

OS MACRONUTRIENTES E OS MICRONUTRIENTES DAS PLANTAS

Sengik, Erico S.

versão 2003

1. INTRODUÇÃO

A água, a luz, os nutrientes, as pragas, as doenças, etc são fatores responsáveis pela produtividade animal ou vegetal de uma propriedade agrícola. A fertilidade, representada pela disponibilidade de nutrientes e equilíbrio entre os mesmos, é apenas um entre os vários fatores. A dinâmica dos nutrientes do solo está associada ao conhecimento básico de rochas e minerais, da gênese, da física, da biologia, da química e da fertilidade do solo. Os colóides do solo têm influência na produção agrícola. Devido a atração eletromagnética, atuam na retenção dos nutrientes, originando conceitos como soma de bases trocáveis (valor S), capacidade de troca catiônica (valor T ou CTC) e porcentagem de saturação de bases (valor V%).

Os nutrientes disponíveis para as plantas estão nas formas solúveis na solução do solo, e grande parte deles estão adsorvidos aos colóides, ou na fase mineral ou orgânica como elemento lentamente disponível. Para a diagnose da fertilidade de um solo é necessário conhecer: a disponibilidade de macro e micronutrientes, saber quem são os cátions e os ânions, a relação entre os nutrientes e as condições de acidez do meio. A estas informações deve-se associar o conhecimento das fontes de nutrientes, das características e necessidades das plantas, da experiência de solos e plantas para então poder recomendar uma calagem ou adubação, procurando obter o máximo rendimento econômico.

A princípio, para um melhor entendimento do comportamento dos nutrientes no solo convém sempre ter em mente a sua carga, isto é, se são cátions ou ânions. Os cátions macronutrientes são o potássio (K^+), o cálcio (Ca^{++}), o magnésio (Mg^{++}) e o nitrogênio (NH_4^+). Os ânions macronutrientes são o nitrogênio (NO_3^-), o fósforo ($H_2PO_4^-$) e o enxofre (SO_4^-). Os micronutrientes também se comportam como ânions ou cátions. São cátions o ferro (Fe^{3+}), o cobre (Cu^{2+}), o zinco (Zn^{2+}), o manganês (Mn^{2+}), e são ânions o molibdênio (MoO_4^{2-}), o cloro (Cl^-) e o boro (BO_3^-).

2. OS CÁTIONS MACRONUTRIENTES

O potássio, o cálcio, o magnésio e parte do nitrogênio, comportam-se como cátions e os solos, em geral, possuem saldos de cargas negativas beneficiando a adsorção de íons de cargas positivas, por isso os cátions, de uma maneira geral, possuem menos problemas de lixiviação ou de deficiência aguda como de alguns ânions em algumas situações particulares.

2.1. O POTÁSSIO

2.1.1. NA PLANTA

O potássio, absorvido como íon cátion (K^+), é um nutriente que não faz parte de qualquer composto nas plantas, mas de forma livre regula e participa de muitos processos essenciais tais como fotossíntese, abertura e fechamento de estômatos, absorção de água do solo, atividades enzimáticas, formação de amido e síntese protéica.

A qualidade de alguns produtos agrícolas dependem da disponibilidade de potássio como o teor de açúcar em cana-de-açúcar, tamanho dos frutos cítricos, resistência ao transporte e ao armazenamento de hortaliças e resistência ao acamamento de gramíneas.

As plantas forrageiras absorvem de 15 a 30 gramas de potássio por quilo de matéria seca. Seu teor nas plantas variam de 20 a 40 g kg^{-1} de matéria seca.

2.1.2. NO SOLO

O potássio no solo comporta-se como íon cátion monovalente e dessa forma poderá ser facilmente lixiviado, absorvido, fixado, adsorvido as argilas ou permanecer na solução do solo.

Cerca de 90 a 98% do potássio total do solo está na forma de minerais como ortoclásio, moscovita, biotita e leucita. Do potássio prontamente disponível (1 - 2% do total) cerca de 10% está na solução do solo e o restante está na forma fixada, isto é, não disponível às plantas. Seu teor trocável nos solos, considerado como médio, é de 0,1 a 0,3 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

O potássio por ser bastante móvel no solo é facilmente lixiviado em solos com baixa CTC como por exemplo em solos arenosos. Seu teor no solo, considerado como médio é de 0,1 a 0,3 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

2.1.3. OS SINTOMAS DE DEFICIÊNCIAS

O sintoma típico de deficiência é a clorose das margens das folhas mais velhas. Os sintomas aparecem nas folhas mais velhas por ser móvel na planta. No milho a deficiência se manifesta com espigas com poucos grãos na extremidade e com sementes soltas no sabugo. O acamamento de gramíneas pode ser ocasionado por deficiência de potássio. O aspecto de grama sapecada pelo fogo é um sintoma de deficiência de potássio

2.1.4. AS FONTES DE POTÁSSIO

A palavra potássio, em inglês *POTASH* significa cinza de pote. As cinzas eram utilizadas como matéria prima para a obtenção de adubos potássicos. A cinza da palha de café pode possuir 18% de K_2O e a de torta de algodão 26% de K_2O . Portanto as cinzas são boas fontes de potássio.

A fonte mineral comercial de potássio mais usada é o cloreto de potássio (KCl) com 60% de K_2O . Há outras fontes como o sulfato de potássio (K_2SO_4) com 50% de K_2O , sulfato de potássio e magnésio ($\text{K}_2\cdot 2\text{Mg}\text{SO}_4$) com 40 % de K_2O e o nitrato de potássio (KNO_3) com 46% de K_2O .

As recomendações de potássio, em geral, podem ser de 0, 15, 30 e 45 kg ha^{-1} de K_2O em função de estar alto, médio, ou baixo o teor no solo.

2.1.5. OS PROBLEMAS COM O POTÁSSIO

A lixiviação se destaca como um dos principais problemas do potássio em solos de baixa capacidade de troca catiônica. Há casos em que as perdas se aproximam das quantidades extraídas pelas culturas. Por razões como esta, recomenda-se sempre que possível o parcelamento dos adubos potássicos em solos com baixa CTC.

O consumo de potássio pela planta, além do necessário para o seu rendimento ótimo, ou consumo de luxo ou supérfluo é, sem duvida, um desperdício de recursos, tornando a aplicação em excesso antieconômica e algumas vezes desnecessária, principalmente em solos argilosos.

2.2. O CÁLCIO

2.2.1. NA PLANTA

O cálcio é absorvido como íon bivalente (Ca^{++}). O cálcio é muito importante no desenvolvimento das raízes, sendo um nutriente necessário na translocação e armazenamento de carboidratos e proteínas. O cálcio atua na formação e na integridade das membranas da parede celular.

Por ser imóvel na planta, o sintoma típico surge como clorose internerval nas folhas mais novas. Outros sintomas podem ocorrer, tais como: queda das flores e crescimento reduzido das raízes.

O teor nas plantas variam de 3 a 24 g kg^{-1} em função do período de crescimento das mesmas.

