

**QUESTÃO 1. Em muitos solos, a percentagem de matéria orgânica é pequena, mas sua ação nas funções do solo é enorme. Esse componente do solo, que está em constante mudança, exerce significativa influência em muitas de suas propriedades físicas, químicas e biológicas, especialmente nos seus horizontes mais superficiais. Responda:**

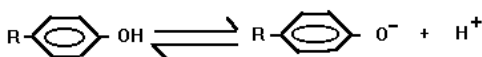
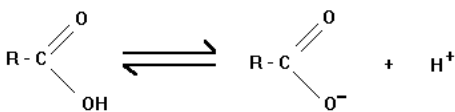
**A. Cite e Explique as principais propriedades do solo influenciados pela matéria orgânica?**

- RESPOSTA. A atuação da matéria orgânica nas propriedades do solo é de muita importância como fonte de energia e de nutrientes para os organismos e para as plantas, na capacidade de troca de cátions e no tamponamento do pH. sua capacidade de suprir nutrientes para o crescimento e desenvolvimento das plantas, principalmente nitrogênio. Os nutrientes podem ser retidos ou liberados pela matéria orgânica por meio de dois processos: processos biológicos, que controlam a retenção ou liberação de N, P e S, visto que estes elementos fazem parte de unidades estruturais da matéria orgânica; processos químicos, que controlam as interações com cátions.
- Por meio dos seus grupamentos reativos, a matéria orgânica tem grande influência na capacidade de retenção de cátions e capacidade tampão dos solos tropicais. A CTC da matéria orgânica tem sua origem, principalmente, nas cargas negativas oriundas dos grupamentos carboxílicos e fenólicos. A participação da matéria orgânica na CTC dos solos tropicais é muito superior a a contribuição dos colóides minerais. Portanto, há alta correlação entre a CTC dos solos e sua percentagem de carbono orgânico
- Ela participa, também, como agente cimentante na agregação do solo, influenciando, diretamente, a retenção de água e o arejamento. Dada sua baixa pegajosidade e plasticidade, ela pode elevar o limite de umidade no qual o solo se torna plástico e pegajoso, diminuindo, também, o valor de umidade onde o mesmo se torna muito duro. Dessa forma, ela pode aumentar a faixa ótima de manejo que o solo pode ser trabalhado, sem problemas com os implementos agrícolas.

- A interação da matéria orgânica com a fração argila tem influência marcante no desenvolvimento da estrutura do solo. A formação e estabilização de agregados no solo melhorando as condições de aeração e infiltração é uma das funções mais importantes da matéria orgânica. Muitos estudos têm mostrado que os microrganismos exercem papel importante no processo de produção de polissacarídeos que interligam as partículas
- Ela pode, também, aumentar a capacidade de absorção de calor na superfície do solo, dado seu escurecimento

**B. Qual é a origem da CTC da matéria orgânica e como ela é influenciada pelo pH? Explique**

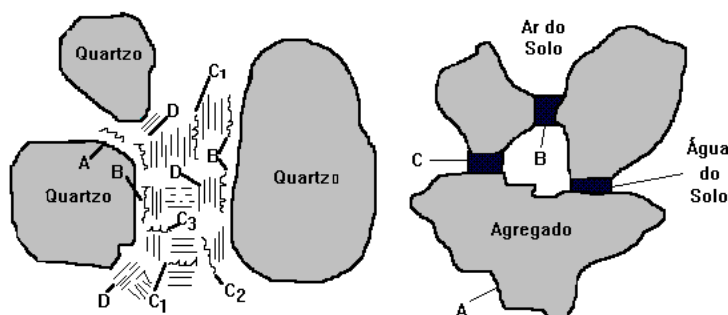
RESPOSTA. Na matéria orgânica do solo, as cargas negativas originam-se, principalmente, da dissociação de grupos carboxilícos e fenólicos,



Verifica-se pelas equações que o equilíbrio é deslocado para a direita, forma dissociada, com a elevação do pH do meio, ou seja, com a neutralização da acidez ( $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ ).

