

# Estudo Sumário de um Sóló para o Arrôz

JOSE' SETZER

Assistente auxiliar da Secção de Solos  
Instituto Agronomico de Campinas

Este rápido estudo (dois estudos mais documentados e detalhados foram por nós entregues à Revista da Soc. Bras. de Agronomia, do Rio, e à Bragantia, deste Instituto) têm por fim mostrar algumas das possibilidades proporcionadas pela análise de um perfil completo de solo.

Encontrará aqui o leitor também a explicação, em poucas palavras e simples, de certas características químicas e físicas que a Secção de Solos sempre determina nos seus perfis e que usa para avaliar as possibilidades de um certo solo para uma cultura determinada.

Não mencionaremos a análise mineralógica do perfil e não consideraremos aqui a significação geológica do solo estudado. Diremos apenas que se trata (perfil n°. P-327) de terra preta da várzea do rio Paraíba, distante 2 K do rio e outrotanto dos primeiros morros terciários

O perfil foi tomado no fim de agosto de 1939, após uma sêca de 4 meses. O solo tinha sido arado dias antes. A sua superficie, perfeitamente plana, estava a pouco menos que 2 metros acima do nível d'água no rio. Quanto ao tipo do solo, é aluvião preta, argilosa e ácida. A região é de arrosais. Esta cultura tem sido feita desde ha 30 ou 50 anos, com interrupções. Ha uns 5 ou 6 anos o solo foi adubado uma vez, tendo sido esta a primeira e a única adubação. As colheitas estão diminuindo ultimamente ao ponto de se tornar nitidamente anti-econômica a dispensa da adubação. O fazendeiro é cuidadoso e observador.

## I — ANÁLISE QUÍMICA \*

## A— Solo até a profundidade de 15 cm

|                     | <i>Teor</i><br><i>Trocavel</i> | <i>Análise</i><br><i>Sumária</i> | <i>Teor</i><br><i>Total</i> |
|---------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Azoto               | —                              | —                                | 29,1                        |
| Fósforo             | 2,9                            | 4,9                              | 6,1                         |
| Cálcio              | 0,73                           | 1,2                              | 2,1                         |
| Potássio            | 0,07                           | 0,28                             | 0,30                        |
| Magnésio            | 0,04                           | —                                | 0,27                        |
| Manganês            | 0,07                           | —                                | —                           |
| Sódio               | 0,06                           | —                                | —                           |
| Húmus               | —                              | —                                | 104                         |
| Acidez inócua (H)   | 27,3                           | —                                | —                           |
| Acidez nociva (A 1) | 4,0                            | —                                | —                           |
| pH atual            | 4,5                            | —                                | —                           |
| pH mínimo           | 4,3                            | —                                | —                           |
| índice V            | 3,0                            | —                                | —                           |
| índice C/N          | 35                             | —                                | —                           |

## B — Profundidade de 15 a 35 cm

|               | <i>Teor</i><br><i>Trocavel</i> | <i>Análise</i><br><i>Sumária</i> | <i>Teor</i><br><i>Total</i> |
|---------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Azoto         | —                              | —                                | 25,4                        |
| Fósforo       | 0,7                            | 2,0                              | 3,3                         |
| Cálcio        | 0,7                            | 1,4                              | 1,0                         |
| Potássio      | 0,06                           | 0,16                             | 0,45                        |
| Magnésio      | 0,04                           | —                                | 0,23                        |
| Manganês      | 0,01                           | —                                | —                           |
| Sódio         | 0,012                          | —                                | —                           |
| Húmus         | —                              | —                                | 70                          |
| Acidez inócua | 24,1                           | —                                | —                           |
| Acidez nociva | 3,7                            | —                                | —                           |

\* Todos os valores químicos estão em ME/100 cc de solo natural.

