

NUTRIÇÃO MINERAL DAS PLANTAS

META

Estudar as funções dos minerais na nutrição das plantas.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
compreender os elementos essenciais (macro e micronutrientes) e suas funções na planta.

PRÉ-REQUISITOS

Conceitos de absorção de água e sais minerais na planta.



(Fonte [http www.flores-online.com](http://www.flores-online.com)).

INTRODUÇÃO

As plantas são organismos autotróficos que vivem entre dois ambientes inteiramente inorgânicos, retirando CO₂ da atmosfera e água e nutrientes minerais do solo. Os nutrientes minerais são adquiridos primariamente na forma de íons inorgânicos e entram na biosfera predominantemente através do sistema radicular da planta. A grande área superficial das raízes e sua grande capacidade para absorver íons inorgânicos em baixas concentrações na solução do solo, tornam a absorção mineral pela planta um processo bastante efetivo. Além disso, outros organismos, como os fungos (micorrízicos) e as bactérias fixadoras de nitrogênio, frequentemente contribuem para a aquisição de nutrientes pelas plantas. Depois de absorvidos, os íons são transportados para as diversas partes da planta, onde são assimilados e utilizados em importantes funções biológicas.

O estudo de como as plantas absorvem, transportam, assimilam e utilizam os íons é conhecido como NUTRIÇÃO MINERAL. Esta área do conhecimento busca o entendimento das relações iônicas sob condições naturais de solo (salinidade, acidez, alcalinidade, presença de elementos tóxicos, como alumínio e metais pesados, etc), porém, o seu maior interesse está ligado diretamente à agricultura e à produtividade das culturas. Alta produção agrícola depende fortemente da fertilização com elementos minerais. No entanto, as plantas cultivadas, tipicamente, utilizam menos da metade dos fertilizantes aplicados. O restante pode ser lixiviado para os lençóis subterrâneos de água, tornar-se fixado ao solo ou contribuir para a poluição do ar. Assim, torna-se de grande importância aumentar a eficiência de absorção e de utilização de nutrientes, reduzindo os custos de produção e contribuindo para evitar prejuízos ao meio ambiente.



Fertilização da terra com fins agrícolas, utilizando compostos orgânicos (Fonte: <http://www.guiasjp.com>).

SOLO

O conceito de solo como meio para o crescimento vegetal é uma noção que vem desde os primórdios da agricultura. De fato, as características físicas e químicas dos solos condicionam o crescimento vegetal, ao fazer variar a capacidade de retenção de água, a solubilidade dos elementos minerais, as transformações minerais e bioquímicas, a lixiviação dos nutrientes e o pH. O solo é importante para o crescimento vegetal pois supre as plantas com fatores de crescimento, permite o desenvolvimento e distribuição das suas raízes e possibilita o movimento dos nutrientes, de água e ar nas superfícies radiculares.

O solo é um sistema complexo constituído de 3 fases: matriz do solo, solução do solo e a fase gasosa.

A fase sólida do solo (matriz) é constituída pelas frações mineral e orgânica. A fração mineral resulta da ação da intemperização (física, química e biológica) sobre as rochas e é constituída de partículas de diferentes tamanhos:

areia grossa 2,0 - 0,20 mm de diâmetro;

areia fina 0,2 - 0,05 mm de diâmetro;

silte 0,05 - 0,002 mm de diâmetro;

argila < 0,002 mm de diâmetro.

(Fracionamento proposto pela Comissão Permanente de Métodos de Campo da S.B.C.S)

A solução do solo é o compartimento de onde a raiz retira ou absorve os elementos essenciais. É constituída de uma solução de eletrólitos em equilíbrio com a fase sólida.

O ar do solo tem, geralmente, os mesmos componentes do ar atmosférico. A respiração das raízes e dos microrganismos, a decomposição da matéria orgânica e outras reações, porém, modificam sua composição.

Tabela 1 – Comparação da composição do ar atmosférico e do solo.