2.2.2. NO SOLO

O cálcio no solo comporta-se como íon divalente positivo (Ca^{++}), devendo ser fortemente adsorvido aos colóides, absorvidos pelas plantas e organismos do solo, estar na solução do solo, ou ser lixiviado.

O conteúdo de cálcio no solo é função do material de origem do mesmo (rocha), sendo influenciado pela sua textura, teor de matéria orgânica e pela remoção das culturas.

A sua disponibilidade às plantas, como de outros cátions (potássio e magnésio), é afetada tanto pela quantidade de nutriente disponível no solo, como pelo grau de saturação no complexo de troca e da relação com os outros cátions do complexo coloidal.

Teores de cálcio no solo entre 2,0 a 4,0 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ podem ser considerados como médio.

2.2.3. OS SINTOMAS DE DEFICIÊNCIAS

Os sintomas de deficiência são de difícil reconhecimento no campo, mas a clorose internerval das folhas mais novas é o sintoma típico. A deficiência de cálcio na planta produz um crescimento de forma irregular das folhas, resultando em folhas com margens de natureza restrita. Muitas vezes é observada a morte de tecidos do caule e pecíolo das folhas, assim como a queda prematura de flores, morte dos óvulos e mal desenvolvimento das sementes. Morte dos tecidos do fruto, como de tomate e pimenta, são características de baixo suprimento de cálcio. O crescimento das raízes, tanto no sentido longitudinal como no lateral é prejudicado, devido a sua ação na integridade das membranas.

2.2.4. AS FONTES DE CÁLCIO

As principais fontes de cálcio são os minerais do solo, de maneira geral, solos argilosos são ricos em cálcio disponível, por serem formados por rochas ricas em minerais com alto teor de cálcio. Geralmente, seus teores num solo argiloso são suficientes para as plantas, desde que o solo não esteja ácido. Os calcários, utilizados como corretivos de acidez, são fontes de cálcio.

Exemplos:

- calcário calcítico	32 - 38% (Ca^{++})
- calcário magnesiano	28 - 30% (Ca^{++})
- calcário dolomítico	15 - 25% (Ca^{++})
- cal extinta	52 - 54% (Ca^{++})

O gesso agrícola, não possui valor neutralizante, mas pode ser utilizado como fonte de cálcio. O uso de fertilizantes como superfosfato simples (18% Ca^{++}), superfosfato triplo (10% Ca^{++}), termofosfato (20% Ca^{++}), fosfatos naturais (28% Ca^{++}), fosmag (18% Ca^{++}), cloreto de cálcio (25% Ca^{++}) também são fontes de cálcio para as plantas.

A correção dos níveis de cálcio trocável se faz pela calagem e também pela aplicação de outras fontes de adubos que possuam cálcio. A calagem visa a correção do pH do solo, a neutralização do alumínio e a elevação dos teores de cálcio e de magnésio.

2.2.5. OS PROBLEMAS COM O CÁLCIO

Solos arenosos, com baixos teores em matéria orgânica, lixiviados e erodidos, são potencialmente pobres em cálcio.

Observa-se que o uso de calcários ricos em magnésio tem promovido o desequilíbrio no solo entre cálcio e magnésio podendo prejudicar a produção vegetal, criando situações em que são boas as quantidades, tanto de cálcio como de magnésio, mas o grau de saturação dos íons, ou sua relação, não é a mais adequada para a absorção e crescimento vegetal.

2.3. O MAGNÉSIO

2.3.1. NA PLANTA

O magnésio é absorvido como íon bivalente positivo (Mg^{++}). Compõe a molécula de clorofila, que dá a cor verde às plantas. A clorofila contém cerca de 2,7% de magnésio.

As plantas forrageiras com baixos teores de magnésio podem promover baixos teores de magnésio sérico nos animais e conseqüentemente a tetania. Seu teor nas plantas variam de 2 a 4 g kg^{-1} , e as plantas forrageiras absorvem de 2,0 a 4,0 gramas por quilo de matéria seca.

2.3.2. NO SOLO

O magnésio é adsorvido aos colóides do solo como íon bivalente positivo (Mg^{++}), com comportamento muito similar ao cálcio. O teor de magnésio trocável que pode ser considerado como médio é de 0,4 a 0,8 $cmol_c dm^{-3}$ de solo.

2.3.3. OS SINTOMAS DE DEFICIÊNCIAS

Os sintomas de falta de magnésio, por causa de sua alta mobilidade na planta, aparecem geralmente nas folhas mais velhas, onde a clorose é o primeiro sintoma evidente: elas apresentam cor verde clara. Com o agravamento da deficiência, aparecem manchas amareladas que podem se unir formando faixas ao longo das margens da folha, que se tornam avermelhada. Os frutos produzidos em condições de deficiência de magnésio são geralmente menores que os normais.

A deficiência de magnésio pode ser corrigida pela aplicação de sulfato de magnésio ou sulfato de potássio e magnésio. O calcário dolomítico deve ser usado com muito cuidado, a fim de evitar excessiva elevação do valor de pH do solo e alterações prejudiciais das relações catiônicas. Deve-se dar atenção a quantidade de potássio usada na mistura fertilizante, de modo a evitar uma deficiência de magnésio induzida por excesso de potássio.

2.3.4. AS FONTES DE MAGNÉSIO

A correção dos níveis de magnésio trocável no solo ocorre sempre pela aplicação de calcário para a correção da acidez dos solos, pois os calcários, de modo geral, possuem magnésio, principalmente se for aplicado calcário dolomítico ou magnesiano. Mas sua deficiência pode ser corrigida pela aplicação de sulfato de magnésio, sulfato duplo de potássio e magnésio, fosmag e termofosfato magnesiano.

2.3.5. OS PROBLEMAS COM O MAGNÉSIO

Solos arenosos com baixo teor de matéria orgânica, ácidos, lixiviados, em geral possuem baixos teores de magnésio, mas o uso da calagem, com os calcários dolomíticos, tem criado uma nova situação em que alguns solos tem apresentado altos teores de magnésio, mas com problemas de desequilíbrio catiônico com potenciais para a redução da produção. Há casos em que os teores de cálcio e de magnésio são altos, ocorrendo problemas da relação e de altas saturações de magnésio no complexo de troca.

3. OS ÂNIONS MACRONUTRIENTES

O nitrogênio (NO_3^-), o fósforo (PO_4^{--}) e o enxofre (SO_4^-) são macronutrientes aniônicos muito ligados a matéria orgânica e adsorvidos aos colóides do solo nas poucas cargas positivas do solo.

Como o saldo líquido de cargas do solo em geral é negativa, os ânions, como NO_3^- , tendem a ser facilmente lixiviados.

3.1. NITROGÊNIO

3.1.1. NO SOLO

O nitrogênio comporta-se como cátion (NH_4^+) e como ânion (NO_3^-). A maioria, mais de 95%, está na forma de NO_3^- , forma que é bastante lixiviada para fora da zona de absorção das raízes.

Há uma relação íntima entre a matéria orgânica do solo e o N disponível para as plantas. Mais de 90% do N do solo está na forma orgânica. Em geral cerca de 20 a 30 Kg de nitrogênio por hectare são liberados para cada 1% de matéria orgânica mineralizada do solo.