12 — ESTUDÓ SUMARIO DE UM SOLO PARA O ARRÓS

|            |     |
|------------|-----|
| pH atual   | 4,4 |
| pH mínimo  | 4,3 |
| ndice V    | 2,8 |
| índice C/N | 26  |

C — Profundidade abaixo de 35 cm (até 1½ m)

|               | <i>Teor<br/>Trocavel</i> | <i>Análise<br/>Sumária</i> | <i>Teor<br/>Total</i> |
|---------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Azoto         | —                        | —                          | 9,2                   |
| Fósforo       | 0,3                      | 0,6                        | 1,0                   |
| Cálcio        | 0,34                     | 0,34                       | 0,4                   |
| Potássio      | 0,02                     | 0,04                       | 0,19                  |
| Magnésio      | 0,04                     | —                          | 0,09                  |
| Manganês      | 0,01                     | —                          | —                     |
| Sódio         | 0,05                     | —                          | —                     |
| Húmus         | —                        | —                          | 31                    |
| Acidez inócua | 10,1                     | —                          | —                     |
| Acidez nociva | 1,2                      | —                          | —                     |
| pH atual      | 4,6                      | —                          | —                     |
| pH mínimo     | 4,3                      | —                          | —                     |
| índice V      | 3,9                      | —                          | —                     |
| índice C/N    | 32                       | —                          | —                     |

Os valores correspondentes a um solo de fertilidade média do tipo, ao qual pertence o solo em questão, são os que seguem. Profundidade considerada: até 40 cm. Solo pouco explorado e que nunca tenha sido adubado:

|          | <i>Teor<br/>Trocavel</i> | <i>Análise<br/>Sumária</i> | <i>Teor<br/>Total</i> |
|----------|--------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Azoto    | —                        | —                          | 18                    |
| Fósforo  | 0,9                      | 2,0                        | 4,0                   |
| Cálcio   | 2,0                      | 3,0                        | 4,0                   |
| Potássio | 0,25                     | 0,5                        | 3,0                   |
| Magnésio | 0,2                      | —                          | 2,0                   |
| Manganês | 0,15                     | —                          | —                     |

|               |     |   |    |
|---------------|-----|---|----|
| Sódio         | 0,3 | — | —  |
| Húmus         | —   | — | 40 |
| Acidez inócua | 10  | — | —  |
| Acidez nociva | 1,0 | — | —  |
| pH atual      | 5,0 | — | —  |
| pH mínimo     | 4,3 | — | —  |
| índice V      | 20  | — | —  |
| índice C/N    | 20  | — | —  |

Vê-se por aqui que êste tipo de solo da várzea do Paraíba, bom produtor de arrôz, é entretanto um solo fraco quanto aos teores de potássio, magnésio, cálcio, os dois valores de pH, índice V (êste para um bom solo, no Estado de S. Paulo, deve ser acima de 40). É um solo também muito fraco quanto à acidez nociva (um solo bom geralmente tem êste valor não superior a 0,2) e quanto ao índice C/N. Êste último deve ser de 8 a 13. Abaixo de 8 os microorganismos não se desenvolvem bem; e sem a presença deles também as plantas sofrem. Acima de 13, o número de micróbios se torna excessivo e êles passam a consumir o azoto destinado às plantas.

## II — SIGNIFICAÇÃO DOS DIVERSOS TEORES

*Teor Trocável* — É o disponível às plantas em geral. E o que as plantas conseguem retirar do solo com certa facilidade, conforme a espécie de planta e a época do ano.

*Análise Sumária* — ou teor extraído pelo ácido clorhídrico a 10% e a quente: tem uma significação bastante imprecisa. Dá-mo-lo por ser a análise de terra mais usada e referida pelos fornecedores de adubos. Em geral é superior ao teor trocável e inferior ao total.

*Teor Total* — Como o nome indica, é a quantidade total do elemento existente no solo. Não sendo imediatamente disponível às plantas, representa a riqueza latente, potencial, do solo, que, em certas condições favoráveis e após um certo tempo, pode se transformar parcialmente em teor trocável.

### III — SIGNIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS MENCIONADAS

*Azoto* — Só damos o teor total, porquê os outros dois teores, em certas condições, lhe seriam próximos, como, por exemplo, quando se cultiva o arrôS em canteiros inundados. Neste elemento o solo referido é muito rico.

*Fósforo* — Também neste elemento é grande a riqueza do solo em questão. Parece que o solo tenha recebido adubação fosfatada.