	N ₂	O ₂	CO ₂
Solo (15 cm)	79,2	20,6	0,25
Atmosfera	79,0	20,1	0,03

ELEMENTOS ESSENCIAIS

Os nutrientes essenciais são requeridos pelas plantas em determinadas quantidades, variáveis conforme a espécie e o estado de desenvolvimento. Esses elementos encontram-se nos solos em diferentes combinações químicas, sendo só algumas destas passíveis de serem absorvidas pelas plantas.

O progresso na química analítica, especialmente o desenvolvimento de

Autotróficos

É o nome dado à qualidade do ser vivo de produzir seu próprio alimento.

técnicas de purificação de sais e determinação de elementos minerais em quantidades traços, associado ao desenvolvimento de técnicas de cultivo de planta em solução nutritiva, permitiu o estabelecimento dos critérios de essencialidade.

Para um elemento ser considerado essencial, deve satisfazer a três critérios básicos:

- a) A planta não pode ser capaz de completar seu ciclo “vital” na ausência do elemento mineral.
- b) A função de certo elemento mineral não pode ser substituído por outro elemento mineral.
- c) O elemento tem que estar diretamente envolvido com o metabolismo da planta ou ser requerido numa determinada etapa metabólica.

As plantas superiores requerem, além do C, H e O, treze elementos que elas absorvem na forma de íons da solução do solo. Seis destes, requeridos em maiores quantidades, são chamados MACRONUTRIENTES: N, P, K, Ca, S e Mg. Os sete outros, requeridos em baixas concentrações, são chamados MICRONUTRIENTES: Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo e Cl (Tabela 2).

Tabela 2 - Elementos minerais essenciais e benéficos para plantas superiores e inferiores.

Classificação	Elementos	Plantas superiores	Plantas inferiores
Macronutrientes	N,P,K,Ca,S, Mg	+	+ ¹
Micronutrientes	Fe,Mn,Zn,Cu,B,Mo, Cl ³ ,Ni	+	+ ²
Benéficos	Na,Si,Co, I,V	+- -	+- -

¹ Exceto Ca para fungos

² Exceto B para fungos

³ Há dúvida para algumas espécies

Os denominados elementos “benéficos” são aqueles minerais que:

1. Compensam ou eliminam os efeitos tóxicos de outros. Ex. O Al em concentração abaixo de 0,2 ppm pode reduzir ou eliminar efeitos tóxicos de Cu, Mn e P;
2. Substituem um elemento essencial em alguma de suas funções menos específicas. Ex. O Na pode satisfazer parte da função osmótica do K;
3. São essenciais apenas para algumas espécies. Ex. O Na é essencial para a halófito *Atriplex vesicaria*.

Os elementos minerais, macro e micronutrientes, ao lado de fatores tais como luz, água e gás carbônico constituem a matéria prima que a maquinaria biossintética da célula utiliza para crescer e se desenvolver. Embora

constituam apenas de 4 a 6% da matéria seca total, os elementos minerais, além de serem componentes das moléculas essenciais, constituem estruturas como membranas e estão envolvidos com a ativação enzimática, controle osmótico, transporte de elétrons, sistema tampão do protoplasma e controle de permeabilidade etc.

Os nutrientes são necessários para a planta levar a cabo determinadas funções, pelo que a carência e o excesso estão relacionados com sintomas visíveis que, por sua vez, estão relacionados com a sua mobilidade e função. Os sintomas mais comuns ocorrem ao nível da formação dos nós, da inserção foliar, do crescimento vegetal, do desenvolvimento do sistema radicular (cor, grau de desenvolvimento) e das folhas que, se apresentarem manchas amarelas, têm clorose e, se apresentarem manchas negras, têm necrose.

FUNÇÕES DOS MINERAIS NAS PLANTAS

São macronutrientes: N, P, S, Ca, Mg e K.

O Nitrogênio (N) entra principalmente na constituição de compostos orgânicos, sendo um nutriente móvel. Em excesso, provoca um crescimento vegetal acelerado, originando folhas de cor verde-escura, ocorre uma diminuição da resistência a doenças, um retardamento da floração e o ciclo de vida é encurtado. A carência de nitrogênio reduz o crescimento foliar, provoca a clorose foliar. Os ramos caulinares ficam púrpuras ou vermelhos, localizando-se inicialmente os sintomas em partes velhas da planta.

