



GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
*Secretaria da Educação*

# ESCOLA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL - EEEP

ENSINO MÉDIO INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

CURSO TÉCNICO EM AGRICULTURA

## PRINCÍPIO DE ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS ORNAMENTAIS





**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria da Educação*

**Governador**

Cid Ferreira Gomes

**Vice Governador**

Domingos Gomes de Aguiar Filho

**Secretária da Educação**

Maria Izolda Cella de Arruda Coelho

**Secretário Adjunto**

Maurício Holanda Maia

**Secretário Executivo**

Antônio Idilvan de Lima Alencar

**Assessora Institucional do Gabinete da Seduc**

Cristiane Carvalho Holanda

**Coordenadora da Educação Profissional – SEDUC**

Andréa Araújo Rocha



<b>Introdução</b>	<b>02</b>
<b>Unidade I</b>	<b>03</b>
1.0 Funcionamento do metabolismo de Nutrientes na planta	03
<b>Unidade II. Classificação e Essencialidade</b>	<b>04</b>
2.1 Macronutrientes	04
2.2 Micronutrientes	09
2.3 Mobilidade dos elementos	17
<b>Unidade III. Transporte de Nutrientes</b>	<b>18</b>
3.1 Transporte Passivo e Ativo	18
3.2 Absorção de íons pelas raízes	19
<b>Unidade IV. Principais fatores que afetam a aquisição de Micro e Macro Nutrientes</b>	<b>24</b>
4.1. Interpretação e análise do solo	28
4.2 Conversão de Unidades	28
4.3. Interpretação de resultado de análise de solo	29
<b>Unidade V. Nutrição das Plantas e o ataque de pragas</b>	<b>33</b>
5.1 Manejo de adubação de algumas	34
<b>VI. Referências Bibliográficas</b>	<b>40</b>



## Introdução

É importante o estudo das funções dos nutrientes na planta, para conhecermos como a planta transforma a luz em produtos orgânicos, ou melhor, entendermos a vida da planta e qual a participação dos elementos químicos neste processo. Isto pode ajudar na avaliação do estado nutricional da planta e as suas implicações nas características agronômicas da cultura.

Apesar de as plantas serem autotróficas, elas necessitam de um suprimento contínuo de elementos minerais para desempenhar suas atividades metabólicas. Esses nutrientes, derivados da intemperização de minerais do solo, da decomposição da matéria orgânica ou de adubações suplementares, são absorvidos fundamentalmente pelo sistema radicular, estando mais prontamente disponíveis às raízes aqueles que se acham dissolvidos na solução do solo. Nutrição mineral de plantas refere-se, pois, ao suprimento e à absorção de elementos químicos necessários para o metabolismo e para o crescimento. A absorção de nutrientes é um processo tipicamente de área. A presença de pêlos radiculares, que são extensões de células epidérmicas, e o aumento da área superficial de membranas plasmáticas de células da rizoderme (células de transferência) em dicotiledôneas, aumentam grandemente a área de contato da raiz com o solo e, conseqüentemente, a absorção. A taxa de absorção de um determinado nutriente dependerá de sua concentração no volume de solo ocupado pelas raízes, além de sua taxa específica de difusão ou fluxo em massa. Nitrato, por exemplo, alcança a superfície radicular rapidamente, enquanto fosfato e potássios, com menores coeficientes de difusão, movem-se mais lentamente.

## UNIDADE I

### 1.0 FUNCIONAMENTO DO METABOLISMO DE NUTRIENTES NA PLANTA

Os minerais que se encontram no solo, embora requeridos em pequenas quantidades, são de fundamental importância para o desempenho das principais funções metabólicas da célula. Em outras palavras eles são uma "comida" necessária para o desenvolvimento da planta. Existem três categorias de elementos nutritivos pela planta: os elementos essenciais, benéficos e tóxicos. Quando a planta não vive sem um determinado elemento, este é considerado essencial.

#### **Quando esse elemento é considerado essencial?**

- O elemento é parte de algum constituinte ou metabólico essencial para a planta, não podendo ser substituído por outro elemento
- O elemento deve estar diretamente envolvido no metabolismo da planta como constituinte de molécula, participar de uma reação etc.

Normalmente inclui nesta discussão apenas treze nutrientes essenciais "minerais" porém existe mais três nutrientes que merece ser discutidos que são os ditos macronutrientes orgânicos", isto é C, H e O, os quais constituem maior parte do peso da planta, que na natureza encontra-se em abundância.

Carbono (C) – componente básico da molécula dos carboidratos, lipídeos, proteínas, pigmentos, hormônios, ácidos nucleicos; vem da atmosfera como  $\text{CO}_2$ .