*Potássio, Cálcio e Magnésio* — Nestes elementos a terra é muito pobre. Uma aplicação de calcáreo moído, de preferência magnesífero, antes de cada aração, faria muito bem. Adubação potássica aconselhavel.

*Manganês* — Também neste elemento o solo examinado é muito pobre. Tão pobre que se torna necessário ao menos experimentar a adição deste elemento na adubação. É raro um tipo de solo do Estado, em que se constate a falta de manganês. E o seu papel na alimentação e nas funções vitais das plantas é muito importante.

*Húmus* — Mesmo como solo de várzea de limo fluvial, é muito rico em húmus. Talvez demasiadamente rico, porquê eleva muito o índice C/N.

*Acidez inócua* — Como o nome indica, não faz mal às plantas. Determina-se por ser um índice das condições do solo e um auxiliar no cálculo da adubação. É muito alto, como nos solos muito cansados.

*Acidez nociva* — É também demasiadamente elevada e deve ser, sem falta, eliminada pela adubação. É o maior mal a combater, pois impede às plantas de se alimentarem normalmente, não obstante a mais acertada e farta adubação.

*pH atual* — É um índice da acidez do solo. O solo em questão é muito ácido. A adubação deve elevar este índice gradativamente a  $5\frac{1}{2}$ . No tipo de solo em questão o pH tem a tendência de baixar sempre. Poristo é necessária correção anual.

*pH mínimo* — É o maior grau de acidez a que um solo dado pode chegar. E no caso, por falta de adubação apropriada e por causa de culturas sucessivas, o pH do solo desceu quasi ao mínimo possível: está em 4,5 e o minimo possível é 4,3.

*Índice V* — É um índice de fertilidade geral do solo, do ponto de vista químico. É demasiadamente baixo por causa da acidez. A calagem que prescreveremos, elevá-lo-á a um nível razoável

*Índice C/N* — Indica, entre outras cousas, as condições de vida microbiana. É muito alto. Isto significa que a vida microbiana é intensíssima, consumindo uma quantidade demasiada de azoto, o qual pode assim vir a faltar às plantas em certas épocas.

*Sódio* — Sem importância direta.

#### IV — ANALISE FÍSICA

*Análise Mecânica* ou composição granulométrica é típica para os solos compostos de argilito aluvial com limo de rio e detritos orgânicos. Entre os do seu tipo, o solo em questão é dos melhores.

|        | 0 a 15 cm | 15 a 35 cm | 35 a 115 cm |
|--------|-----------|------------|-------------|
| Argila | 50%       | 48%        | 44%         |
| Limo   | 45%       | 51%        | 55%         |
| Areia  | 5%        | 1%         | 1%          |

*Peso Específico Aparente* — Peso em gr de 100 cc de solo natural: é baixo, porquê a porosidade é grande pela ação das águas que inundam o sub-solo.

51 gr                      37 gr                      15 gr

*Peso Específico Real* é o peso em gr de 1 cm<sup>3</sup> de solo, excluídos os poros. Baixo devido à grande quantidade de matéria orgânica.

|      |      |      |
|------|------|------|
| 1,83 | 1,77 | 1,89 |
|------|------|------|

*Porosidade* ou volume ocupado pelos poros:

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 72% | 79% | 92% |
|-----|-----|-----|

*Matéria Sólida* é o volume ocupado no solo pela matéria sólida:

|     |     |    |
|-----|-----|----|
| 28% | 21% | 8% |
|-----|-----|----|

*Água natural*, é a água encontrada por ocasião da tomada do perfil. Varia com as chuvas. Em cc por 100 cc de solo:

|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 24 cc | 70 cc | 80 cc |
|-------|-------|-------|

*Ar natural*, preenche os poros juntamente com a água natural. Nas épocas chuvosas pode ser expulso pela água gravitativa por causa da falta de drenagem. Isto se dá de baixo para cima. À medida que o ar vai sendo expulso, vão morrendo também as raízes das plantas. O 3.º horizonte, abaixo de 35 cm, está sujeito a isto.

|       |      |       |
|-------|------|-------|
| 48 cc | 9 cc | 12 cc |
|-------|------|-------|

