser procurada a camada impermeavel no perfil.

O cerrado escasso indica, ou horizontes rasos (com 30-40 cms. de profundidade) ou a falta completa de horizontes illuviaes. Debaixo de uma matta virgem, muitas vezes de forte desenvolvimento, a profundidade do reservatorio de agua importa em 120-200 cms.

Conforme mostra o exemplo da tabella III, o dispendio em agua, nos bons solos Baurú, quasi que não é inferior ao da terra roxa legitima, devendo ser antes avaliado, muitas vezes, como sendo mais favoravel sob o ponto de vista qualitativo.

Em riqueza chimica disponivel, o solo do Baurú não pode ser equiparado á terra roxa, mas sim ao salmoirão. Elle contém, em consequencia da grande mobilidade do teor em nutrimentos inicialmente, quantidades tão grandes em substancias nutritivas disponiveis, que um solo cultivado pela primeira vez é capaz de fornecer colheitas volumosas, durante alguns annos, antes que se evidencie um esgotamento, conforme as experiencias praticas. Uma vez esgotado, o solo de Baurú não se reconstitue por si mesmo, sendo muito pequena a reserva mineral.

Em virtude da sua pequena capacidade de absorpção, em comparação com a terra roxa, já doses de adubos, relativamente pequenas, deverão produzir uma acção optima, tornando-se rendosas quando forem calculadas de accordo com as qualidades individuaes do solo.

Em todo caso, no minimo 50% dos solos de Baurú collocam-se, em valor economico, immediatamente após os de Corumbatahy. São tambem elles apropriados para uma cultura intensiva de irrigação.

Infelizmente, a facil formação de camadas impermeaveis significa tambem uma grande desvantagem para estes solos.

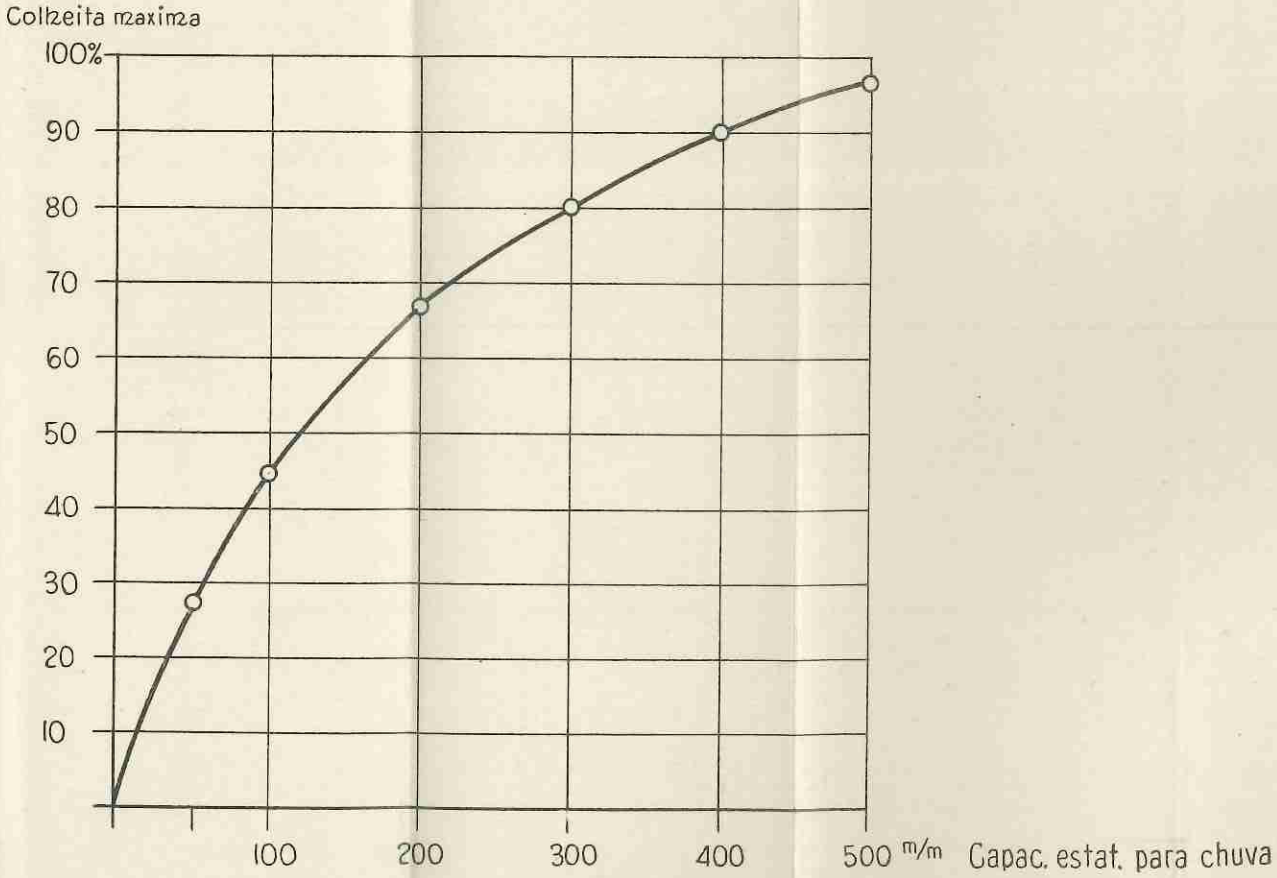
Despidos da vegetação natural e privados, em consequencia disso, da sua protecção original contra a força das gottas das chuvas, resulta com certa facilidade, principalmente nos bons solos de Baurú, uma lavagem superficial da argilla. Devido á extrema permeabilidade dos perfis, formam-se, conforme se pode directamente observar em grandes chuvas, já em pequenos declives do terreno, as correntes de agua subterranea acima citadas. **A consequencia é uma forte tendencia para a erosão dos solos de Baurú, e a saber, na forma mais perigosa, como a erosão do sub-solo.**

Tendo-se em consideração o caracter especial destes solos, deve-se considerar como duvidoso, se a installação de curvas de nivel será sufficiente para obstar a erosão. Quando a inclinação for maior, poder-se-á prognosticar com bastante segurança a insufficiencia destas medidas, commummente esplendidas, quando não se cuidar, ao mesmo tempo, de munir a superficie do solo de uma cerrada coberta de plantas, que o proteja contra as chuvas pesadas.

A devastação das florestas do noroeste do Estado pelas serrarias, sem cultivar os solos racionalmente, é um crime contra a economia publica, que custa muito mais arruinando areas enormes de solos excellentes, do que o valor da madeira exportada pode compensar.

Estas, assim como todas as outras questões individuaes, merecerão sempre particular observação nos boletins especiaes da Secção de Solos, á base de material amplo de observação e de pesquisa.

Diagramma 2



Relação da colheita possivel em % da colheita maxima absoluta com a capacidade estatica (Cap. estat.) dos perfis (supondo riquesa chimica do sólo ou adubação adequada).

(Segundo Sekera)