

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DIETAS NO DESENVOLVIMENTO DE LARVAS DE *Musca domestica* (DIPTERA, MUSCIDAE) EM LABORATÓRIO

L.E.L. Chaves ¹
M.V. Casagrande ¹
F.H. Dias ¹
A. Kossoy ¹
E. Bertí Filho ¹

INTRODUÇÃO

Atualmente a prática do controle biológico vem sendo utilizada como um meio eficiente na redução de insetos nocivos. No caso específico da mosca doméstica, *Musca domestica* L. (Diptera, Muscidae), a obtenção de parasitos requer a manutenção de uma criação deste díptero em larga escala. Para tanto é necessário obter uma dieta condizente às exigências nutricionais do inseto e que seja economicamente viável. Baseado em tais premissas, este trabalho teve a finalidade de selecionar uma dieta para a criação da mosca doméstica em laboratório, para emprego na multiplicação de seu parasito pupal, *Spalangia endius* Walker (Hymenoptera, Pteromalidae).

REVISÃO DA LITERATURA

WILKES (1948) utilizou uma dieta à base de farelo de trigo e farinha de alfafa, na criação de larvas de mosca doméstica mantidas a 27°C e 50% UR, e obteve pupas com peso médio de 19,41 mg.

Uma dieta composta de ácido ribonucléico, sais, vitaminas, ágar e colesterol, entre outros compostos, produziu larvas de mosca com pesos entre 24 e 25 mg no final do estágio larval (MONROE, 1962).

¹ Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

BRIDGES (1965) obteve larvas com um peso médio de 16,9 mg, no final do estágio larval, com uma dieta composta de caseína, ágar, sais, vitaminas, colésterol e ácido ribonucléico.

Segundo SPILLER (1966), a substituição de leite em pó desnatado por leite em pó integral, numa dieta com levedura, papel picado e água, provocou um aumento de 13,7% no número de pupas de mosca recuperadas em criação de laboratório.

Um método para criar larvas de mosca em sacos plásticos, com uma dieta composta de leite em pó integral, levedura, agar, nipagin, sulfato de estreptomicina e água, foi descrito por SINGH & JERRAM (1976).

ALEIXO *et alii* (1984) formularam uma dieta para a criação da mosca doméstica em laboratório, composta de partes iguais de ração para aves ou para suínos e farelo de trigo e 1 litro de água para cada quilo da mistura.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido no Laboratório de Controle Biológico da Mosca Doméstica do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, SP. Foram preparadas 8 dietas, com três repetições cada, compostas de diversos ingredientes e proporções (quadro 1).

Todos os ingredientes foram pesados em balança analítica e mantidos secos até a preparação das dietas. Em cada dieta, durante a preparação, foram colocados 30 mg de metilparhidroxibenzoato (Nipagin) para evitar a contaminação com microrganismos. Foram colocados 100 g de cada dieta em recipientes de vidro com capacidade de 250 ml. O papel, de textura grossa, foi batido em liquidificador, com água, passando a mistura por uma peneira de malha média e levando-a para secar em estufa a 75°C, por 3 horas. A pasta de celulose, cedida pelo Departamento de Silvicultura da ESALQ, foi mantida em refrigerador até o momento da utilização. A alfafa foi misturada com água e batida em liquidificador por 3 minutos, passada por uma peneira de malha fina e colocada para secar em estufa a 75°C, por 3 horas. Após este período, estando ain-

QUADRO I - Porcentagem dos componentes de cada dieta (%); água (ml) e areia (*) quantidade adicionada até a consistência desejada.

| Ingredientes | Dietsas | | | | | | | |
|----------------------|---------|-----|-----|-----|----|-----|-----|------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| Farelo de trigo | - | 95 | 70 | 35 | 30 | - | - | - |
| Farelo de soja | - | - | 30 | 20 | 50 | - | 60 | 30 |
| Farelo de mandioca | - | - | - | - | - | 75 | - | - |
| Fubã | - | - | - | - | - | - | - | 65 |
| Alfafa | - | - | - | 30 | - | - | - | - |
| Levedura | 5 | 5 | - | - | - | 5 | 5 | 5 |
| Leite em pó integral | 45 | - | - | - | - | 20 | - | - |
| Bagacinho | - | - | - | 15 | - | - | - | - |
| Melaço | - | - | - | - | 20 | - | - | - |
| Celulose | - | - | - | - | - | - | 35 | - |
| Papel picado | 50 | - | - | - | - | - | - | - |
| Areia | - | - | - | - | - | (*) | - | (*) |
| Água | 60 | 180 | 160 | 120 | 90 | 180 | 160 | 140 |

da úmida, foi espremida para retirar o excesso de água antes da pesagem. Este líquido resultante da compressão da alfafa foi usado para umedecer a dieta correspondente. A areia, grossa, usada nas dietas VI e VIII para dar melhor textura ao meio, assim como o papel (dieta I) e a celulose (dieta VII), foi previamente lavada e esterilizada em estufa a 75°C, por 5 horas. Em recipientes de vidro pirex, de capacidade de 250 ml, foram colocados 100 g de cada dieta. Em seguida foram colocadas 100 larvas da mosca doméstica, com 1 dia de idade, em cada recipiente com dieta, cobrindo-se, em seguida, com filô fino. O conjunto de recipientes foi mantido em condições de laboratório ($20 \pm 2^\circ\text{C}$ e 70-80% UR). Durante este período foram analisados os teores de carboidratos, proteínas, cálcio, ferro, fósforo, gorduras e vitaminas do complexo B, das dietas, através do conteúdo nutricional em cada 100 g dos materiais de origem (Quadro II). As pupas recém formadas foram pesadas e seus pesos anotados (Quadro IV).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dieta II apresentou um maior ganho de peso de pupas, seguida pelas dietas IV, I e VIII, sendo que nas demais houve pouca variação no ganho de peso (quadro IV).

Analisando-se os teores de nutrientes presentes nas diversas dietas, e relacionando-os com o ganho de peso, nota-se que as dietas que apresentaram ganhos de peso semelhantes continham teores de nutrientes em quantidades bem diferentes (dietas VI e VII) (quadro III). Presume-se que tais variações sejam relativas a digestibilidade dos materiais usados como fonte nutritiva, uma vez que o processo enzimático da larva pode agir seletivamente na quebra das ligações peptídicas, como no caso das proteínas, além de outras ligações existentes nos demais componentes das dietas.

Outro fator de variação poderia ser resultante da combinação de alguns componentes, durante a preparação das dietas.