As transformações das formas de NH_4^+ para NO_3^- são feitas por bactérias dos gêneros nitrobacter e nitrossomonas. O nitrogênio disponível para as plantas pode ser adsorvido aos colóides, lixiviado, perdido na forma gasosa ou absorvido pelas plantas.

3.1.2. NA PLANTA

O nitrogênio, dentre os macronutrientes primários, é o que tem efeito mais rápido sobre o crescimento vegetal. Tem como função básica o crescimento das plantas, é responsável pela cor verde escura das mesmas e, como promove o desenvolvimento do sistema radicular, melhora a absorção de outros nutrientes do solo.

O nitrogênio, dentre os macronutrientes primários, é o que tem efeito mais rápido sobre o crescimento vegetal. Tem como função básica o crescimento das plantas, é responsável pela cor verde escura das mesmas e, como promove o desenvolvimento do sistema radicular, melhora a absorção de outros nutrientes do solo.

O nitrogênio faz parte da composição das proteínas de todas as plantas e animais. O valor nutritivo das forragens depende muito do seu teor em nitrogênio. Forrageiras com altos teores em nitrogênio são preferidas para a produção de feno. Seu teor nas gramíneas varia de 10 a 20 g kg^{-1} , podendo atingir valores bem mais altos em função da adubação, estágio ou parte da planta analisada.

3.1.3. OS SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA

O sinal típico de deficiência, principalmente em gramíneas é a coloração amarelo-esverdeada das folhas mais velhas que pode caracterizar a deficiência de nitrogênio. Plantas deficientes em nitrogênio apresentam folhas pequenas, caules finos e pouca ramificação. No milho com deficiência em nitrogênio, as espigas ficam menores e os grãos da extremidade não enchem. No caso de excesso de nitrogênio, em relação a outros nutrientes, os cabelos da espiga do milho permanecem verdes.

3.1.4. AS FONTES DE NITROGÊNIO

Em cada hectare pode existir cerca de 90 toneladas de nitrogênio no ar do solo que, para serem aproveitados pelas plantas, precisam ser transformados de N gasoso para amônio ou nitrato. A fixação do N pelos relâmpagos enriquecem de N as águas das chuvas. A fixação pelos organismos do solo e pelos nódulos de bactérias das leguminosas enriquecem o solo em nitrogênio. A fixação industrial fornece os milhões de toneladas de adubos nitrogenados utilizados, e os adubos químicos são as fontes mais utilizadas.

A escolha de uma fonte de adubo nitrogenado deve se basear em fatores como preço, disponibilidade, cultura, época, modo de aplicação e manejo da cultura. Na escolha entre uma fonte orgânica ou mineral, jamais deve-se esquecer que para a planta um quilo de N é um quilo de N, não importa a fonte do nutriente, isto é, se orgânica ou mineral.

A aplicação de nitrogênio em gramíneas forrageiras pode ser bastante elevada, isto é, acima de 400 kg ha⁻¹. Aplicações de 50 quilos tem apresentado pouco efeito. As respostas a aplicação de nitrogênio são visíveis mas não se deve esquecer dos aspectos econômicos, das perdas elevadas em função do solo, do manejo das fontes aplicadas e do aproveitamento da forragem produzida. Para o milho pode ser feita a aplicação de 20 quilos na semeadura e até 100 quilos em cobertura com respostas econômicas atualmente.

Exemplos de fontes de nitrogênio:

Chuvas	2 a 20	kg ha ⁻¹ ano ⁻¹
Fixação simbiótica	50 a 300	kg há ⁻¹ ano ⁻¹
Fixação livre	10 a 50	kg ha ⁻¹ ano ⁻¹
Restos culturais	10 a 60	kg ha ⁻¹ ano ⁻¹

Estercos:

Boi	0,6% de nitrogênio
Frango	1,7% de nitrogênio
Cavalo	0,7% de nitrogênio

Adubos:

Uréia	45% de nitrogênio
Sulfato de Amônia	20% de nitrogênio
Nitrato de Cálcio	33% de nitrogênio
Nitrato de Amônia	35,5% (½ NH ₄ ⁺ e ½ NO ₃ ⁻)

3.1.5. OS PROBLEMAS COM O NITROGÊNIO

O nitrogênio é um nutriente extremamente dinâmico sendo muito afetado por condições de clima e de solo. Como a sua maior concentração no solo está na forma de nitratos, em períodos de chuvas intensas ele é bastante lixiviado, principalmente em solos arenosos.

A aplicação de adubos nitrogenados em cobertura na forma de uréia pode resultar em perdas consideráveis de nitrogênio como amônia, principalmente se o solo for arenoso. O ideal é aplicar fertilizante de maneira parcelada, fornecendo o nitrogênio nos períodos críticos do crescimento vegetal, e se a fonte for uréia, que a mesma seja incorporada ao solo. A incorporação da uréia pode ser feita por uma chuva de vinte milímetros, ou por uma irrigação equivalente logo após a sua aplicação, ou cobrindo a mesma com solo.

3.2. O FÓSFORO

3.2.1. NA PLANTA

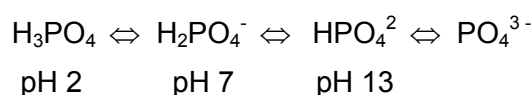
O fósforo é absorvido pelas raízes principalmente como íon ortofosfato (H₂PO₄⁻). O fósforo é importante na formação do ATP (trifosfato de adenosina) que será a principal fonte energética da planta. Energia utilizada no transporte de assimilados, no armazenamento e transferência de energia, na divisão celular, no aumento das células e na transferência de informações genéticas.

Teores de 3 g kg⁻¹ de matéria seca de gramíneas podem ser considerados como suficientes

3.2.2. NO SOLO

A quantidade total de fósforo (P) no solo é elevada (0,08%), mas somente pequenas quantidades de fósforo estão presentes na solução do solo, em geral menos de 6 µg dm⁻³.

As formas de disponibilidade do P para as plantas são afetadas pelo pH do solo:



Em solos de acidez elevada tende a predominar a forma de ortofosfato primário (H_2PO_4^-), e em solos alcalinos predomina o íon ortofosfato secundário (HPO_4^{2-}). Em geral o pH que proporciona maior disponibilidade de P está entre 6,0 e 6,5, pois nesta faixa de pH é mínima a reação ou fixação do fósforo. O valor de pH igual a 6,3 é considerado o ideal para disponibilidade de fósforo para as plantas.

O fósforo ocorre na forma orgânica e em centenas de formas inorgânicas no solo. A maioria do fósforo inorgânico ocorre na fração argila do solo, ligado ao cálcio (PCa), ferro (PFe), alumínio (PAI) e na quase totalidade não está disponível às plantas. O fósforo disponível às plantas tende a ser facilmente fixado por argilas do solo.

A maioria do fósforo do solo constitui os compostos orgânicos de fósforo como ácidos nucleicos, fitina e fosfolipídios, que reduzem a fixação do P com ferro e alumínio por formar complexos com os mesmos.