**C. Como a matéria orgânica participa na estruturação (agregação) de solos tropicais? Explique**

RESPOSTA. A interação da matéria orgânica com a fração argila tem influência marcante no desenvolvimento da estrutura do solo. A formação e estabilização de agregados no solo melhorando as condições de aeração e infiltração é uma das funções mais importantes da matéria orgânica. Os microrganismos também exercem papel importante no processo de produção de polissacarídeos que interligam as partículas



A = Quartzo - Matéria Orgânica - Quartzo

B = Quartzo - Matéria Orgânica - Argila

C = Argila - Matéria Orgânica - Argila

D = Argila - argila, corte - corte

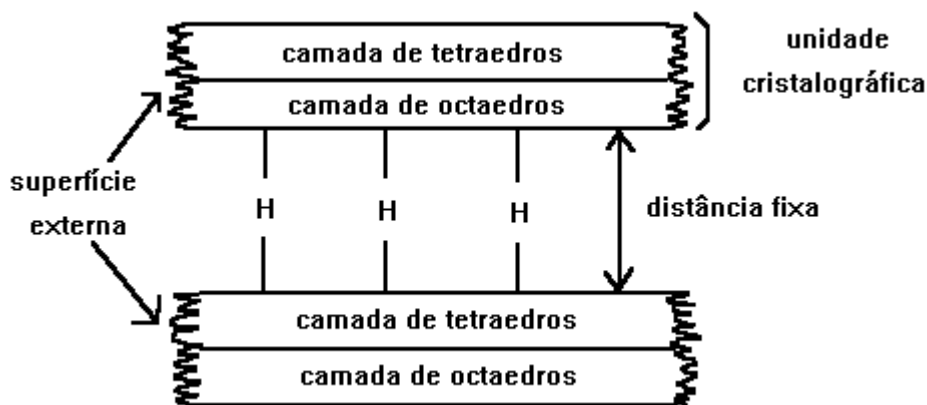
A associação dos grupamentos carboxílicos e fenólicos-OH dos compostos orgânicos com as cargas positivas que dominam nos oxihidróxidos presentes nos solos tropicais. Essa interação será responsável pela formação de uma microestrutura bem desenvolvida, típica de alguns latossolos. Nesses solos, a densidade de volume de poros é alta, favorecendo a lavagem de nutrientes do sistema e uma boa aeração do solo. A manutenção de estrutura granular, com drenagem interna livre, é muito importante nos solos de carga variável, típicos de região tropical com balanço hídrico positivo, onde o processo de lixiviação é intenso.

**QUESTÃO 2. As propriedades, CTC, retenção de água e superfície específica variam com o tipo de mineral predominante na fração argila do solo. O valor dessas propriedades deve ser maior em solos com predomínio de argilas do tipo 2:1 ou em solos com predomínio de argila 1:1? Explique a razão disso, com base na estrutura dessas argilas.**

**RESPOSTA:**

O valor das propriedades CTC, retenção de água e ASE são superiores nos minerais 2:1 do que nos minerais 1:1

1:1 Argilas do tipo 1:1 – caulinita



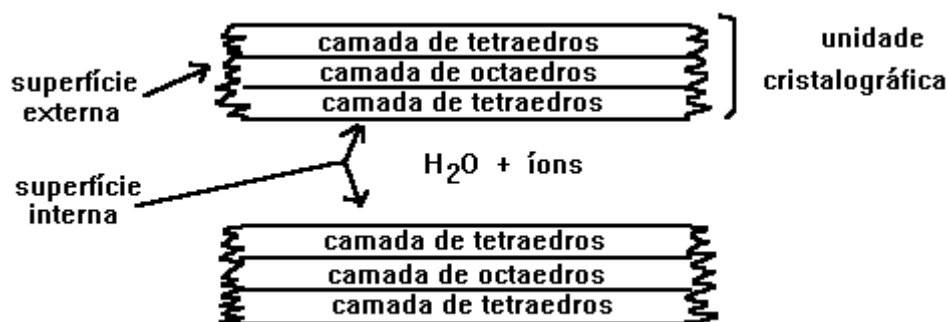
Caracteriza-se por um arranjo com uma camada de tetraedros e uma de octaedros, ligadas entre si, rigidamente, pelos átomos de oxigênio comuns às duas camadas, constituindo uma unidade cristalográfica.

Unidades assim formadas e rigidamente ligadas entre si por pontes de hidrogênio constituem o grupo das caulinitas ou o grupo das argilas do tipo 1:1. São hexagonais e de tamanho grande, o que condiciona pequena superfície específica, se comparada às partículas de argila silicatada mais ativa como a montmorilonita. As camadas rigidamente ligadas não permitem que haja a água e cátions entre as camadas.

A densidade de cargas na caulinita (1:1) é menor que em argilominerais 2:1, isso porque a quantidade de cargas depende da ASE do material. Caulinita tem CTC dependente do pH e baixíssima (ausência) desubstituição isomórfica.

## 2:1 - Montmorilonita

Caracteriza-se por unidades constituídas por um arranjo com duas camadas de tetraedros para uma de octaedros, ligadas rigidamente pelos átomos de oxigênio comuns às lâminas. São também denominadas argilas do tipo 2:1.



As unidades são frouxamente ligadas entre si por moléculas d'água e cátions presentes na solução, o que permite que a distância entre elas seja variável. Como consequência, cátions e

moléculas podem se mover entre essas unidades, o que proporciona tanto uma superfície total (a interna mais a externa) como uma superfície específica bem maiores do que para a caulinita.