QUADRO 11 - Composição nutricional de cada 100g dos componentes das dietas, segundo BURTON (1966).

| | Prot. | HC | Ca | Fe | P | Na | K | Gor. | Vit.A |
|--------------------------|-------|-------|------|------|------|-----|------|------|-------|
| Leite em pó desnatado | 35 | 49,2 | 1140 | 0,4 | 1030 | 528 | 1130 | 1,00 | 1,71 |
| Farinha de mandioca | 1,4 | 83,2 | 21 | 0,8 | 125 | - | - | 0,5 | 0,17 |
| Farinha de milho | 9,60 | 71,70 | 18 | 0,9 | 190 | 0,7 | 120 | 3,10 | 0,28 |
| Farelo trigo | 10,50 | 76,10 | 16 | 0,8 | 87 | 0 | 0 | 1,00 | 0,11 |
| Fubá | 7,80 | 73,40 | 16 | 0,9 | 152 | - | - | 2,20 | 0,80 |
| Farelo soja | 42,80 | 39,00 | 225 | 8,8 | 665 | - | - | 3,30 | 0,83 |
| Meço de cana | 0 | 65,00 | 165 | 4,3 | 45 | 80 | 1500 | 0 | 0,22 |
| Levedura | 51,9 | 30,40 | 232 | 20,0 | 1,6 | - | - | 1,40 | 24,30 |
| Papel ou celulose | - | 93 | - | - | - | - | - | - | - |
| Alfafa | 10,5 | 50,00 | 14,7 | - | 2,4 | - | - | - | - |

QUADRO III - Cálculo dos teores nutricionais nas dietas, através dos teores de cada nutriente em 100g do material de origem (quadro II).

| Dieta | Proteína (g) | Carboidratos (g) | Cálcio (mg) | Ferro (mg) | Fósforo (mg) | Gordura (g) | Vitaminas do complexo B (mg) |
|-------|-----------------|---------------------|----------------|---------------|-----------------|----------------|------------------------------------|
| I | 18,35 | 70,07 | 524,6 | 1,18 | 462,58 | 0,52 | 1,98 |
| II | 13,57 | 73,82 | 26,80 | 1,76 | 82,73 | 1,02 | 1,32 |
| III | 20,19 | 64,97 | 78,80 | 3,21 | 261,30 | 1,69 | 0,32 |
| IV | 15,38 | 61,44 | 55,01 | 2,04 | 164,17 | 1,01 | 0,206 |
| V | 24,55 | 55,33 | 150,30 | 5,50 | 369,10 | 1,95 | 0,47 |
| VI | 10,65 | 73,76 | 255,35 | 1,68 | 299,83 | 0,65 | 1,68 |
| VII | 28,28 | 57,70 | 146,26 | 6,28 | 400,89 | 2,05 | 1,71 |
| VIII | 20,51 | 60,33 | 89,50 | 4,23 | 299,29 | 2,49 | 1,98 |

QUADRO IV - Peso médio das pupas (mg), nas diversas dietas. As letras iguais não diferem a nível de 5% de significância.

| Dietas | Peso médio das pupas |
|--------|----------------------|
| I | 19,2 bc |
| II | 25,2 a |
| III | 17,7 c |
| IV | 21,2 b |
| V | - d |
| VI | 16,5 c |
| VII | 16,3 c |
| VIII | 18,5 bc |

Com base nos dados obtidos, observa-se que:

Carboidrato (figura 1) - embora as dietas II e VI tenham apresentado valores próximos, e mais elevados dentre os demais, houve uma diferença marcante entre os pesos das pupas. Além disso, as dietas II e IV apresentaram uma grande diferença no teor de carboidratos. Analisando as dietas IV e VI nota-se que a de maior teor não foi a que produziu pupas de maior peso. Tal fato pode ser devido a duas causas: o teor de carboidratos da dieta IV é suficiente, sendo o da VI exagerado, ou o material da dieta VI, embora com alto teor de carboidratos, é de difícil digestão e as larvas não conseguem aproveitar totalmente;

Proteína (figura 2) - as dietas II e IV apresentam teores bem próximos e relativamente baixos, enquanto que a dieta VII, que produziu os mais baixos pesos de pupas, apresenta maior teor;

Ferro (figura 3) - neste caso observa-se as mesmas características referentes a proteína, além de maior variação nos valores das dietas intermediárias;

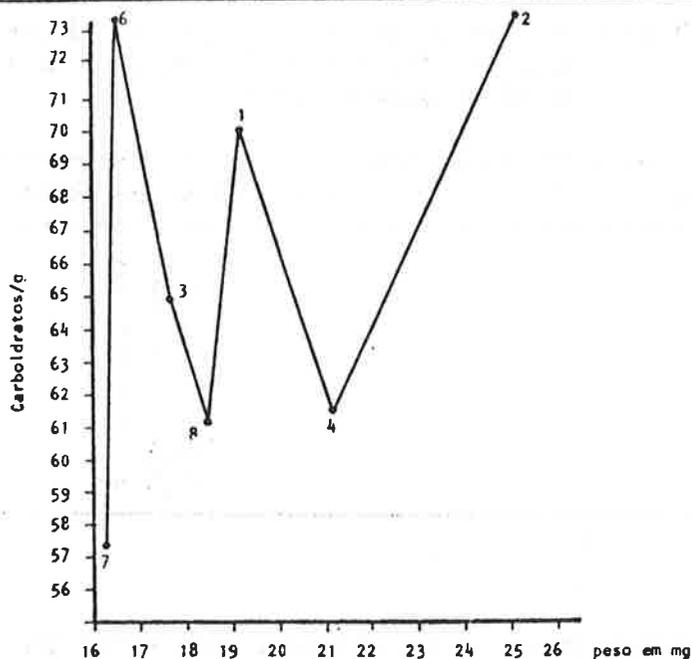


FIGURA 1. Gramas de carboidrato pelo peso m\u00e9dio de pupas formadas (mg).

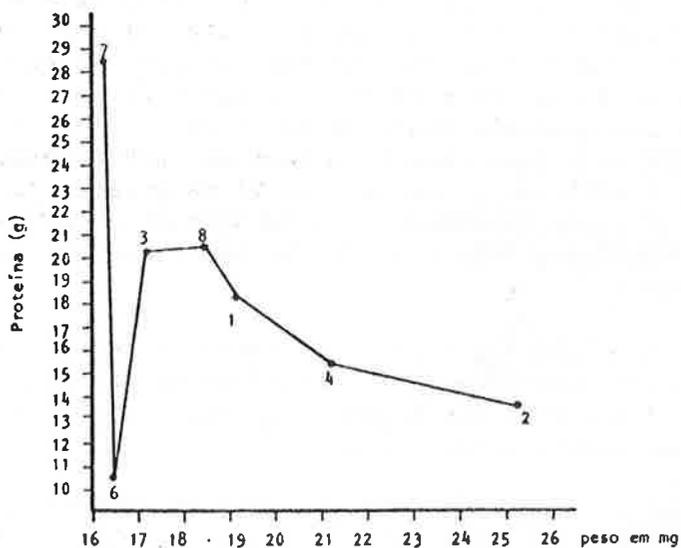


FIGURA 2 - Gramas de prote\u00edna pelo peso m\u00e9dio de pupas formadas (mg).