Teores de 6 a 12 $\mu\text{g dm}^{-3}$, extraído por Melich, pode ser considerado como médio desde que sejam considerados uma série de fatores como fonte, extratores, solo e necessidades das plantas forrageiras. Em solos com valores acima de 12 $\mu\text{g dm}^{-3}$ de fósforo pode-se não obter respostas a adubação fosfatada para gramíneas.

3.2.3. OS SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA

O sinal típico de deficiência é a cor púrpura das folhas mais velhas que pode caracterizar o sintoma de deficiência. Sua deficiência resulta em menor crescimento da planta. Sendo pouco móvel, a deficiência é observada primeiro nas folhas mais velhas, sendo um sintoma típico o desenvolvimento da coloração púrpura ou avermelhada nas folhas inferiores e no caule do milho. As espigas de milho quando deficientes em fósforo ficam pequenas, com a ponta retorcida e com grãos pequenos. Embora a deficiência extrema de fósforo possa resultar em algum amarelecimento das folhas, o sistema mais comum que aparece inicialmente é uma cor verde-escura sem brilho, ou verde-azulada, tornando-se difícil, nesta fase, o seu reconhecimento em condições de campo.

3.2.4. AS FONTES DE FÓSFORO

A fonte natural de fósforo no solo é a matéria orgânica, ou outro resíduo orgânico que possa ser adicionado ao solo, como esterco e restos de culturas.

A farinha de ossos, com cerca de 30% de P_2O_5 , foi a primeira fonte de fósforo bastante utilizada no passado. Sendo considerado o uso de ossos moídos (até esqueletos humanos) como o marco inicial da indústria de adubos.

Entre os adubos comerciais tem-se:

a) **Os fosfatos naturais** são fertilizantes que possuem o fósforo na sua quase totalidade em forma não assimilável pelas plantas, totalmente insolúveis em água.

a.1) **Os fosfatos naturais minerais**: são a matéria prima para a produção de fosfatos mais solúveis.

APATITAS possuem 30 - 40% de P_2O_5 total, não possuem fósforo solúvel em água, apresentam cerca de 3% de P_2O_5 solúvel em citrato de amônio, que é o fósforo assimilável.

Exemplos: Apatita de Araxá (35% P_2O_5), de Jacupiranga (36% P_2O_5), fosfato de Alvorada (30% P_2O_5), de Aruba (25% P_2O_5).

a.2) **As fosforitas** possuem cerca de 30% de P_2O_5 total, com 5 a 12% de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico a 2%, solubilidade em citrato de amônio de 5% e não apresentam P_2O_5 solúvel em água.

a.3) **Os fosfatos orgânicos naturais** são os ossos moídos, ricos em fosfatos tricálcico ou carbono apatita.

Exemplos: - Farinha de ossos curada com 22 a 26% de P_2O_5 total;

- Farinha de ossos degelatinada com 30 a 33% de P_2O_5 total;
- Ossos calcinados, pó de cor cinza, moído, com cerca de 35% de P_2O_5 total.

b) **Os superfosfatos simples** são basicamente obtidos a partir de matéria prima rica em fósforo (apatitas e fosforitas), que são tratadas com ácido sulfúrico resultando no superfosfato simples com 20% de P_2O_5 total, 18% de P_2O_5 solúvel em água, com 12% de enxofre e 20% de cálcio.

c) **Os superfosfatos triplo** são obtidos de rochas fosfatadas com alto teor de P e baixo de óxidos de ferro e de alumínio, tratadas com ácido fosfórico, resultam em um adubo com 48% de P_2O_5 total e 43% solúvel em água.

d) **O termofosfatos** são adubos obtidos por fusão a $1500^\circ C$, resultando em um material vítreo que moído apresenta 19% de P_2O_5 total, 30% de óxido de cálcio, 18% de óxido de magnésio, com traços de fósforo solúvel em água. Exemplo: Yoorin

e) **O fosfato monoamônico** (MAP) é um adubo semelhante ao DAP, resulta da reação do amoníaco com o ácido fosfórico, resultando em um adubo misto com 11% de nitrogênio e 50% de P_2O_5 .

f) **O fosfato diamônio** (DAP) é um fertilizante misto com N e fósforo, contém 18% de N e 46% de P_2O_5 total e solúvel em água.

As aplicações e recomendações de fósforo podem variar de 0, 30, 60 e 90 kg ha^{-1} de P_2O_5 solúvel em água em função dos teores de fósforo no solo.

3.2.5. OS PROBLEMAS COM O FÓSFORO

O fósforo é um nutriente de baixa mobilidade no solo, devendo ser aplicado incorporado ao solo e o mais próximo das raízes. Os teores de fósforo, no solo, disponíveis são relativamente baixos, sua fixação na maioria dos solos é bastante elevada, principalmente em solos ricos em sesquióxidos de ferro e ou de alumínio e ácidos.

Em pastagem, já formada, o adubo fosfatado é colocado na superfície com afirmativas de que o mesmo desceria em profundidade. A equipe de fertilidade de solos da UEM-SOLOS-DAG possui dados preliminares que comprovam a eficiência do adubo fosfatado colocado na superfície de solos arenosos da região do arenitode Caiuá, isto é solos de baixa capacidade de adsorção de fósforo.

3.2.6. TERMINOLOGIA DOS FERTILIZANTES FOSFATADOS

I. INTRODUÇÃO

A terminologia utilizada em relação aos fertilizantes fosfatados é muita vez erradamente aplicada. Não raro o entendimento dos conteúdos de fósforo nos fertilizantes e suas significações agronômicas são pouco conhecidos. Não é demais recordar que o teor de fósforo dos adubos é expresso em teores de P_2O_5 , embora os adubos não possuam P_2O_5 e sim $H_2PO_4^-$ ou similar.

II. FORMAS DE FÓSFORO FERTILIZANTES

1) Fósforo total

O fundamento da determinação é a digestão (oxidação) da amostra por ácidos como HNO_3 , $HClO_4$, HCl para obter o H_3PO_4 .

Tem como característica a extração de todas as formas de fósforo da amostra.

São utilizados quatro processos, mas para o Brasil os dois últimos já seriam suficientes.

PRIMEIRO: digestão nitro-perclórica para qualquer fertilizante;

SEGUNDO: incineração – $Mg(NO_3)_2$, para amostras orgânicas ou com elevado teor desse materiais.

TERCEIRO: digestão nítrico-perclórica, para amostras com pequenas quantidades de matéria orgânica.

QUARTO: digestão clorídrica-nítrica para amostras sem matéria orgânica.

O teor de fósforo total não diz nada sobre o aproveitamento pelas plantas, pois o fósforo pode estar insolúvel. Portanto não tem relação com o valor agronômico.

2) Fósforo solúvel em água

O fundamento é a lavagem exaustiva da amostra com porções pequenas e sucessivas quantidades de água destilada até completar um volume aproximado de 250 mL.