Como toda a sua superfície apresenta cargas negativas, este colóide possui elevada capacidade de adsorção de cátions.

**QUESTÃO 3. Em relação aos adubos nitrogenados, responda:**

**a- Porque a ureia deve ser incorporada ao solo, sempre que possível. Exemplifique com reações. Caso este adubo não possa ser incorporado ao solo, devemos aplicá-lo antes ou depois de uma chuva prevista de 20 mm? Explique**

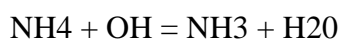
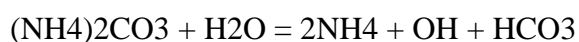
**b-Em solos argilosos e com teores de matéria orgânica de aproximadamente 4,0%, em que situações poderemos utilizar, em relação à ureia convencional:**

**b1- adubos nitrogenados com inibidores da urease**

**b2- adubos nitrogenados com inibidores da nitrificação**

RESPOSTA

a) A ureia deve ser incorporada ao solo para que seja evitada perdas por volatilização. A ureia, quando hidrolisada, eleva o pH ao redor do grânulo para aproximadamente 8,0. Sendo assim, o amônio, originado de sua hidrólise, em presença de pH elevado, se transforma em amônia e se perde para a atmosfera, caso o fertilizante seja aplicado sobre a superfície do solo (vide reação abaixo). Caso ele seja incorporado, à medida que a amônia migra para a superfície do solo ela encontra regiões com pH mais baixo e se transforma novamente em amônio, que não é gasoso e, portanto, permanece no solo.



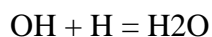
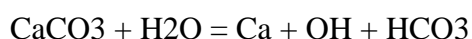
Caso não seja possível incorporar este fertilizante ao solo, deveremos aplicá-lo sempre 2 a 3 dias antes de uma chuva prevista, pois esta irá carrear o fertilizante e seus íons para o interior do solo, evitando, assim, a volatilização da amônia descrita acima.

b1) Adubos nitrogenados com inibidores de urease devem ser usados em situações em que a ureia convencional não possa ser incorporada ao solo, caso seu preço em relação à ureia não seja superior a 30-50%. A razão disso é para evitar as perdas de N por volatilização.

b2) Adubos nitrogenados com inibidores da nitrificação devem ser usados sempre que as condições para ocorrência de lixiviação de nitrogênio sejam grandes. Como o nitrogênio mineral presente no solo passa para a forma de nitrato em poucos dias, independentemente da forma aplicada, caso ocorram grandes precipitações pluviométricas, o nitrato será carreado verticalmente para camadas mais profundas, uma vez que essa forma de N não é adsorvida pela fase sólida por nenhum mecanismo de ligação.

**QUESTÃO 4. Escreva a reação química da elevação do pH do solo proporcionada pela aplicação de um calcário calcítico (CaCO<sub>3</sub>) e diga por que os calcários devem ser incorporados a solos com elevada acidez e presença de quantidades tóxicas de Al. Diga ainda em que situações o calcário pode ser aplicado sobre a superfície do solo, sem incorporação ?**

RESPOSTA



O calcário deve ser incorporado a solos ácidos em função de sua baixa solubilidade, com a finalidade de aumentar a área de contato com as partículas de solo e assim acelerar a reação de elevação do pH. Do contrário, a reação será limitada aos centímetros superficiais do solo proporcionando pouco ou nenhum efeito benéfico para as plantas na maior parte da camada ocupada pelas raízes. Ele pode ser aplicado sobre a superfície do solo, sem incorporação, em solos que tenham pH maior do que 5,5, ou seja, sem a existência de Al tóxico, e em solos que receberam calcário há poucos anos, mesmo com pH inferior a 5,5.

**QUESTÃO 5. Discorra sobre as formas de ocorrência de fósforo e potássio no solo, com ênfase na importância para o fornecimento desses nutrientes às plantas e sobre os efeitos nas suas disponibilidades (se aumenta, é neutro ou diminui), causados pelas seguintes alterações no solo:**

1. Aumento no teor de matéria orgânica do solo;
2. Elevação do pH de 4,5 para 6,0 pela calagem.

## RESPOSTA:

O fósforo (P) se encontra no solo nas formas orgânica, estrutural, precipitado, ocluso, adsorvido e na solução do solo, enquanto, o potássio (K) ocorre nas formas estrutural, trocável, fixado (ou não trocável) e na solução do solo. O P do solo também pode ser representado nas formas de P lábil, P não lábil e P solução, enquanto o K pode ser representado pelas formas de K trocável, K não trocável e K solução.