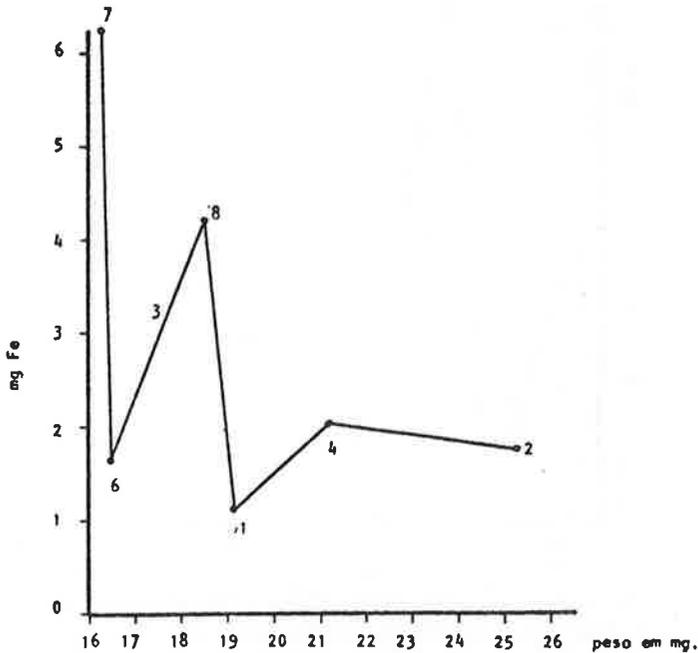


FIGURA 3 - mg de Fe pelo peso médio de pupas formadas (mg).

Cálcio e fósforo (figuras 4 e 5) - as dietas II e IV apresentaram valores próximos e menores que as demais dietas onde ocorreram grandes variações;

Gordura (figura 6) - o mesmo observado para cálcio e fósforo;

Vitaminas (Figura 7) - grande variação entre as dietas mais produtivas e valores semelhantes para as dietas I, VI, VII e VIII.

A falta de dados da dieta V foi devido a total mortalidade das larvas nela colocadas. A causa provável poderia ser a fermentação do melão, componente da dieta.

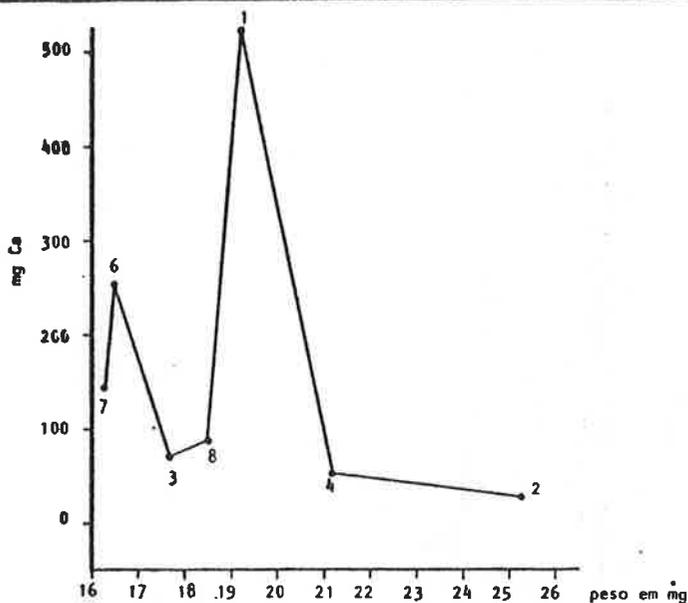


FIGURA 4 - mg de cálcio pelo peso médio de pupas formadas (mg).

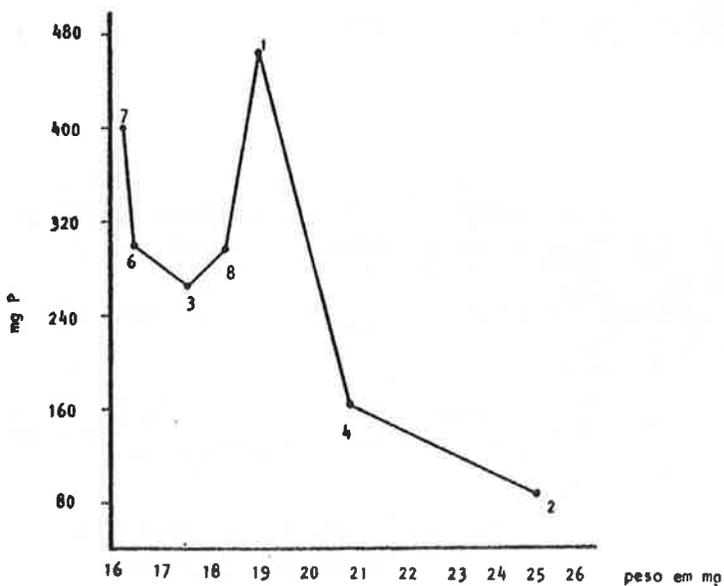


FIGURA 5 - mg de P pelo peso médio de pupas formadas (mg).

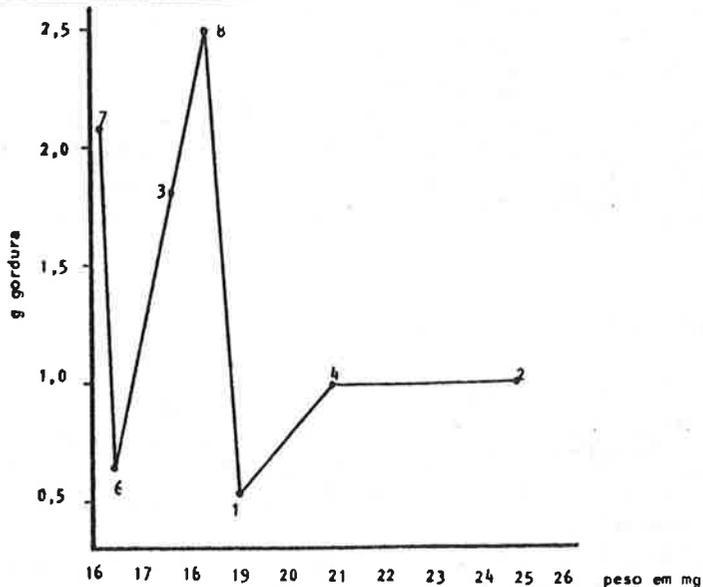


FIGURA 6 - g de matéria graxa pelo peso médio de pupas formadas (mg).

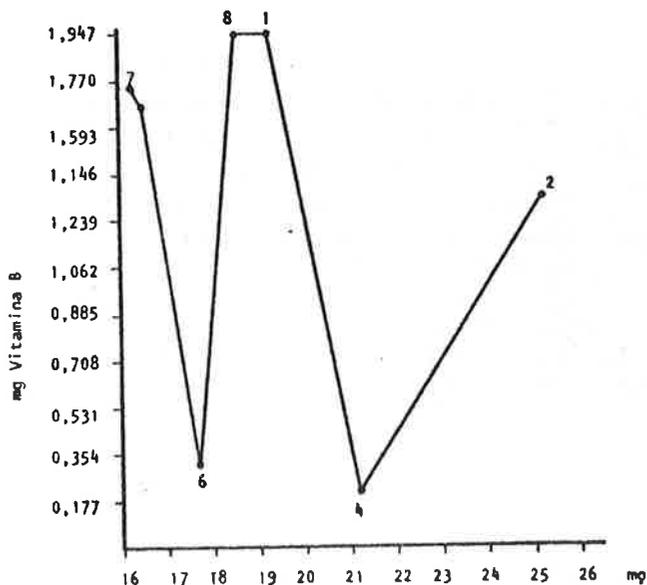


FIGURA 7. mg de vitaminas do complexo B pelo peso médio de pupas formadas (mg)

O possível sucesso da dieta II pode ser uma provável complementação de teores baixos de vitamina C no farelo de trigo pelas existentes na levedura; o mesmo também para a dieta IV, onde o farelo de soja, pobre em aminoácidos de enxofre tenha sido balanceado pela presença significativa de tais compostos em outros materiais constituintes na dieta.