Tem como característica a extração de todas as formas de fósforo solúvel em água:

Ácido fosfórico: H_3PO_4

Fosfato monocálcico: $Ca(H_2PO_4)_2$

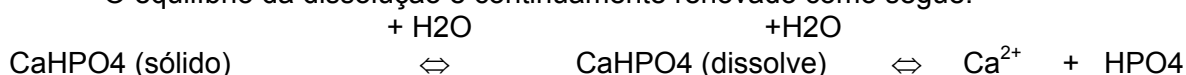
Fosfatos de amônio: $NH_4H_2PO_4$, $(NH_4)_2HPO_4$

Polifosfato de amônio: $(NH_4)_6P_7O_{24}$

E extrai parcialmente as formas de fósforo menos solúveis.

Como análise crítica pode-se comentar que a insolubilidade em água não é absoluta. Há os pouco solúveis como $CaHPO_4$; NH_4MgPO_4 e os extremamente insolúveis em água como as apatitas.

O equilíbrio da dissolução é continuamente renovado como segue:



Todo o fósforo é aproveitável pela planta. Os fosfatos pouco solúveis não aparecem mas são aproveitáveis.

A precisão para que se obtenha maior reprodutibilidade depende:

- Volume de cada porção de água;
- Temperatura da água;

- c) Superfície de contato de água com a amostra;
- d) Velocidade de escoamento
- e) Volume total de água empregada

3) Fósforo solúvel em solução de ácido cítrico a 2%

Fundamenta-se na agitação da amostra suspensa num determinado volume de solução de ácido cítrico a 2% (pH =2,0), à temperatura ambiente e por um determinado período de tempo. No Brasil usa-se o agitador de Vagner a 30-40 rpm, 5g da amostra, 500 mL de solução de ácido cítrico a 2% (1/100), garrafa de Stohlman e agita-se por 30 minutos. Se usar 1:300 irá solubilizar mais que o dobro de fósforo.

Apresenta como característica a extração de todas as formas de fósforo com exceção dos fosfatos de ferro, de alumínio e as apatitas, onde sua ação solubilizante é de baixa a média. Ele avalia o fósforo insolúvel em água, como as dos fosfatos naturais. O princípio para melhor aproveitamento é de que raízes e microorganismos produzem ácidos que podem solubilizar o fósforo. Em geral, pode ser considerado sem valor agrônômico

Como análise crítica há que se considerar que a sua ação solubilizante resulta da água (que solubiliza as formas solúveis em água), da acidez (ácido cítrico a 2% possui pH = 2,30 e por isso solubiliza os fosfatos de cálcio) e da ação complexante (que atua sobre os cátions presentes no produto).

4) Fósforo solúvel em solução neutra de citrato de amônio (pH=7)

O fundamento é a extração da mostra suspensa num determinado volume de solução neutra de citrato de amônio a 65°C e por 60 minutos, após a extração dos componentes solúveis em água. Apresenta como características a extração de praticamente todas as formas de fósforo, exceto o fosfato tricálcico, as apatitas e o pirofosfato de cálcio.

Como análise crítica tem-se que a solução neutra não solubiliza o fósforo pela acidez e sim pelo efeito complexante sobre os cátions presentes no produto. Complexa o ferro e o alumínio liberando o fósforo que a eles estava ligado. Pode ser considerada como a melhor avaliação agrônômica por avaliar o insolúvel em água, contudo ele subestima as formas insolúveis.

5) Fósforo assimilável

É o teor de fósforo nas formas assimiláveis pelas plantas. Representa a soma dos ortofosfatos primários e secundários. Sua determinação consiste nas análises do fósforo solúvel em água somado a do citrato de amônio do fósforo que não solubilizou em água.

III. EXEMPLOS DE SOLUBILIZAÇÃO DE FERTILIZANTES FOSFATADOS

Fertilizantes	Total	água	citrato	ácido cítrico		assimilável
				1:100	1:300	
SS	20	18	1	-	-	19
ST	46	42	4	-	-	46
DAP	46	46	-	-	-	46
Termofosfato	20	Tr.	-	n.d.	18	-
Farinha de ossos	24	Tr.	-	n.d.	n.d.	-
Apatita de araxá	38	Tr.	3	5	9	3
Hiperfosfato	28	Tr.	6	12	24	6
Fosfato de Arad	33	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d

IV. CONCLUSÕES

A comparação entre as fontes de fertilizantes utilizando dados sobre as diferentes formas de solubilização pode levar a conclusões completamente erradas sobre o valor agronômico de um fertilizante. O valor do fósforo assimilável é um bom parâmetro mas que dificilmente é utilizado, mas dependendo da fonte e cultura outros parâmetros podem ser úteis para avaliação de um fertilizante fosfatado.

3.3. O ENXOFRE

3.3.1. NA PLANTA

O enxofre (S) é exigido para a formação de aminoácidos e de proteínas, para a fotossíntese e para a resistência ao frio. É importante para a nodulação e desenvolvimento radicular. As concentrações de enxofre nas plantas variam de 0,2 até mais de 1,0%.

O enxofre é absorvido pelas raízes na forma de SO_4^{2-} mas pode ser absorvido por via foliar na forma de gás sulfúrico (SO_2).

Tabela-1 Culturas em que foi feita aplicação de enxofre e a porcentagem de aumento da produção.

CULTURAS	PORCENTAGEM DE AUMENTO
Cana-de-açúcar	11
Colonião	21
Milho	21
Sorgo	10
Soja	24

3.3.2. NO SOLO

A maior parte do enxofre do solo está imobilizado na matéria orgânica, podendo ser absorvido após a sua mineralização a sulfato (SO_4^{2-}) pelas bactérias do solo.

O sulfato por ser muito móvel no solo pode ser facilmente lixiviado ($20 - 60 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) em períodos de chuvas intensas, podendo ocasionar sintomas típicos de deficiência temporária em solos arenosos, em plântulas de milho e em períodos de muita chuva.

Interpretação do teor de enxofre nos solo ($S-SO_4^-$), em $mg\ dm^{-3}$ (Vitti, 1989).

TEOR	EXTRATOR	
	NH ₄ Oac.HOAc.	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ 500 ppm P
Muito Baixo	0,0 – 5,0	0 – 2,5
Baixo	5,1 – 10,0	2,5 – 5,0
Médio	10,1 – 15,0	5,1 – 10,0
Adequado	>15,0	> 10,0

3.3.3. OS SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA

Os sintomas de deficiência de S aparecem como crescimento raquítico das plantas e o amarelecimento mais intenso das folhas mais novas. Na deficiência de enxofre, as folhas mais velhas permanecem verdes e, as mais novas, ficam com coloração amarelo-esverdeada; em casos severos, tornam-se cloróticas. Na falta de nitrogênio e de enxofre, a planta pode tomar uma coloração verde amarelada uniforme, com folhas velhas e novas amareladas.

A deficiência de enxofre assemelha-se muito à deficiência de nitrogênio. Em condições de baixo suprimento de enxofre e de nitrogênio, a aparência da planta não permite ao observador fazer a diferenciação entre a deficiência de enxofre ou de nitrogênio.