*Higroscopicidade* (poder de retenção d'água), muito boa. Em % de peso:

|      |      |      |
|------|------|------|
| 11,2 | 12,0 | 14,3 |
|------|------|------|

*Água Inativa* (que o solo adsorve e não fornece às plantas) é o dobro de Hynat ou higroscopicidade em % de volume. Em cc por 100 cc de solo:

|         |        |        |
|---------|--------|--------|
| 11,4 cc | 8,9 cc | 4,3 cc |
|---------|--------|--------|

*Água Osmótica Disponível* — É fornecida pelo solo às plantas, apesar da drenagem; só na superfície é roubada às plantas pela evaporação nas épocas sêcas. Em cc por 100 cc de solo:

|         |         |        |
|---------|---------|--------|
| 14,3 cc | 10,9 cc | 5,6 cc |
|---------|---------|--------|

*Água Gravitativa Disponível* — É a água que no solo desce por ação da gravidade terrestre. No horizonte superficial é a primeira que evapora por causa do aquecimento solar e do arejamento. Havendo drenagem, ela só se encontra no sub-solo. Quando não existe em demasia e não expulsa o ar, é benéfica e alimenta bem as plantas. Nos primeiros 15 cm do solo em questão, esta água está faltando por causa dos 4 meses de seca.

0,0 cc                      50,3 cc                      70,2 cc

*Ascensão Capilar* — É a altura a que sobe a água que parte do nível de um lençol subterrâneo. Este foi encontrado a 1,2 m. de profundidade. Durante a cheia do rio ou na época de chuvas, este lençol poderá ser encontrado a uma profundidade bem menor, meio metro, digamos. Cada horizonte tem a sua capilaridade própria:

310 mm                      125 mm                      216 mm

Estes números podem servir, por exemplo, para calcular a profundidade dos canais de irrigação e de drenagem. Sendo necessário, por exemplo, drenar o solo até a profundidade de 30 cm, o sangradouro dos canais deverá ser localizado a

$$30 + 21,6 = 52 \text{ cm.}$$

segundo um cálculo simplificado, mas suficiente na prática. A parcela 21,6 corresponde à ascensão capilar do último horizonte atingido pelas valas de drenagem.

*Permeabilidade* em mm de chuva por hora:

1.000 mm                      20 mil                      enorme

Os números são demasiadamente grandes, porquê se referem a um solo livre de água gravitativa, portanto sem impedimento para o escoamento da água. Muito importante em qualquer outro solo, esta característica física tem pouco valor no caso de solos de baixada de águas quasi paradas.

*Resistência contra a Erosão* — É um índice abstrato:

16                                      11                                      5

Estes números resultam das propriedades intrínsecas do solo. Dois valores extrínsecos completam o assunto: a intensidade máxima das chuvas e a inclinação do terreno. Esta úl-

tima é praticamente nula. Apesar de muito baixos os números acima, a água que estaciona no sub-solo, torna diminuto o perigo de erosão. Quando, nos solos de encosta de morro, os números são menores que 20, a plantação em curvas de nível e outras medidas de defesa contra a erosão imprescindíveis.

## V — ALGUNS COMENTÁRIOS SÔBRE O ASPECTO FÍSICO

Todos os valores físicos são típicos para a várzea do Paraíba.

A porosidade excessiva do solo ou a pequenez da percentagem do volume ocupado pela matéria sólida, fazem com que a água osmótica disponível seja pouca. Mas a presença da água gravitativa disponível em grande quantidade faz com que o arrô sempre tenha a água de que precisa. A água gravitativa pode tornar-se nociva, quando começa a expulsar o ar: daí a necessidade da drenagem nas épocas chuvosas. Mas a drenagem excessiva pode acarretar a fuga da água gravitativa disponível e então será necessária a irrigação. Porisso só a combinação dos dois sistemas é que beneficiaria verdadeiramente as culturas na várzea do Paraíba.