CONCLUSÃO

A dieta II foi a que produziu pupas com melhor ganho de peso, seguida pelas dietas IV, I e VIII. As demais não diferiram significativamente a nível de 5%.

O melaço de cana não deve ser usado como fonte de carboidratos.

Os teores totais de nutrientes não correspondem aos teores disponíveis às larvas da mosca doméstica.

RESUMO

O presente trabalho teve a finalidade de selecionar uma dieta para a criação da mosca doméstica, *Musca domestica* L. (Diptera, Muscidae), em laboratório para uso na multiplicação de seu parasito pupal, *Spalangia endius* Walker (Hymenoptera, Pteromalidae). A dieta composta de farelo de trigo (95%), levedura de cerveja (5%) e água (190 ml) foi a que produziu pupas da mosca com melhor ganho de peso. O experimento foi instalado no laboratório de Controle Biológico da Mosca Doméstica, do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, SP.

ABSTRACT

This paper was carried out to select a diet to rear *Musca domestica* L. (Diptera, Muscidae) in laboratory to be used for the rearing of its pupal parasite *Spalangia endius* Walker (Hymenoptera, Pteromalidae). The diet

that has produced house fly pupae with the best weight gain was the one composed by wheat bran (95%), yeast (5%) and water (190 ml). The experiment was set in the Laboratory of Biological Control of House Fly, Department of Entomology, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil.

LITERATURA CITADA

- ALEIXO, R.C., S.L. LIMA & A.G. LOPES, 1984. **Criação da mosca doméstica para suplementação alimentar de rãs**, Universidade Federal de Viçosa, Conselho de Extensão, Informe Técnico, nº 46, 12p.
- BRIDGES, R.G., J. RICKTTES & J.T. COX, 1965. The replacement of lipidbound choline by other bases in the phospholipids of housefly *Musca domestica* L. **Journal of Insect Physiology** (11): 225-236.
- BURTON, B.T., 1966. **Nutrición humana**, Organización Panamericana de la Salud, Washington, p.146-151.
- MONROE, R.E., 1962. A method for rearing housefly larvae aseptically on a synthetic medium. **Annals of the Entomological Society of America** (55): 140.
- SINGH, P. & E.M. JERRAM, 1976. Rearing housefly larvae in polythene bags. **New Zealand Journal of Zoology** (3): 57-58.
- SPILLER, D., 1966. House flies. In: **Insect colonization and mass rearing**, Ed. C.N. Smith, cap. 14, p.203-255.
- WILKES, A., G.E. BUCHER, J.W.M. CAMERON & A.S. WEST Jr., 1948. Studies of the housefly (*Musca domestica* L). 1. The biology and large scale production of laboratory population. **Canadian Journal of Research** (26): 8-25.

DESVENDANDO UM ENIGMA:

OS PAPAGAIOS PARDOS DE PERO VAZ DE CAMINHA

Como é de geral conhecimento, o cronista da frota do descobrimento, Pero Vaz de Caminha, redigiu uma carta dirigida ao venturoso rei D. Manuel. O venerável documento, que bem se pode referir como a "certidão de nascimento do País", mereceu a atenção dos pesquisadores de todos os assuntos em que se divide o conhecimento humano, inclusive dos zoólogos. Estes procuraram reconhecer as aves a que o escriba acidentalmente se reportou ao longo de sua histórica epístola, já que sobre outros grupos ainda mais muito pouco se deteve. E o trabalho logrou êxito quase completo, pois os papagaios pardos assinalados por Caminha ninguém conseguiu até o presente identificar. Realmente, o escrivão de Cabral registrou que haviam sido vistos papagaios, "uns verdes e outros **pardos**, grandes e pequenos, de maneira que me parece que haverá nesta terra muitos". O que entenderia Caminha por papagaios pardos? Eis uma pergunta que somente agora terá uma exata resposta.

Realmente, pesquisando o problema, devidamente apoiado em fatos da evolução das aves, um professor titular da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da USP, esclareceu a real identidade dos papagaios pardos, desvendando um enigma que já perdurou perto de 500 anos. Num próximo fascículo desta Revista, voltaremos ao assunto.

(Luiz Gonzaga E. Lordello)

SOLO E AQUACULTURA

Manoel Batista de Moraes Filho ¹

No estudo da vida dos peixes e demais organismos de que trata a aquacultura, tornam-se necessários os conhecimentos das interações solo e água (figura 1).

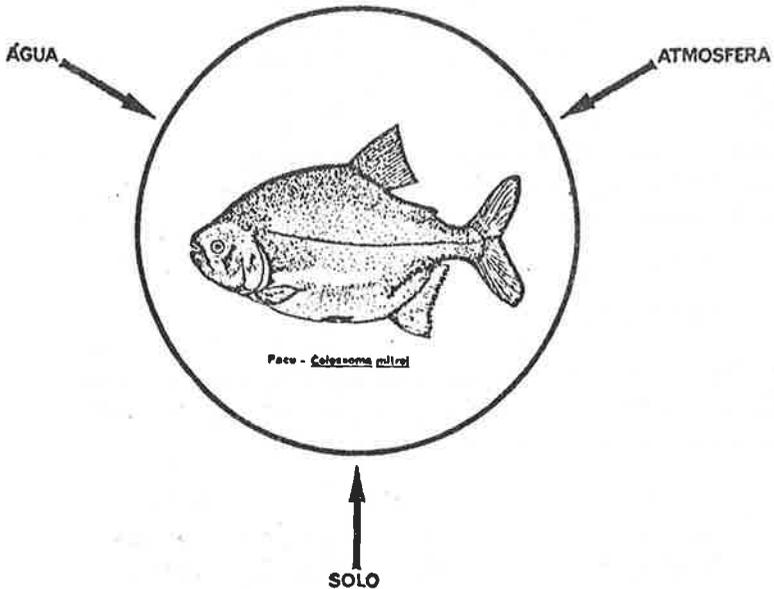


FIGURA 1 - Interações dos fatores ambientais.

SOLO

O solo, segundo os especialistas, é o resultado da ação conjugada dos agentes do intemperismo sobre os materiais pré-existentes de natureza mineral (rochas) e orgânica.

Tem o solo sua origem na desintegração e decomposição das rochas, em que o clima exerce papel preponderante.

¹ Prefeitura Municipal de Santa Cruz da Conceição, SP.

Nos climas tropicais e subtropicais, os agentes formadores do solo, principalmente calor, umidade e os seres vivos, atuam de maneira muito mais acelerada do que nas regiões temperadas e frias.

Os materiais desintegrados e decompostos em fragmentos de variados tamanhos acumulam-se em camadas, formando os chamados horizontes, que são estudados quando do perfil do solo.