3.3.4. AS FONTES DE ENXOFRE

A aplicação de enxofre é dependente do solo, cultura e manejo, porém há registros de respostas obtidas com a aplicação de enxofre. As recomendações de enxofre variam de 10 a 30 Kg de S por hectare, podendo chegar a 50 Kg ha⁻¹ em algumas culturas.

Chuvas	5 - 30 Kg ha ⁻¹ ano ⁻¹
Matéria orgânica	60 - 90% S
Gesso agrícola	16% S
Sulfato de amônia	12% S
Fosmag	12% S

Quando da aplicação de enxofre como adubo, deve ser contabilizada a quantidade fornecida pelo uso de defensivos e de outros adubos como sulfato de amônio ou superfosfato simples, que possuem enxofre em quantidades consideráveis na sua constituição.

3.3.5. OS PROBLEMAS COM O ENXOFRE

Os problemas de deficiência são típicos de plantas em solos arenosos, erodidos, com baixo teor de matéria orgânica e em períodos de precipitação intensa. Podem ocorrer deficiências em situações de cultivo em que se procura elevadas produtividades.

4. OS MICRONUTRIENTES

4.1. INTRODUÇÃO

A quantidade e a disponibilidade de micronutrientes para as plantas depende muito da mineralogia das rochas que dão origem aos solos, havendo íntima correlação entre o teor de argila e o conteúdo de micronutrientes.

Solos com baixos teores de argila, ácidos e com baixo teor de matéria orgânica são potencialmente deficientes em micronutrientes.

O agrupamento dos micronutrientes em cátions (Fe^{++} , Mn^{++} , Zn^{++} e Cu^{++}) e ânions (BO_3^- , Cl^- , Mo_4^-) facilitam o entendimento do seu comportamento em relação aos colóides do solo, bem como da sua disponibilidade.

A adubação fosfatada em excesso pode prejudicar a assimilação de micronutrientes como ferro e zinco. O zinco é um dos micronutrientes, cuja deficiência é relativamente comum, principalmente por ser baixa a sua quantidade no solo.

A matéria orgânica imobiliza os micronutrientes na forma de compostos orgânicos, que se por um lado protegem os nutrientes, por outro, reduz a sua disponibilidade para as plantas, devido a formação de quelatos.

O efeito da reação do solo na disponibilidade de micronutrientes é bastante clássica. (Figura 01). Em condições muito ácidas, a concentração de alguns micronutrientes, na forma solúvel, pode se tornar extremamente tóxica para as plantas. Em solos com reação básica, a disponibilidade de cátions micronutrientes é máxima.

4.2. OS CÁTIOS MICRONUTRIENTES

O ferro, o cobre, o manganês e o zinco são cátions micronutrientes.

4.2.1. NA PLANTA

O ferro é absorvido como cátion trivalente. Age como catalisador na formação de clorofila e no transporte de oxigênio. Os sintomas de deficiência aparecem nas folhas mais novas, na forma de uma clorose internerval.

O cobre, absorvido como cátion divalente, é essencial à fotossíntese e a produção de clorofila. Sua deficiência aparece primeiro nos ramos mais novos, como amarelecimento e murchamento das folhas e morte das regiões de crescimento dos ramos. Em gramíneas a cor parda da panícula e o seu encurvamento são sintomas típicos de deficiência.

O manganês é absorvido como cátion bivalente. Atua principalmente em sistemas enzimáticos de planta, sendo importante na fotossíntese e produção de aminoácidos. O sintoma de deficiência, envolve o amarelecimento das folhas mais novas. Em aveia a metade superior da folha curva-se com uma dobra e o restante da folha permanece ereta e verde. Em citrus as folhas ficam menores, mais estreitas e os internódios mais curtos.

O zinco é absorvido como cátion bivalente positivo. É importante no processo do crescimento e desenvolvimento das plantas. Os sintomas de deficiência são: plantas raquíticas, clorose internerval das folhas mais novas e internódios curtos. As deficiências tendem a ocorrer em plântulas cujo crescimento radicular foi lento, incapaz de absorver zinco suficiente para o crescimento da planta.

4.2.2. NO SOLO

O ferro no solo é absorvido aos colóides como cátion trivalente (Fe^{+++}). Grande parte dos solos contém milhares de quilos de ferro, mas devido a fixação, muito pouco está disponível para as plantas. São vários os fatores que afetam a sua disponibilidade: a calagem, quando o pH atinge valores iguais a 7,0 ou mais, pode induzir a deficiência de ferro às culturas. Solos ricos em matéria

orgânica e encharcados são pobres em ferro. O desequilíbrio, com outros nutrientes promove a sua deficiência, o excesso de P pode induzir a deficiência do ferro, os desequilíbrios entre ferro, cobre, manganês e molibdênio são particularmente importantes.

O cobre é adsorvido aos colóides como cátion bivalente. A deficiência ocorre em solos de turfa e várzeas, com elevada fixação do cobre pela matéria orgânica. Em solos arenosos e solos com elevado pH, observa-se baixa disponibilidade de cobre para as plantas. A interação negativa entre altos níveis de nitrogênio, excesso de fósforo, ferro, zinco e alumínio podem reduzir a absorção do cobre.

O manganês é adsorvido aos colóides como um íon cátion bivalente. Grandes quantidades de manganês, cerca de 10%, podem ocorrer nos solos na forma de óxidos e de hidróxidos de solubilidade variável, mas pequena porção está disponível às plantas. A deficiência de manganês, comumente, ocorre em solos orgânicos ou de reação neutra ou alcalina.

O zinco é adsorvido aos colóides do solo como íon divalente catiônico. Seu teor no solo varia de 10 a 300 ppm. A sua deficiência é bastante comum em solos arenosos, ácidos e lixiviados, ou solos neutros e alcalinos, ou ainda, em solos com baixo teor de zinco em que foi feita adubação fosfatada elevada, devido a interação negativa $P \times Zn$. O zinco está intimamente associado a matéria orgânica do solo, de modo que a erosão e o nivelamento do solo podem agravar a deficiência do mesmo.

4.3 ÂNIONS MICRONUTRIENTES

O Boro (BO_4^{--}), o cloro (Cl^-) e o molibdênio (MoO_4^{--}) são micronutrientes aniônicos e como todo o ânion sofrem os efeitos de uma maior lixiviação, uma vez que não são facilmente adsorvidos aos colóides do solo.

4.3.1 BORO

O boro é bastante imóvel na planta, é importante no metabolismo do DNA (ácido desóxiribonucleico), RNA (ácido ribonucleico) e AIA (ácido indol acético). O sintoma de sua deficiência é a morte do broto apical do ramo principal e à seguir dos ramos laterais. Em tomate e eucalipto a deficiência de boro pode promover a rachadura do caule. Em cafeeiro e citrus a formação de novos ramos resulta em superbrotamento, originando o aspecto em roseta.

4.3.2 CLORO

O cloro é um micronutriente que não tem sido constatado a deficiência nas plantas, pois a quantidade no ar e no solo, tem sido suficientes para as plantas. Em solos muito úmidos sua quantidade pode ser pouca. O cloro é necessário para a decomposição fotoquímica da água liberando o oxigênio. Sendo pouco móvel sua deficiência irá aparecer nos órgãos mais novos das plantas.