O Fósforo (P) também intervém na formação de compostos orgânicos, especialmente ATP e fosfolípidos, sendo um nutriente móvel. A carência de fósforo reduz o crescimento caulinar e radicular e provoca o aparecimento de áreas necróticas nas folhas e pecíolos, as células deixarão de fazer o seu metabolismo e morrerão. As folhas jovens têm tendência para escurecer ou ficar verde-azuladas, enquanto que as mais velhas ficam vermelhas. Numa fase inicial, os sintomas acentuam-se nas partes mais velhas da planta.

O Enxofre (S) intervém na síntese de compostos orgânicos, em especial vitaminas e enzimas, sendo um nutriente imóvel. Não se conhece sintomatologia para o seu excesso. A carência de enxofre reduz o crescimento vegetal, provocando a clorose foliar. Inicialmente, os sintomas acentuam-se nas zonas mais jovens da planta.

O Cálcio (Ca) é um componente da parede celular vegetal, sendo necessário à manutenção da estrutura, à ativação da amilase e à vitalidade das zonas meristemáticas, sendo um nutriente imóvel. Em excesso, altera o ritmo da divisão celular. A carência de cálcio origina malformações nas folhas jovens, curvamento dos ápices, clorose marginal que progride para necrose, redução do crescimento radicular, e mudança da coloração das raízes para castanho.

Inicialmente, os sintomas acentuam-se nas zonas mais jovens das plantas.

O Magnésio (Mg) é um constituinte da clorofila e das proteínas, bem como de cofatores enzimáticos, sendo essencial ao funcionamento dos ribossomas. É um nutriente móvel que, em excesso, provoca interferências na absorção de cálcio e potássio. A carência de magnésio provoca cloroses intervenais, necrose foliar, encurtamento de entrenós, redução do crescimento vegetal, inibição da floração, morte prematura das folhas e degeneração dos frutos. Inicialmente, os sintomas acentuam-se nas zonas mais velhas das plantas.

O Potássio (K) é um regulador osmótico necessário à atividade enzimática e à síntese proteica, sendo um nutriente móvel. Não se conhece sintomatologia para o seu excesso. A carência de potássio provoca um crescimento vegetal muito reduzido, clorose matizada da folha, manchas necróticas, folhas recurvadas e enroladas sobre a face superior e encurtamento de entrenós. Inicialmente, os sintomas acentuam-se nas zonas mais velhas das plantas.

Obs.: O Cálcio (Ca), Enxofre (S) e o Magnésio (Mg), em muitos casos, são encontrados e denominados como macronutrientes secundários.

São micronutrientes: Fe, Cu, Mn, Zn, Mo e B e Cl.

O Ferro (Fe) é um constituinte do grupo prostético de proteínas, necessário à síntese de clorofila e à divisão celular, sendo um nutriente imóvel. Não se conhece sintomatologia para o seu excesso. A carência de ferro provoca uma extensa clorose foliar.

O Cobre (Cu) é um aceitador intermediário de elétrons, sendo um nutriente imóvel. Não se conhece sintomatologia para o seu excesso. A carência de cobre altera a tonalidade das folhas, tornando-as verde-azuladas e enroladas onde aparecem cloroses intervenais e necroses.

O Manganês (Mn) é um ativador enzimático, controlando reações de oxirredução essenciais à fotossíntese e à síntese de clorofila, sendo um nutriente imóvel. Não se conhece sintomatologia para o seu excesso. A carência de manganês provoca clorose intervenal nas zonas mais jovens, enrolamento e queda de folhas.

O Zinco (Zn) é um ativador enzimático, sendo um nutriente móvel. Não se conhece sintomatologia para o seu excesso. A carência de zinco provoca uma redução do crescimento vegetal.