Inúmeros minerais entram na composição das rochas ígneas. Da combinação dos oito principais elementos que existem na litosfera: oxigênio, silício, alumínio, ferro, cálcio, sódio, potássio e magnésio, resultam os seguintes grupos de minerais: feldspatos, feldspatóides, anfibólios e piroxênios, micas, alivinas, quartzo e apatitas; estes últimos formando um grupo acessório, todos considerados de grande importância, não só pela abundância com que integram as rochas, mas também pelo fato de fornecerem nutrientes às plantas.

Feldspatos

Os feldspatos são polissilicatos de alumínio com potássio, sódio ou cálcio, representados de acordo com a natureza do cátion na molécula, pelas seguintes fórmulas:

| | |
|------------|------------------------------------|
| Ortoclásio | $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ |
| Albita | $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ |
| Anortita | $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ |

Feldspatóides

Os feldspatóides encerram em sua molécula apenas potássio e sódio, assim representados:

| | |
|----------|------------------------------------|
| Leucita | $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ |
| Nefelita | $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ |

Anfibólios e piroxênios

Estes grupos de minerais são derivados do ácido

metassilícico (H_2SiO_3) pela substituição do hidrogênio por cálcio, magnésio e ferro.

Têm importância os anfibólios e os piroxênios porque, além de serem fornecedores de nutrientes às plantas, encerram em sua composição elevados teores de cálcio e magnésio.

Micas

As micas são silicatos hidratados de alumínio com potássio e sódio ou ferro e magnésio, relativamente de fácil decomposição, também fornecendo nutrientes às plantas.

Olivinas

São ortossilicatos de magnésio e ferro (Mg, Fe) SiO_4 , grupo representativo dos sais derivados do ácido ortossilícico (H_4SiO_4), encontrado nas rochas básicas e ultrabásicas, como no diabásio, que constitui a rocha matriz das terras roxas.

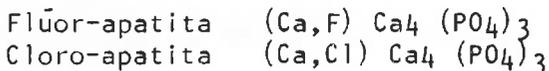
Quartzo

O quartzo é o bióxido de silício, um dos minerais mais frequentes na crosta terrestre. Praticamente não se decompõe, apenas se fragmenta, sendo as areias os representantes deste minério.

Apatita

Este grupo de minerais constitui o principal fornecedor de fosfato aos vegetais. Tem importância pela abundância com que integra as rochas e pela sua facilidade de decomposição.

As apatitas são fosfatos de cálcio com flúor ou cloro representados pelas fórmulas:



Os minerais que compõem as rochas fornecem elementos para a nutrição das plantas.

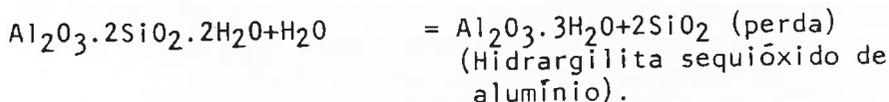
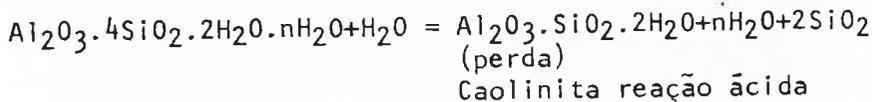
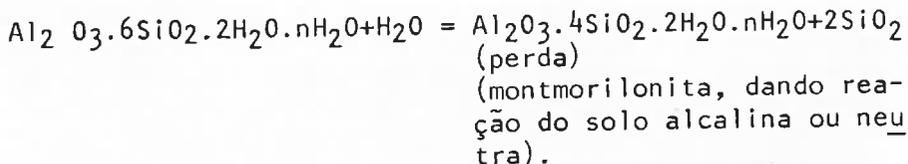
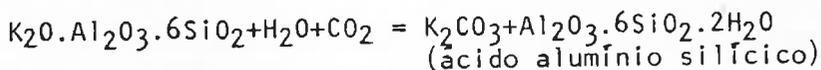
A riqueza do solo está relacionada com o grau de acidez ou de alcalinidade da rocha, isto é, de acordo com as percentagens de sílica nos minerais que a compõem. Tem-se assim:

- Rochas ácidas (de 65 a 80% de sílica)
- Rochas subácidas (60 a 65% de sílica)
- Rochas sub-básicas (45 a 55% de sílica)
- Rochas ultra-básicas (menos de 45% de sílica).

De decomposição hidrolítica da molécula dos silicatos resultam as argilas, que constituem a fração do solo de diâmetro inferior a 0,002 mm ($<2\mu$).

Quimicamente, as argilas representam a parte ativa (dinâmica) do solo, formando, com a matéria orgânica, o complexo coloidal do solo, sede das trocas catiônicas.

De acordo com a intensidade de decomposição dos silicatos, sob a influência do clima, a ação do íon H e dos ácidos encontrados no solo, são formados de modo geral 3 (três) grupos de argilas, a partir do ortócio:



Nos climas temperados predominam as argilas silicatadas, nos tropicais e subtropicais, as argilas coloidais 1:1 (1 de sílica: 1 de alumínio) e os sesquióxidos.

Na seção vertical, chamada de perfil do solo, que vai da superfície até onde alcançam os agentes do intemperismo, são estudados os materiais minerais e orgânicos acumulados em camadas que formam os horizontes.

O perfil imaginado é constituído dos horizontes: O, A, B, C e R com subdivisões de O₁ e O₂; A₁ e A₂ e A₃; B₁, B₂ e B₃.

O horizonte O é formado de matéria orgânica fresca ou parcialmente decomposta. A matéria orgânica pode representar mais de 30% se o teor da fração mineral tiver mais de 50% de argila, ou mais de 20% de matéria orgânica quando a fração mineral não for argila.

O₁ - é constituído de folhas soltas e de diversos resíduos orgânicos não decompostos, chamados de serapilheira;

O₂ - restos orgânicos em decomposição ou já totalmente decompostos.

Horizonte A

É o horizonte mineral que acumula matéria orgânica e perde, por lixiviação, argila, ferro ou alumínio, resultando concentração de quartzo e de outros minerais resistentes. É considerado de máxima atividade biológica, e que mais se opõe às variações de temperatura e de umidade.

A₁ - com alto teor de matéria orgânica misturada com o material mineral, sendo geralmente de cor escura;

A₂ - coloração mais clara em relação ao A₁ devido à diminuição das quantidades de matéria orgânica, com a perda, pela água de percolação, de argilas minerais, ferro e alumínio.

A₃ - transição dos horizontes A e B, com características mais aproximadas de A.

Horizonte B

É o horizonte onde se acumulam as argilas, os óxi-

dos e sesquióxidos de ferro, alumínio e manganês, com teores relativamente baixos de matéria orgânica, possuindo capacidade de retenção de água e de elementos químicos, graças à sua constituição de materiais formados de partículas finas.

B₁ - transição entre A e B;

B₂ - acumulação máxima de argilas minerais, silicatas, ferro e matéria orgânica, que migram de partes superiores;

B₃ - transição entre B e C.

Horizonte C

É a camada de material mineral desintegrado e de composto mas, ainda não consolidado, com pequena influência de organismos, possuindo características químicas, físicas e mineralógicas semelhantes às da rocha matriz.