4.3.3 MOLIBDÊNIO

O molibdênio é importante para a fixação biológica do nitrogênio no solo e nas transformações do mesmo nas plantas. As leguminosas e as brássicas (couve-flor, repolho e brócolis) são especialmente sensíveis a deficiência de molibdênio.

Em pastagens o excesso de molibdênio associada a deficiência de cobre provoca o aparecimento da doença denominada de molibdenosis em ruminantes.

4.4. PRINCIPAIS FONTES DE MICRONUTRIENTES

4.4.1. AS FRITAS OU FTE (FAITED TRACE ELEMENTS):

As fritas são produtos obtidos por fusão a 1300°C dos micronutrientes com sílica e boratos. Há diferentes tipos de fritas, que apresentam a presença ou não de alguns nutrientes com diferentes concentrações.

4.4.2. OS QUELATOS NATURAIS OU SINTÉTICOS

Quelado ou garra, vem do grego que significa pinça. É uma configuração em anel onde a molécula ligante, em geral orgânica, atua como pinça, removendo o micronutriente da solução do solo, numa reação reversível. O nutriente quelado perde suas características elétricas (cátions) reduzindo a sua insolubilização (fixação).

4.4.3. ÁCIDOS, SAIS E ÓXIDOS UTILIZADAS COMO FONTES DE MICRONUTRIENTES

Produtos	Porcentagem	Kg ha ⁻¹ do elemento
Bórax	11% de boro	0,3 – 0,6
Sulfato de cobre	25% de cobre	2 – 7
Sulfato ferroso	19% de ferro	1 – 25
Óxido ferroso	77% de ferro	1 – 25
Sulfato manganoso	28% de manganês	10 – 150
Óxido manganoso	63% de manganês	10 – 150
Molibdato de sódio	39% de boro	20 – 200
Sulfato de zinco	35% de zinco	2 – 6

Tabela 2 . Produtos comerciais e teores de micronutrientes em porcentagem

Produtos	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Mo
FTBR-12	9,0	1,8	0,8	3,0	2,0	0,1
FTE BR-10	7,0	2,5	1,0 e 0,1	4,0	4,0	0,1
FTE BR-15	8,0	2,8	0,8	0,0	0,0	0,1
Micronutri 204	20,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZIN-COP 110	10,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0

Muitos ácidos do solo e das plantas são agentes quelantes. Um exemplo típico de quelado natural é a clorofila com o magnésio em sua molécula. O EDTA, etileno diamino tetra-acético, foi o primeiro quelado utilizado em solução nutritiva para evitar a precipitação do ferro em solução nutritiva com pH elevado. Atualmente alguns produtos comerciais utilizam os nutrientes em formas de quelatos.

5. OS ELEMENTOS NÃO ESSENCIAIS OU TÓXICOS

Há um grande número de elementos que podem ser considerados essenciais para algumas espécies, ou podem substituir parcialmente alguns elementos essenciais. Alguns exemplos são típicos: o melhor desenvolvimento de plantas de chá com alumínio (2,8 cmol_c kg⁻¹ solo), a essencialidade do cobalto para algas e para a dieta dos animais e para a fixação biológica do nitrogênio. Pastagens contendo de 0,03 a 0,07 ppm de cobalto na matéria seca foram deficientes em cobalto para ovelhas. O silício tem efeito benéfico no crescimento de milho, arroz e girassol. O sódio é essencial para algumas plantas de região árida (Atriplex, Versicaria, Hewartol). Há plantas em que os efeitos do potássio poderiam ser substituídos pelo sódio.

Muitos outros elementos, considerados metais pesados, podem ter efeitos tóxicos e altamente nocivos para as plantas e meio ambiente, como o cádmio, chumbo, cromo, mercúrio, níquel e o selênio.

6. BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

NUTRI-FATOS: Informação agronômica sobre nutrientes para as culturas. Associação brasileira para pesquisa do Potássio e do Fosfato, 2 páginas, s.d.a.

Seja o doutor do seu milho. Informações Agronômicas, número 63, 1993. Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio.

COELHO, F.S. & VERLENGIA, F. Fertilidade do solo. Campinas, Instituto Campineiro de ensino agrícola, 1973. 384p.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1976. 528 p.

ANEXOS

Concentrações consideradas adequadas de elementos na matéria seca das plantas em geral.

Macronutrientes, g kg ⁻¹		Micronutrientes, µg dm ⁻³	
Nitrogênio	1,5	Molibdênio	0,1
Fósforo	0,2	Cobre	6
Potássio	1,0	Zinco	20
Cálcio	0,5	Manganês	50
Magnésio	0,2	Ferro	100
Enxofre	0,1	Boro	20
		Cloro	100

Limites de interpretações dos teores de micronutrientes nos solos, µg dm⁻³ µg dm⁻³.

Teor	B*	Cu	Fe	Mn	Zn
Baixo	< 0,20	< 0,2	< 4	< 1,2	< 0,5
Médio	0,21 – 0,60	0,3 – 0,80	5 – 12	1,3 – 5,0	0,6 – 1,2
Alto	> 0,60	> 0,80	> 12	> 5,0	> 1,2

* água quente. (Boletim 100)

Absorção dos macronutrientes, em gramas por quilo de matéria seca (Haag et al., 1967).

Planta	N	P	K	Ca	Mg	S
Colonião	11,95	2,24	31,32	2,92	2,47	0,87
Gordura	10,60	2,14	18,35	8,55	2,95	0,80
Jaraguá	8,84	1,94	17,15	18,09	2,98	0,63
Napier	9,54	1,88	27,39	7,10	1,55	0,69
Pangola	9,62	1,77	14,88	23,45	4,11	1,18

PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CALAGEM E ADUBAÇÃO EM PLANTAS FORRAGEIRAS

PROFESSOR: ERICO SENGIK

NITROGÊNIO: QUESTÕES PARA ACOMPANHAMENTO

NOME:

.....

NITROGÊNIO NO SOLO:

- 1) Cite os macronutrientes catiônicos:aniônicos:
.....
- 2) Forma principal de absorção do N:
.....
- 3) Tipo de efeito do pH nos nutrientes do solo:.....
- 4) Princípios de Liebig: a)b)
.....c)
- 5) Cite uma Importância do N:
.....
- 6) "O fósforo é o motor e o nitrogênio o"
- 7) Efeitos do N: a) b)
..... c)
- 8) Cálculo do N pela m.o.: 5% da m. o. é e
2 - 3 % da m.o. é
- 9) O cultivo dos solos tem reduzido ae
consequentemente o dos mesmos.
- 10)O do nitrogênio no solo nos dá uma visão geral do
mesmo.
- 11)O predomínio da mineralização ou imobilização depende da
..... do resíduo. Se > 30
..... se 20 - 30
.....e se < 20
.....
- 12)Quanto % de N estima-se ter um solo com 3% de m.o. que tenha mineralizado 2% em
um ano

PLANTAS:

- 13)Formas principais absorvidas:
.....
- 14)Principal sintoma de
deficiência:.....
- 15)Nome do aparelho que serve para medir o teor de
N:.....
- 16)Fatores que promovem perdas de amônia (NH₃): a) b)
..... c)

TRABALHOS / ARTIGOS:

- 17)Precipitação suficiente para reduzir as perdas de NH₃ a < 10%
.....
- 18)Resposta do milho ao
nitrogênio:.....
- 19)Resíduo orgânico que promoveu as maiores perdas de
N:.....
- 20)Feijoeiro em relação a N em cobertura: Produtividade:.....
Efeito do preparo do solo:.....
- 21)O uso do N mineral junto com o N orgânico da mucuna pelo milho
foi.....