Oxigênio (O) – ocorre nos mesmos compostos mencionados, vem do ar e da água;

Hidrogênio (H) – está praticamente em todos os compostos mencionados, sendo o principal agente redutor, começando da fotossíntese (redução do  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ ) até a fixação do  $\text{N}_2$  (a  $\text{NH}_3$  ou semelhante) vem da água.

O carbono, oxigênio e hidrogênio fazem parte de praticamente todas as moléculas orgânicas dos vegetais e são responsáveis entre o 94% e 97% do peso seco de uma planta. Os demais nutrientes que são absorvidos e fixados na planta a partir dos minerais presentes na água do solo, são responsáveis entre o 3% e 6% do peso da planta.

Os elementos macro e micronutrientes exercem funções específicas na vida da planta, e estas podem ser classificadas em: (a) estrutural – o elemento faz parte da molécula de um ou mais compostos orgânicos, (b) constituinte de enzima – os elementos fazem parte do grupo prostético de enzimas (c) ativador enzimático – sem fazer parte do grupo prostético o elemento, dissociável da fração protéica da enzima, é necessário à atividade da mesma.

## **Unidade II. Classificação e Essencialidade**

Alguns nutrientes minerais essenciais nos tecidos vegetais estão presentes em diferentes proporções. Essas proporções dividem os nutrientes minerais em duas categorias:

### **2.1 Macro nutrientes ou nutrientes necessários em grandes quantidades, os quais estão todos listados a seguir:**

**(N) nitrogênio, (P) fósforo, (K) potássio, (Ca) cálcio, (S) enxofre e (Mg) magnésio.**

#### **Nitrogênio (N)**

##### **Funções:**

- Componente essencial do protoplasma e de enzimas.

##### **Deficiência:**

- Enfezamento ou nanismo (padrões de crescimento não usuais)
- Aparência esguia
- Amarelamento ou avermelhamento prematuro das folhas velhas

A deficiência de nitrogênio rapidamente inibe o crescimento vegetal. Caso esta deficiência persista, a maioria das espécies apresenta um quadro de clorose (amarelamento das folhas), sobretudo nas folhas mais velhas, próximas à base da planta. Sob severa deficiência de nitrogênio, estas folhas tornam-se completamente amarelas (ou castanhas) e caem. Folhas mais jovens podem não mostrar inicialmente tais sintomas pois é possível que o nitrogênio seja mobilizado a partir das folhas mais velhas. Assim, uma planta deficiente de nitrogênio pode ter folhas superiores verde-claras e folhas inferiores amarelas ou castanhas. Quando a deficiência de nitrogênio ocorre de forma lenta, é possível que as plantas tenham caules pronunciadamente delgados e comumente lenhosos. Este caráter lenhoso deve-se, provavelmente, a um acúmulo excessivo de carboidratos que não serão utilizados na síntese de aminoácidos ou de outros compostos nitro-



genados. Estes carboidratos não utilizados no metabolismo do nitrogênio podem, entretanto, ser utilizados na síntese de antocianina (pigmento responsável pela cor vermelho-roxa dos vegetais), ocasionando o acúmulo deste pigmento.



**Foto 1. Característica de ausência de Nitrogênio**

### **Fósforo (P)**

#### **Funções:**

- Metabolismo basal
- Síntese (fosforilação)

#### **Deficiência:**

- Perturbação dos processos reprodutivos (floração retardada)
- Enfezamento
- Descoloração das folhas

Os sintomas característicos da deficiência de fósforo incluem o crescimento reduzido em plantas jovens e uma coloração verde escura das folhas, as quais podem encontrar-se malformadas e conter pequenas manchas de tecido morto (manchas necróticas). Da mesma que na deficiência de nitrogênio, algumas espécies podem produzir antocianina em excesso, conferindo as folhas uma coloração levemente arroxeada. Em comparação com a deficiência de nitrogênio, a coloração púrpura gerada pela deficiência de fósforo não está associada à clorose, podendo as folhas, apresentar uma coloração roxa fortemente esverdeada. Sintomas adicionais incluem a produção de caules delgados e a morte das folhas mais velhas. A maturação da planta também poderá ser retardada.



**Foto 2. Característica de ausência de Fósforo****Potássio (K)****Funções:**

- Efeito coloidal (promove hidratação)
- Sinergismo com:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$
- Antagonismo com:  $\text{Ca}^{++}$
- Ativação de enzimas (fotossíntese, nitrato-redutase)
- Osmorregulação (estômatos)

**Deficiência:**

- Balanço hídrico perturbado
- Extremidades secas
- Enrugamento das margens das folhas mais velhas
- Apodrecimento da raiz

Os primeiros sintomas visíveis da deficiência de potássio são a clorose em manchas ou marginal, evoluindo para a necrose, principalmente nos ápices foliares, margens e entre nervuras, estendendo-se posteriormente em direção à base. Como o potássio pode ser remobilizado para as folhas mais jovens, esses sintomas aparecem inicialmente nas folhas mais maduras da base da planta. As folhas podem curvar-se e o caule deficiente em potássio é delgado e fraco, apresentando regiões intermodais anormalmente curtas, acarretando o tombamento do indivíduo.