R - representa a rocha matriz, material do qual o solo se desenvolveu, formando os horizontes mencionados.

Na formação dos solos o calor e a umidade são de particular importância.

Nos trópicos, a elevada temperatura provoca a rápida desintegração das rochas e a água das chuvas pelas reações de hidrólise e oxidação leva à decomposição dos minerais.

Com acumulação dos materiais minerais e orgânicos, sob a dependência do clima, formam-se três grupos de solo mundialmente conhecidos: Lateríticos, Podzólicos e Tundras,

Lateríticos - são os solos das regiões tropicais, formados sob intensa lixiviação e acelerada decomposição da matéria orgânica. Os sais solúveis de Ca, Mg, Na, K e a sílica são removidos pela drenagem para o lençol freático, ficando os minerais de ferro, alumínio e manganês, mais resistentes. Podem ter pH 7,0, mas pela perda das bases e pelo teor dos sesquióxidos, aumenta a acidez.

Podzólicos - são solos formados em regiões temperadas, podendo ocorrer, entretanto, em outros climas e com variados tipos de vegetação, caracterizam-se pela eliminação das bases por lixiviação, portanto, apresentam reação ácida principalmente na superfície. Há deslocamento da parte superior do solo, de argila, matéria orgânica na forma de humus coloidal e compostos de humus ferro, depositando-se no horizonte B.

Tundras - são solos rochosos e turfosos das regiões frias, existentes na Rússia e no Canadá.

Latossol - é um processo de laterização quando o material originário da rocha matriz atinge sua fase final de decomposição principalmente a gibsita ou os óxidos de ferro hidratados. A coloração dos latossolos vai do amarelo ao vermelho escuro, isto de acordo com o grau de hidratação dos compostos de ferro. São solos de modo geral profundos, alcançando espessura, no perfil, de 1,50 metros.

A terra roxa, que tem por rocha matriz o diabásio, deve a intensidade de sua cor ao elevado conteúdo de sesquióxidos de ferro pouco hidratados.

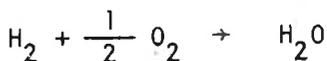
Grandes extensões dos solos brasileiros são constituídos de latossolo, haja vista os cerrados e grande parte da região amazônica.

Há outras práticas de caracterizar os solos: **argilosos**, **sílico-argilosos** e **arenosos**, classificação porém deficiente pois não se refere à sua profundidade, material de origem e às suas propriedades químicas.

AQUACULTURA

Aqui trataremos da água e dos materiais principalmente minerais e orgânicos a ela incorporados.

- A água resulta da combinação de 2 átomos de hidrogênio com 1 átomo de oxigênio



Peso molecular = 18 g

As águas das chuvas, dos rios, córregos, nascentes e de percolação têm sua qualidade e propriedades alteradas de acordo com os elementos nela dissolvidos (figura 2).

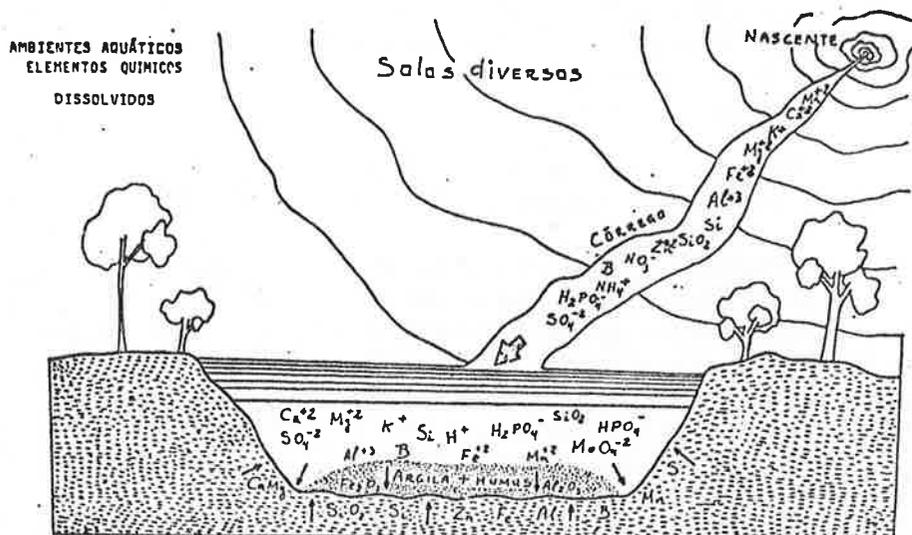


FIGURA 2 - Ambientes aquáticos e elementos químicos dissolvidos.

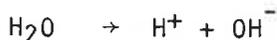
O solo do fundo dos ambientes aquáticos está, em constantes modificações sob a influência do clima. Há o carreamento de materiais mineral e orgânico, que ficam em suspensão ou se perdem, sendo levados pela água de infiltração para as camadas inferiores; outros, são decompostos no fundo e solubilizados, ocorrendo um processo de mútuas trocas.

Os animais aquáticos assim como os terrestres dependem dos vegetais para sobreviver, alimentando-se deles direta ou indiretamente pela transferência de energia.

Para que os vegetais aquáticos atinjam pleno desenvolvimento, é necessário que eles encontrem na água os elementos essenciais à vida, relacionados, como: macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg, Si, S; micronutrientes: Fe, Zn, B, Mn, Cu, Cl e Mo e outros.

Acidez

A acidez se manifesta com a presença dos íons hidrogênio que passam a ser liberados com a dissociação da água que se dá a razão de, em 10^{14} , apenas 1 molécula dissocia-se.



Números iguais de íons H^+ e de oxidrilas, neutralizam-se.

O índice de acidez é representado pelo símbolo pH que significa potencial (p) de hidrogênio (H) e que se define como o logarítimo de base 10, do inverso da concentração dos íons H^+ .

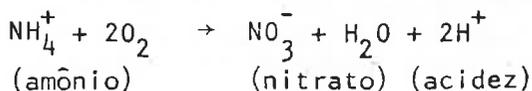
$$\text{pH} = \log_{10} \frac{1}{\text{cH}^+}$$

onde cH^+ é a concentração de H^+ em moles/l. Uma solução com a cH^+ de 0,001 M/l, o pH será de 3,0 e outra cH^+ de 0,0001 M/l terá o pH 4,0. Assim a cH^+ , sendo o expoente de 10,0, o pH corresponderá ao expoente isento do sinal negativo: para uma cH^+ de $10^{-3,5}$ moles/l (íon grama / l), o pH é 3,5.

Na escala de pH, que a partir de neutralidade 7,0, aumenta na acidez até 1 e diminui até 14.

As reações tornam-se mais ácidas à medida que as bases do solo ou trocáveis: potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) são substituídas no complexo coloidal, organomineral pelo hidrogênio (H), o alumínio (Al) e o manganês (Mn) (figura 3).

Os íons H^+ , além da dissociação da água, podem resultar dos compostos nitrogenados amoniacais: sulfato de amônio, nitrato de amônio, nitrato de cálcio, fosfato de amônio e ou amida (uréia), em que o N-amoniacal é oxidado pelos microorganismos do solo, no processo de nitrificação.