Para a produção duma colheita média de 2500 kg/Ha de arrôs (são 100 sacos de 60 kg de arrôs em casca por alqueire) são necessários 2000 m<sup>3</sup> d'água por Ha, durante todo o ciclo vegetativo. Neste período de tempo chovem, em média, 800 mm de chuva, ou, portanto, 8000 m<sup>3</sup> de água por Ha. Desta quantidade, a evaporação rouba, segundo os dados meteorológicos e tomando em consideração a permeabilidade do solo, cerca de 3800 m<sup>3</sup>. Nas condições atuais, em que foi encontrado o perfil, devido à falta de drenagem (aliás, benéfica), os restantes 4200 m<sup>3</sup> ficam no solo e constituem suprimento farto para o arrô. Como já ficou claro pelo acima dito, a água do sub-solo só se torna nociva, quando sobe até atacar as pontas inferiores das raízes. Então a drenagem torna-se uma necessidade imperiosa, mas não sempre para o arrô, como mostra o Boletim n.º 17 deste Instituto.

Nota: todos os resultados de análises químicas e físicas são em volume do solo e não em peso, porquê é no volume do so-

lo que crescem as plantas. Faz parte dos métodos modernos de estudar o solo.

### VI — DISPONIBILIDADE DO SOLO E EXIGÊNCIA DO ARRÔS

Em KE/Ha (quilo-equivalentes por hectare) ou ME/100 cc de solo:

| <i>Elemento</i> | <i>Até a profundidade de 1 cm</i> | <i>Até a profundidade de 16 cm</i> | <i>10 cm do 2.º horizonte</i> | <i>Soma = Disponibilidade total</i> |
|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Azoto           | 29,1                              | 436                                | 254                           | 690                                 |
| Fósforo         | 2,9                               | 43,5                               | 7,0                           | 50                                  |
| Potássio        | 0,07                              | 1,05                               | 0,6                           | 1,6                                 |
| Cálcio          | 0,73                              | 11,0                               | 7,0                           | 18                                  |
| Magnésio        | 0,04                              | 0,6                                | 0,4                           | 1,0                                 |

Mas nem todo o volume do solo é utilizado pelas plantas. Além disso, não permanecendo o terreno sempre inteiramente carpido, as plantas comensais no início do ciclo vegetativo do arrôS consomem mais que a própria cultura. Só depois de algum tempo a cultura se serve do terreno mais que as outras plantas. Podemos, pois, supôr a disponibilidade efetiva cêrca de metade da disponibilidade total.

Na tabela abaixo damos na primeira coluna a disponibilidade efetiva. Na segunda coluna está o nutrimento retirado do terreno pela colheita de 100 sacos de arrôS em casca. Na terceira coluna figura a quantidade dos elementos nutritivos que, pelo que nos parece, devem existir no terreno para que as plantas possam retirar facilmente os valores da segunda coluna:

|          | I   | II   | III |
|----------|-----|------|-----|
| Azoto    | 350 | 2    | 10  |
| Fósforo  | 25  | 0,6  | 3   |
| Potássio | 0,8 | 0,3  | 1,5 |
| Cálcio   | 9   | 0,2  | 1   |
| Magnésio | 0,5 | 0,15 | 0,8 |

Comparando a 3.a coluna com a primeira, vemos que, quanto ao:

*Azoto*:— O solo contém muito mais do que a colheita precisa. Há entretanto, dois casos, em que a disponibilidade em azoto pode diminuir muito: 1) em virtude de sêca prolongada, de acordo com a nota no fim deste artigo e 2) por ser muito alto o índice C/N. Nas plantações em canteiros periodicamente inundados, os dois inconvenientes desaparecem por completo (o 2º. por ação indireta) e então temos disponível toda a riqueza desse solo em azoto e fósforo. Eis uma das vantagens principais do cultivo do arrôz neste solo como ensina o Boletim n.º.17 do Instituto Agronômico do Estado.

*Fósforo*: — O solo contém 8 vezes mais do que uma colheita precisa. Só no caso 1) acima mencionado pode faltar este elemento. Depois de alguns anos deve-se adubar, logo depois da colheita, com cêrca de 200 quilos de apatita por Ha. Este adubo nacional é barato, porquê pouco solúvel. Mas no solo em questão, ácido e bem humedecido com água que oscila verticalmente, a solubilização da apatita deve ser bastante rápida, de modo que em poucos anos a fertilidade do solo deverá aumentar nitidamente.