**Foto 3 . Característica de ausência de Potássio****Cálcio (Ca)****Funções:**

- Regulação da hidratação (antagonismo com:  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ )
- Ativador de enzimas (amilase, ATPase)
- Regulador do crescimento em extensão basal

**Deficiência:**

- Perturbação no crescimento por divisão (células pequenas)
- Extremidades secas
- Deformação das folhas
- Crescimento das raízes prejudicado

Sintomas característicos da deficiência de cálcio incluem a necrose das regiões meristemáticas jovens, como os ápices radiculares ou folhas jovens. A necrose em plantas de lento crescimento pode ser precedida por uma clorose generalizada e um curvamento, para baixo, das folhas. As folhas jovens podem parecer também deformadas. O sistema radicular de uma planta deficiente em cálcio pode apresentar-se acastanhado, curto e altamente ramificado. Pode haver redução severa no crescimento se as regiões meristemáticas da planta morrer prematuramente.



**Foto 4. Característica de ausência de Cálcio****Enxofre (S)****Funções:**

- Componente do protoplasma e enzimas

**Deficiência:**

- Semelhante a deficiência de N
- Clorose intercostal das folhas jovens

Muitos dos sintomas da deficiência de enxofre são similares aos da deficiência de nitrogênio, incluindo clorose, redução do crescimento e acúmulo de antocianinas. Tal similaridade deve-se a que ambos são constituintes de proteínas. Entretanto, a clorose causada pela deficiência de enxofre aparece, em geral, inicialmente em folhas jovens e maduras, em vez de folhas velhas, como na deficiência de nitrogênio, porque, ao contrário do nitrogênio, o enxofre não é remobilizado com facilidade para as folhas jovens, na maioria das espécies. No entanto, em muitas espécies vegetais, a clorose por falta de enxofre pode ocorrer simultaneamente em todas as folhas ou até mesmo iniciar em folhas velhas.



**Foto 5. Característica de ausência de Enxofre****Magnésio (Mg)****Mg (Magnésio)****Funções:**

- Regulação da hidratação (antagonismo com  $\text{Ca}^{++}$ )
- Metabolismo basal (fotossíntese, transferência de fosfatos)
- Sinergismo com: Mn, Zn.

**Deficiência:**

- Crescimento enfezado
- Clorose internerval das folhas velhas

Um dos sintomas característicos da deficiência de magnésio é a clorose entre as nervuras foliares, ocorrendo primeiro nas folhas mais velhas devido a mobilidade deste elemento dentro do vegetal.. Se a deficiência é muito grande, as folhas tornam-se amarelas ou brancas. Um sintoma adicional da deficiência de magnésio pode ser a abscisão foliar prematura.



**Foto 6. Característica de ausência de Magnésio****2.2 Micro nutrientes ou aqueles necessários em pequenas quantidades os quais estão todos listados a seguir:**

(Fe) ferro, (Mn) manganês, (Cu) cobre, (Zn) zinco, (B) boro, (Mo) molibdênio e (Cl) cloro.

**Ferro (Fe)****Funções:**

- Metabolismo basal (reações redox)
- Metabolismo do N
- Sínteses da clorofila

**Deficiência:**

- Clorose internerval
- Formação de gemas apicais suprimidas

O sintoma característico é a clorose internerval. Ao contrário dos sintomas da deficiência de magnésio, no caso do ferro, tais sintomas aparecem inicialmente nas folhas mais jovens porque o ferro não pode ser prontamente mobilizado nas folhas mais velhas. Sob condições de deficiência extrema ou prolongada, as nervuras podem tornar-se cloróticas também, fazendo com que toda a folha torne-se branca.



**Foto 7. Característica de ausência de Ferro****Manganês (Mn)****Funções:**

- Metabolismo basal (oxidases, fotossíntese, transferência de fosfatos)
- Estabiliza a estrutura dos cloroplastos
- Metabolismo do N
- Síntese do ácido nucléico
- Sinergismo com Mg, Zn

**Deficiência:**

- Inibição do crescimento
- Clorose e necroses em folhas jovens
- Abscisão das folhas

Os sintomas associados a esta deficiência são associados ao desenvolvimento de pequenas manchas jovens ou maduras, dependendo



deficiência são associada ao desenvolvimento de pequenas manchas jovens ou maduras, dependendo da espécie vegetal e da taxa de crescimento.