O P orgânico em geral pode compreender até 50% do total e está presente na matéria orgânica do solo, principalmente como fosfato de Inositol. O P estrutural caracteriza o P contido nos minerais primários do material de origem do solo. Essa forma normalmente representa a maior proporção do P e se encontra em fosfatos de cálcio, denominados apatitas. O P precipitado ocorre em proporções variadas, dependendo do tipo de solo e pode estar presente como fosfatos de Fe e Al que se formam em solos ácidos, ricos nesses elementos, ou como fosfato de Cálcio que se forma em solos alcalinos. A forma de P ocluso também pode representar parte expressiva do elemento no solo e se caracteriza por fosfato retido no interior de óxi-hidróxidos de Fe e Al, sendo considerada um estágio avançado da adsorção. O P adsorvido é o fosfato retido por ligação covalente em sítios de adsorção constituídos por Fe e Al da superfície de óxi-hidróxidos e arestas de argilas, sendo responsável pela manutenção da estabilidade da concentração de P na solução do solo. Essa forma se caracteriza por apresentar diferentes graus de energia de retenção, englobando desde conexão leves, por liga monodentada, até conexão de retenção muito forte, por ligação multidentada. O P dissolvido na solução do solo está presente como ânion ortofosfato, principalmente  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  em concentrações muito baixas, normalmente menor que  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ .

Parte do P orgânico é considerado lábil, assim como grande parte do P adsorvido. A primeira forma contribui com parte do P fornecido pelo solo às plantas, enquanto o P adsorvido é a principal forma a contribuir para isso. As demais formas são consideradas não lábeis e não contribuem diretamente para o fornecimento de P aos ciclos de cultivo.

O K estrutural representa a maior parte do total no solo e está presente nos minerais primários que contém esse elemento, como as micas e feldspatos. Já o K trocável se caracteriza pela forma de cátion monovalente retido por atração eletrostática às cargas negativas da superfície dos coloides de argila, matéria orgânica e oxi-hidróxidos do solo. O K fixado representa a forma do elemento retido em posições internas das entre lâminas que constituem as argilas do tipo 2:1, como illita e vermiculita. Já o K da solução do solo é o cátion monovalente dissolvido na água

do solo. O K trocável mantém equilíbrio com a forma dissolvida, sendo a principal forma responsável pelo fornecimento desse elemento pelo solo às plantas.

O aumento do teor de matéria orgânica (MO) aumenta a disponibilidade de P no solo, o que se deve principalmente à competição de ânions orgânicos e grupos funcionais das substâncias húmicas pelos sítios de adsorção, o que propicia aumento da concentração do elemento na solução do solo. O aumento no teor de MO também propicia maior disponibilidade de P, pelo aumento no processo de mineralização de P orgânico.

O aumento do teor de MO também favorece a disponibilidade de K, pois proporciona aumento das cargas negativas do solo (CTC), proporcionando maior quantidade desse nutriente armazenado em forma disponível.

A elevação de pH de até 6,0 aumenta a expressivamente a disponibilidade de P no solo. Em grande parte, isso se explica pela competição exercida pelo ânion oxidrila ( $\text{OH}^-$ ) na adsorção aos sítios de ligação de P, o que aumenta a concentração desse elemento na solução do solo. Com o pH acima de 5,5, elimina-se o  $\text{Al}^{3+}$ , evitando-se a toxidez que essa forma do elemento causa à maioria das plantas, o que resulta em maior crescimento radicular maior síntese de ATP, que são decisivos para a absorção de P. O aumento do pH também aumenta a atividade microbiana, aumentando a mineralização do P orgânico. Além disso, aumentam as cargas negativas dos coloides do solo e a proporção do anión  $\text{HPO}_4^-$ , o que também aumenta a concentração de P na solução pela maior repulsão entre o elemento e a superfície.

Com relação ao potássio, o aumento das cargas negativas do solo, decorrente da elevação do pH, aumenta o K retido nessas cargas e diminui a concentração do elemento na solução do solo. Entretanto, o K retido nas cargas permanece disponível e, com isso, o aumento no pH pode aumentar o armazenamento de K disponível no solo, evitando perdas por lixiviação, sobretudo em solos com predomínio de cargas variáveis.

---

**Presidente da Banca Examinadora**





## Assinaturas do documento



Código para verificação: **BO90N07A**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:



**PAULO ROBERTO ERNANI** (CPF: 277.XXX.830-XX) em 12/12/2022 às 10:41:35

Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:39:51 e válido até 30/03/2118 - 12:39:51.

(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTIwMjJfMDAwNTU1ODZfNTU2NzNfMjAyMI9CTzkwTjA3QQ==> ou o site <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo **UDESC 00055586/2022** e o código **BO90N07A** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.