*Potássio*:— Faltam 0,7 KE/Ha deste elemento. A adubação é indispensável. Existe um certo motivo para aconselhar o cloreto de potassa, como se verá abaixo.

*Cálcio*: Não falta como alimento para as plantas, mas deve ser usado para neutralizar a acidez nociva do solo e para elevar assim o pH. Em presença de cloreto de potássio, o cálcio adicionado, seja em forma de calcáreo moído, seja em forma de cal extinta, atuará um pouco mais depressa e o efeito da sua adição ao solo se sentirá desde a primeira colheita. O sulfato de potássio faria o mesmo, mas neste solo preto de várzea, por causa do ambiente redutor, achamos lógico preferir o cloreto.

*Magnésio*:— Faltam 0,3 KE/Ha. O calcáreo que se deve usar em grandes quantidades, como se verá abaixo, poderá con-

ter mais que 0,3 KE de magnésio, mas, para evitar dúvidas, achamos prudente aconselhar o uso do Kainito como parte do adubo potássico, porquê contém bastante magnésio.

## VII — FÓRMULA DE ADUBAÇÃO E CONSELHOS

|                                     | <i>Potássio=KE=Magnésio</i> |       |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------|
| 100 kg de Kainito por Ha fornecerão | 0,27                        | 0,32  |
| 50 " " Cloreto de Potassa por Ha    | 0,52                        | —     |
|                                     | <hr/>                       | <hr/> |
|                                     | 0,79                        | 0,32  |

Para corrigir o pH e abaixar a acidez nociva a 1,0 são necessárias cêrca de 1,5 toneladas de cal extinta ou 2 toneladas de calcáreo moído por hectare anualmente durante 10 anos, aplicando antes da aração ou mesmo logo após a colheita. Só depois de 10 anos o pH poderá alcançar  $5\frac{1}{2}$  neste solo: a "lavagem" é grande e o afluxo de acidez intenso. Serão desnecessários os adubos azotados e nos primeiros anos também os fosfatados, se o arrôz fôr cultivado de acordo com o citado Boletim n.º 17. Senão, a falta de fósforo e principalmente de azoto será grande nas épocas sêcas e a adição destes adubos caros parecerá muito vantajosa e de rápido efeito.

Queremos repetir mais uma vez que os dois inconvenientes acima apontados, acidez do solo e má distribuição de chuvas, de modo que há meses muito chuvosos e outros (como no caso presente, de 4 meses sem uma gota de chuva) muito sêcos, modificam ás vezes completamente a disponibilidad dos elementos químicos em qualquer solo. Achamos oportuno transcrever aqui uma nota neste sentido, que trata justamente dos tipos de solos de várzea e que fornecemos á chefia do Serv. de Melhoram. do Vale do Paraíba.

Nos solos da várzea do Paraíba e nas aluviões argilosas em geral, as condições físicas temporárias podem favorecer ou prejudicar extraordinariamente as culturas. Em virtude de excesso d'água, as argilas plásticas se incham oferecendo facilidades excepcionais de penetração e de alimentação das raízes.

Pelo contrário, nas épocas sêcas, êsses solos se contraem fortemente, ora esmagando as raízes, ora fazendo com que percam o contato com o solo. Devido às necessárias arações repetidas, a superfície do campo de cultivo fica coberta por torrões (de diâmetro variável entre 100 e 0,1 mm) de argila plástica do subsolo, que se acha frequentemente apenas a 10 ou 15 cm de profundidade. Êstes torrões, contraídos, sêcos, leves e lisos na sua superfície, não fornecem nem a milésima parte da riqueza química que contêm. Assim as aluviões argilosas se tornam, nas épocas de sêca, solos dos peores, tanto química, como fisicamente.

## Pulverisadores allemães Holder-Voran



funcionam na hora do ataque  
têm bomba de embolo  
e valvulas de metal  
alta pressão de 5 atm.  
apressa o combate,  
economisa veneno.

Distribuidores geraes :

**Fernando Hackradt & Cia.**

Rio de Janeiro: — Rua  
S. Pedro, 45.

Caixa Postal 6313

Em S. Paulo. — A Chimica "Bayer" Ltda.

Caixa Postal, 1906.