- 22) Estádio ideal para aplicar N no trigo:
- 23) Dose econômica estimada do N em cana:
- 24) A vinhaça aumentou as perdas de NH₃? Em quanto ?
- 25) O teor ideal de umidade do solo para máxima perdas de NH₃?

RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÕES:

- 26) Uso do nitrogênio para a soja:
- 27) Milho: nitrogênio no plantio: cobertura:
- 28) Cana-de-açúcar: nitrogênio na cana planta: cana soca :
- 29) Pastagem consorciada:
- 30) Pastagem de gramíneas:

CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PLANTAS FORRAGEIRAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
 PROFESSOR: Erico Sengik

NOME:

DATA:

FÓSFORO:

- 1. Função principal do fósforo nas plantas
- 2. Sintoma típico na folhas na espiga do milho
- 3. Formas em função do pH. Qual o pH ideal?
- 4. As duas formas principais no solo
- 5. Quantas formas de P inorgânico há no solo?
- 6. Quantidade de P mineralizado por hectare ?
- 7. Necessidade média das plantas
- 8. Faça o esquema: P solução / lábil / não lábil
- 9. Fatores: P - P₂₀₅ P₂₀₅ - P ppm - kg ha⁻¹
- 10. Qual a capacidade máxima, kg por hectare, de um solo com 20% de argila, que predomina óxidos e caolinita, com capacidade máxima de 384 mg kg⁻¹ de fósforo

-
11. Fatores que afetam a capacidade máxima de adsorção de fósforo:

12. Comente sobre a magnitude do movimento do P no solo:.....

13. Formas químicas do fósforo nos adubos.....

14. Efeito da granulometria nas formas solúveis e insolúveis.....

15. Diferença entre P - Melich e P - resina

16. Efeito da acidificação da rizosfera

17. Vantagens e desvantagens da saturação da capacidade máxima de saturação do fósforo

18. Um fosfato natural pode ser melhor que um fosfato solúvel.....

''Sucesso antes de trabalho só no dicionário''

Questões sobre potássio:

- 1) Quais as diferentes unidades para representar o potássio ?
- 2) O que é o consumo de luxo ?
- 3) Qual a forma do potássio que é absorvida ?
- 4) Quais as funções do potássio ?
- 5) Quais os sintomas de deficiência ?
- 6) Quais as formas do potássio no solo ? quais são absorvidas ?

- 7) Quais as fontes de potássio ?
- 8) Comente as interações do potássio com o cálcio e o magnésio .
- 9) As frações areia e silte possuem potássio ?
- 10) Quantidades do potássio absorvido plantas nas diferentes fases ?
- 11) Efeito do potássio na qualidade dos produtos ?
- 12) Quais as relações catiônicas e saturações ideais ? são as mesmas para todas as culturas ?
- 13) Efeito do potássio na germinação ?
- 14) Comente sobre o efeito do potássio no pH do solo ?
- 15) Como são definidas as doses de potássio a utilizar ?
- 16) Como definir dose econômica e máxima física ?
- 17) Recomendações de potássio em culturas e solos de texturas diferentes ?
- 18) O teor de potássio trocável é o melhor índice para avaliar disponibilidade de potássio para as plantas ?
- 19) Comente sobre a aplicação de potássio junto com o nitrogênio em cobertura ?
- 20) Comente sobre adubação potássica foliar ?
- 21) Qual o máximo de potássio que deve ser aplicado em um solo ?
- 22) Solos com a mesma concentração de potássio, porque a interpretação deve ser diferente sendo ele arenoso ?
- 23) Qual a profundidade de coleta de amostra para potássio ?
- 24) Qual a dinâmica do potássio no solo ?
- 25) Qual a relação do potássio com os micronutrientes ?
- 26) Salinidade do potássio e as condições de solo que irão afetar ?
- 27) Relações do potássio com a matéria orgânica ?
- 28) As fontes alternativas de potássio ?
- 29) Sulfato ou cloreto ? qual o melhor ?
- 30) Em um solo arenoso, quanto aplicar na base ?
- 31) O excesso de potássio poderia inibir a absorção de outros ?
- 32) O que seria um bom equilíbrio entre o K^+ com cálcio e magnésio ?
- 33) Poderia utilizar todo o potássio em cobertura ?
- 34) Fatores para passar K para K_2O e ppm para $cmol_c$ kg e vice-verso.

sengik .'. .

Questões sobre micronutrientes:

- 1) Porque o uso do termo micro para os micronutrientes? que outros sufixos também são utilizados?
- 2) Quais são e quais as formas dos oligoelementos aniônicos e catiônicos?
- 3) Que importância tem saber quem são os aniônicos e os catiônicos?
- 4) Quais os fatores do solo estão relacionados a possíveis deficiências de micronutrientes?
- 5) Na absorção dos nutrientes qual a % de interceptação radicular, fluxo de massa e de difusão? que importância tem esse conhecimento?
- 6) Descreva um sintoma típico de deficiência de micronutriente.
- 7) Descreva uma função de um micronutriente na planta que você considera importante
- 8) Num estudo de sensibilidade a deficiência de ferro, zinco e boro que cultura anula você recomendaria para experimentos em vasos?
- 9) Quais as necessidades em micronutrientes para forrageiras, milho e sorgo?
- 10) Explique o efeito do pH na disponibilidade de micronutrientes?
- 11) Porque, a priori, em algumas regiões, dificilmente teremos deficiência de micronutrientes enquanto que em outras com certeza teremos deficiências?

- 12) Quais os níveis considerados baixo, médio e alto no solo e nas plantas forrageiras (colonião e alfafa) para micronutrientes?
- 13) Explique as interações P x Zn e suas implicações práticas.
- 14) Explique como promover uma deficiência de ferro no solo. como corrigir?
- 15) O que entende por FTE?
- 16) FTE-BR8 é uma fonte de micronutrientes melhor que FTE-BR15?
- 17) Adubos NPK e calcários possuem micronutrientes? em quantidades suficientes?
- 18) Que produtos e dosagens recomendaria para uso de micronutrientes? (cite um)
- 19) Em que situações poderíamos ter deficiência de cloro?
- 20) Porque a quelatização é importante em micronutrientes?
- 21) Que princípios e critérios você utilizaria para a aplicação de micronutrientes?

“o saber é a facilidade de responder perguntas”