O Molibdênio (Mo) é essencial para a fixação de nitrogênio e assimilação de nitratos, sendo um nutriente imóvel. Não se conhece sintomatologia para o seu excesso. A carência de molibdênio origina manchas cloróticas intervenais seguidas de necrose marginal e enrolamento foliar, interferindo com a frutificação.

O Boro (B) é um regulador de metabolismo necessário à translocação de açúcares, sendo um nutriente imóvel. Não se conhece sintomatologia para o seu excesso. A carência de boro afeta os órgãos de reserva.

O Cloro (Cl) é necessário à fotossíntese, sendo um nutriente móvel. Em excesso, provoca clorose e necrose foliar. A carência de cloro reduz o crescimento vegetal em mais de 50 % e provoca o aparecimento de folhas murchas.

CONCLUSÃO

A terra é formada de 90 elementos de ocorrência natural, sendo os mais comuns o oxigênio, silício, alumínio e ferro. Os elementos são encontrados no solo sob a forma de minerais e utilizados pelas plantas para realização do seu metabolismo. Sabe-se que as plantas superiores requerem um total de 16 elementos para seu crescimento normal. Destes, o carbono, o hidrogênio e o oxigênio provêm do ar e da água. O restante é absorvido pelas raízes sob a forma de íons. Estes 13 elementos são classificados em macronutrientes e micronutrientes. Os elementos minerais desempenham numerosas funções importantes nas células. Regulam a osmose e afetam a permeabilidade celular. Alguns servem como receptores de elétrons, como componentes estruturais das células e como fatores acessórios para os catalisadores ou como componentes estruturais de enzima.

RESUMO

Nesta aula você pode observar que as plantas utilizam diversos minerais para o bom desempenho das suas funções. Os minerais se somam à água e à seiva elaborada na formação dos componentes celulares.

Os nutrientes minerais são adquiridos primariamente na forma de íons inorgânicos e entram na biosfera, predominantemente, através do sistema radicular da planta. A grande área superficial das raízes e sua grande capacidade para absorver íons inorgânicos em baixas concentrações na solução do solo tornam a absorção mineral pela planta um processo bastante efetivo.

As características físicas e químicas dos solos condicionam o crescimento vegetal, ao fazer variar a capacidade de retenção de água, a solubilidade dos elementos minerais, as transformações minerais e bioquímicas, a lixiviação dos nutrientes e o pH. O solo é importante para o crescimento vegetal, pois supre as plantas com fatores de crescimento, permite o desenvolvimento e distribuição das suas raízes e possibilita o movimento dos nutrientes, de água e ar nas superfícies radiculares.

Os nutrientes essenciais são requeridos pelas plantas em determinadas quantidades, variáveis conforme a espécie e o estado de desenvolvimento. Esses elementos encontram-se nos solos em diferentes combinações químicas, sendo só algumas dessas passíveis de serem absorvidas pelas plantas.

Os nutrientes que são exigidos em maiores quantidades são denominados macronutrientes e os que são exigidos em baixas concentrações denomina-se micronutrientes.





ATIVIDADES

1. Descreva a origem dos elementos minerais.

COMENTÁRIO SOBRE A ATIVIDADE

O solo representa o produto final de fenômenos físicos, químicos e biológicos e constitui a porção da crosta terrestre onde as plantas crescem.



PRÓXIMA AULA

Na próxima aula, iremos abordar a nutrição mineral das plantas.



AUTOAVALIAÇÃO

Responda as questões abaixo.

1. O que são elementos essenciais?
2. Qual a função do potássio nas plantas superiores?
Qual o(s) elemento(s) mineral(is) que não é obtido a partir do solo?

REFERÊNCIAS

- FERREIRA, L. G. R. **Fisiologia vegetal: relações hídricas**. 1 ed. Fortaleza: Edições UFC, 1992.
- HOPKINS, W. G. **Introduction to plant physiology**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2000.
- PURVES, W. K. et al. **Vida: a ciência da biologia**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- RAVEN, P. H., EVERT, R. F., EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Editora Artmed, 2004.