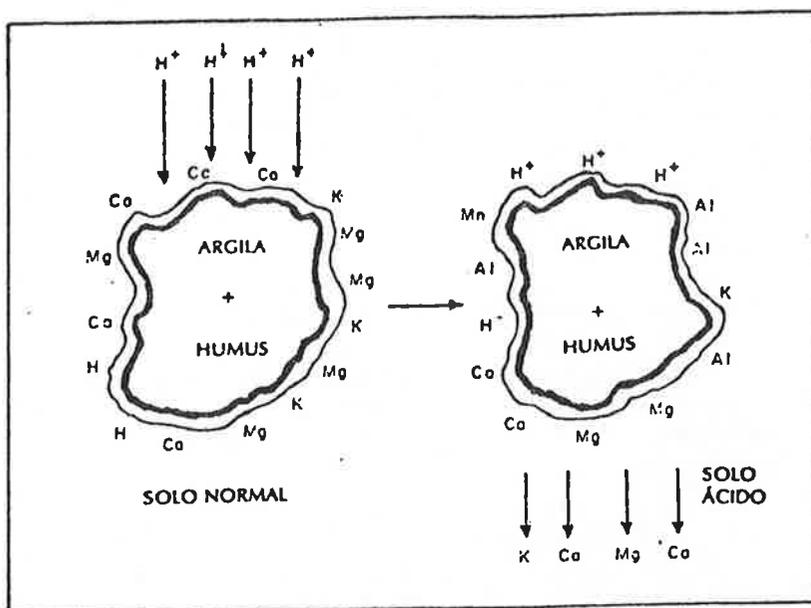
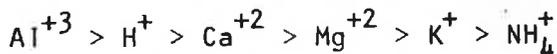


FIGURA 3 - Nos solos ácidos, o cálcio (Ca), o magnésio (Mg) e o potássio (K), são substituídos pelo hidrogênio (H), alumínio (Al) e manganês (Mn)

Os cátions são presos, isto é, adsorvidos à superfície do complexo coloidal do solo com diferentes forças de retenção:



Isto significa que o poder do alumínio de deslocar outros íons é maior do que o do hidrogênio, este do que o do cálcio e assim para os outros da série.

Hã dois tipos de acidez: acidez potencial de reserva ou trocável, representada pelos íons H^{+} retidos no complexo e, acidez ativa dada pelos íons H^{+} livres na solução do solo ou na água, indicada pelo pH.

Os cátions adsorvidos ao complexo coloidal encontram-se em equilíbrio dinâmico de forma que se o H^{+} da acidez ativa for neutralizado, poderá ser compensado por outro do complexo, chegando a ocorrer até a eliminação da total acidez.

Nutrientes limitantes dos vegetais aquáticos

Dentre os nutrientes, o nitrogênio, o fósforo e o silício, nas formas de nitrato, fosfato e silicatos, são considerados limitantes no desenvolvimento dos vegetais aquáticos, principalmente das microalgas do fitoplâncton, que constituem as forrageiras que alimentam os microherbívoros do zooplâncton formados pelo copépodos da subordem Calanoida, os cladóceros e os rotíferos.

O nitrogênio é responsável pela formação das proteínas. Existe com certa abundância. Na água doce pode ser encontrado a razão de 23 partes para 1 de fósforo.

O silício abundante na natureza, deposita-se na membrana celular das diatomáceas, constituindo seu esqueleto. Em determinadas condições, o silício pode, entretanto, tornar-se escasso.

O fósforo tem elevada importância na síntese da matéria orgânica, participando do processo fotossintético, mas é encontrado em escassa quantidade na solução do solo, em cerca de 0,03 ppm. Acresce, ainda, que sua ação é praticamente anulada pela acidez, sendo precipitada pelo ferro e alumínio.

Formas do fósforo

O fósforo apresenta-se nas seguintes formas:

- Fosfato tricálcico (insolúvel em água): $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- Fosfato bicálcico (pouco solúvel): CaHPO_4
- Fosfato monocálcico (solúvel): $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

O superfosfato simples e o triplo, embora o primeiro resulte do tratamento da apatita com o ácido sulfúrico e o segundo com ácido fosfórico, são ambos monocálcicos, possuindo respectivamente 20 e 46% de P_2O_5 .

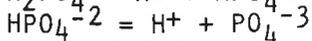
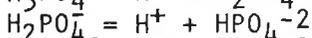
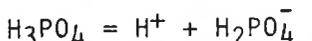
Espécies iônicas de H_3PO_4

O fósforo é comercializado pelo seu teor, em percentagem, de P_2O_5 , porém não é assimilado nessa forma, e assim, nas das espécies iônicas que têm origem na dissociação

ção da molécula do ácido ortofosfórico (H_3PO_4), como se segue:

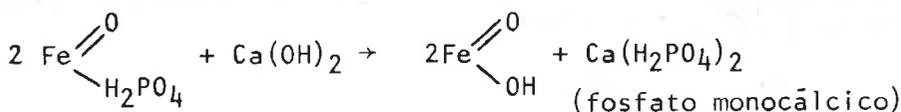


Dissociação do H_3PO_4



A concentração dessas espécies iônicas é variável de acordo com o pH. Por exemplo, o $H_2PO_4^-$ é mais abundante em pH abaixo de 6,5, enquanto o HPO_4^{2-} tem concentração mais elevada em pH de 7,5 a 8,5. Acontece, entretanto, que em pH abaixo de 6,5 os hidrôxidos de ferro e alumínio têm o máximo de solubilidade e precipitam o $H_2PO_4^-$, dando compostos insolúveis.

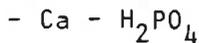
A calagem tem a função de, com o aumento da saturação em cálcio, liberar o fósforo dos compostos de ferro e alumínio, formando fosfatos de cálcio mais solúveis, como se segue:



A matéria orgânica do solo que em seu estado coloidal, apresenta as partículas com cargas elétricas negativas, funcionando como ânion orgânico. Pode combinar-se com os hidrôxidos de ferro e de alumínio dissociados $\text{Fe}(\text{OH})_2^+$ e $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ imobilizando-os de tal forma, que não possam precipitar o $H_2PO_4^-$.

Mas, o $H_2PO_4^-$ poderá estar ligado à argila ou à matéria orgânica em estado coloidal, através de uma ponte formada pelo Ca, sendo mais facilmente liberado, conforme o esquema:

Argila ou
matéria orgânica



Os viveiros para aquacultura são geralmente escavados no horizonte B que nos solos profundos pode atingir uma espessura de 1,50 metros. É um horizonte de acumulação, onde se encontram argila e alguma coisa de matéria orgânica, portanto, onde haverá grande perda de fósforo por fixação (precipitação).

Calagem

A neutralização da acidez é fundamental para que se obtenha produção satisfatória de alimento das terras e das águas. Nenhum organismo animal ou vegetal adquire pleno desenvolvimento se o pH não lhe for satisfatório.

SWINGLE (1969) determinou faixas de pH referentes a peixes cultivados em tanques, em Auburn, Alabama, USA (figura 4).



FIGURA 4 - Efeitos do pH em peixes cultivados.

A neutralização da acidez é feita com o emprego de corretivo (calagem) equivalente ao carbonato de cálcio (CaCO_3), que provoca a saturação em bases do complexo coloidal do solo.

O poder mínimo de neutralização desses corretivos deve ser de 67% de equivalência ao CaCO_3 , que é calculado em percentagem a partir dos teores de CaO e de MgO (MALAVOLTA, 1983), do seguinte modo:

$$\text{CaO} \times 1,78$$

$$\text{MgO} \times 2,50$$

equivalente em porcentagem de CaCO_3 puro.

Os fatores 1,78 e 2,50 resultam de:

$$\frac{\text{Peso Mol/CaCO}_3}{\text{Peso Mol/CaO}} = \frac{100}{56} = 1,78$$

$$\frac{\text{Peso Mol/CaCO}_3}{\text{Peso Mol/MgO}} = \frac{100}{40} = 2,50$$

Se usar um calcário com 23% de CaO e 14% de MgO, te remos:

$$23 \times 1,78 = 40,98$$

$$16 \times 2,50 = 38,00$$

78,98% representam em porcentagem o poder neutralizante do calcário equivalente ao CaCO_3 .

Dois principais fatores determinam a eficiência dos corretivos: os teores de CaO e de MgO e o tamanho das partículas resultantes da moagem. Esses fatores podem ser reunidos num só valor: o P.R.N.T. - Poder Relativo de Neutralização Total.

Quando o poder de neutralização do calcário está acima de 70% pode ser dispensado o cálculo do P.R.N.T.. O Instituto Agrônomo de Campinas usa o valor médio de 70% para o P.R.N.T.

No complexo organo-mineral do solo ácido encontram-se retidos na superfície, as bases trocáveis: K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} e os íons trocáveis H^+ e Al^{+3} , sendo a soma de todos esses íons representada pelo valor T (MALAVOLTA, 1983). Assim:

$$T = S + \text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$$

$$S = \text{K}^+ + \text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$$

A saturação, quanto às bases, a que se atribui o

valor V, representa a participação, em porcentagem, do $K + Ca + Mg = S$ no valor T, isto é:

$$V = \frac{S}{T} \times 100$$

Para que se tenham os valores de S das bases e os de T da soma de todos os íons deve ser feita a análise do solo.

Tomemos, por exemplo, a seguinte análise:

pH 5,2

C%: + 1,56%

PO_4^{-3} 0,03 e mg/100g de solo

K^+ 0,27 e mg/100 g de solo

Ca^{+2} 0,40 e mg/100 g de solo

Mg^{+2} 0,20 e mg/100 g de solo

Al^{+3} 0,40 e mg/100 g de solo

H^+ 0,50 e mg/100 g de solo

Os valores de T e S serão:

$$\begin{aligned} T &= 0,27 + 0,40 + 0,20 + 0,40 + 5,50 \\ &= 6,77 \text{ e mg/100 g de solo} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= 0,27 + 0,40 + 0,20 \\ &= 0,87 \text{ e mg/100 g de solo} \end{aligned}$$

Substituindo estes valores em V, tem-se

$$V = \frac{0,87}{6,77} \times 100 = 13\% \text{ que é o índice de saturação em bases.}$$

Ora existem valores ótimos de saturação em bases estimados para as diversas culturas: cereais, plantas frutíferas, hortaliças, leguminosas e outras. O índice de saturação para a soja está entre 60 e 70%. Desconhecem-se, entretanto, índices de saturação indicados para aquacultura, podendo, neste caso, adotar-se o índice recomendado para a soja. No cálculo tomado como exemplo, o índice de saturação encontrado foi 13%. Sendo admitido

o da soja de 70%, como ideal, tem-se $70 - 13 = 57\%$, onde o calcário a ser empregado na calagem deve conter Ca e Mg suficiente para suprir a deficiência de 57% nas trocas no complexo coloidal.

A necessidade de calagem em t/ha será dada pela expressão:

$$N.C. = \frac{t (V_2 - V_1)}{P.R.N.T.} \times P$$

onde: NC = necessidade de calagem em t/ha

V_2 = saturação em 70%

V_1 = saturação existente, no caso, 13%

T = soma dos íons trocáveis

PRNT = Poder relativo de neutralização total, no caso 80%

P = fator que indica a profundidade do solo em que o calcário é misturado.

1 = a 20 cm

1,5 = a 30 cm

2 = a 40 cm

Na aquacultura a profundidade vai de 0 a 1 na prática, 1 (um).

Absorção iônica

Os nutrientes minerais são absorvidos na forma iônica, com uma notável exceção do boro, que se dá na forma molecular de H_3BO_3 (ácido bórico).

Muitos íons interferem uns nos outros, produzindo efeitos como os que se seguem:

- antagonismo - a presença de um íon diminui a absorção do outro.
- inibição - um íon diminui a absorção de outro seja por combinar-se (inibição competitiva) ou por outro efeito.
- sinergismo - a presença de um íon auxilia a absorção de outro.

O quadro abaixo mostra os efeitos dos íons

| Íons | segundo íons presentes | efeitos |
|---------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Cu^{+2} | Ca^{+2} | antagonismo |
| Mg^{+2} | K^+ | inibição competitiva |
| K^+ | Ca^{+2} | idem |
| SO_4^{-2} | SCO_4^{-2} | idem |
| HMoO_4^- | SO_4^{-2} | idem |
| Zn^{+2} | Cu^{+2} | idem |
| Fe^{+2} | Mn^{+2} | idem |
| Zn^{+2} | H_2PO_4^- | inibição não competitiva |
| K^+ | Ca^{+2} (baixa conc.) | sinergismo |
| MoO_4^{2-} | H_2PO_4^- | idem |

Deve-se ter portanto muita atenção no emprego dos minerais, a fim de que não se tenham efeitos contrários nas adubações.

BIBLIOGRAFIA

- BICUDO, C.E.M. & ROSA M.T. BICUDO, 1970. **Algas de águas continentais brasileiras**, Fund. Brasileira para o desenvolvimento do Ensino de Ciências, São Paulo.
- CLAUDE, E. BOYD, 1982. **Water quality management for pond fish culture**, Depart. of Fisheries and Alliel Aq. Agriculture Exp. Station, Auburn, University, Alabama, USA.
- COELHO, F.S. & F. VERLENGIA, 1977. **Fertilidade do solo**. São Paulo, Instituto Agronômico de Campinas, CART - GRAF.

- HUTCHINSON, G.E., 1966. *A treatise on limnology*, vol. II, John Wiley.
- LEITE, J.P., 1976. *Tabelas de conversão de fertilizantes*, São Paulo, Livraria Nobel.
- MALAVOLTA, E., 1976. *Manual de Química Agrícola*, São Paulo, Ed. Agronômica Ceres.
- MALAVOLTA, E., 1983. *A prática da calagem*, Bol. Téc. nº 2, São Paulo, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.
- RUSSEL, W.D., 1973. *Hunter aquatic productivity*, Editorial Acriba, Roy, Zaragoza.
- VIEIRA, L.S., 1975. *Manual de Ciência do Solo*, São Paulo, Ed. Agronômica Ceres.