**Foto 8. Característica de ausência de Manganês****Cobre (CU)****Funções:**

- Metabolismo basal (fotossíntese, oxidases)
- Metabolismo do N
- Metabolismo secundário

**Deficiência:**

- Extremidades secas
- Enrolamento das folhas
- Clorose em folhas jovens

O sintoma inicial de sua deficiência é a produção de folhas verdes escuras, que podem conter manchas necróticas. As manchas necróticas aparecem primeiro nos ápices das folhas jovens e então estender-se em direção a base da folha, ao longo das margens. As folhas podem também ficar retorcidas ou malformadas. Sob deficiência extrema, as folhas podem cair prematuramente.





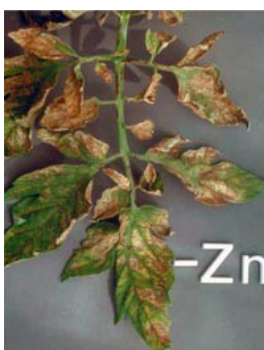
**Foto 9. Característica de ausência de Cobre****Zinco (Zn)****Funções:**

- Formação de clorofila
- Ativador de enzimas
- Metabolismo basal (desidrogenases)
- Degradação de proteínas
- Biosíntese de reguladores de crescimento (AIA)

**Deficiência:**

- Descoloração das folhas mais velhas
- Perturbações na frutificação

A deficiência de zinco é caracterizada pela redução do crescimento internodal e, como resultado, o crescimento rosetado apresentado pela planta, no qual as folhas um agrupamento circular que se irradia do substrato ou próximo do mesmo. As folhas podem apresentar-se pequenas e retorcidas, com margens de aparência enrugada. Em algumas espécies as folhas mais velhas podem apresentar clorose internerval e conseqüentemente desenvolver manchas necróticas



**Foto 10. Característica de ausência de Zinco****Boro (B)****Funções:**

- Transporte e metabolismo de carboidratos
- Metabolismo do fenol
- Ativação de reguladores do crescimento (crescimento de tubos polínicos)

**Deficiência:**

- Perturbação do crescimento (necrose no meristema)
- Reduzida ramificação das raízes
- Necroses no floema
- Perturbações da frutificação
- Excessiva formação de cortiça

Um sintoma característico da deficiência de boro é a necrose preta de folhas jovens e gemas terminais, ocorrendo nas folhas, principalmente na base da lâmina foliar. Os caules ficam anormalmente rígidos e quebradiços. A dominância apical pode ser perdida, tornando a planta altamente ramificada, tornando os ápices terminais necróticos devido a inibição da divisão celular. Podem apresentar anormalidades relacionadas a desintegração de tecidos internos.



**Foto 11. Característica de ausência de Boro****Molibdênio (Mo)****Funções:**

- Fixação do N (redutases)
- Metabolismo do P
- Absorção e translocação de Fe

**Deficiência:**

- Perturbação do crescimento
- Escurecimento das margens das folhas

O primeiro indicativo desta deficiência é a clorose generalizada entre as nervuras e a necrose das folhas mais velhas.. Em algumas espécies, pode não existir a necrose, mas as folhas podem tornar-se retorcidas e morrer. Existe a possibilidade que a formação de flores seja inibida ou as flores podem cair prematuramente.

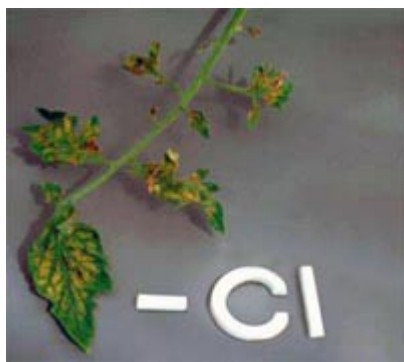
**Foto 12. Característica de ausência de Molibidênio****Cloro (Cl)****Funções:**

- Efeito coloidal (aumenta a hidratação)
- Ativação de enzimas (fotossíntese)

**Deficiência:**

- Enrolamento das folhas
- Engrossamento das raízes

Plantas deficientes em cloro desenvolvem murcha dos ápices foliares, seguida por clorose e necrose generalizadas. As folhas podem exibir crescimento reduzido, eventualmente assumindo uma coloração bronzeada "bronzamento". Os íons cloretos são muito solúveis e geralmente disponíveis no solo porque a água do mar é carregada para o ar pela evaporação e transportada pelo vento e distribuída pelo solo quando chove. Portanto, a deficiência de cloro é desconhecida nas plantas que crescem em habitats nativos ou agrícolas.



**Foto 13. Característica de ausência de Cloro**

A divisão entre micro e macro nutrientes não tem correlação com uma maior ou menor essencialidade. Todos são igualmente essenciais, só que em quantidades diferentes. Uma consequência da essencialidade por igual dos nutrientes é a chamada "Lei do mínimo" de Liebig (Figura 14). Essa lei estabelece que todos os nutrientes tem que estar disponíveis para planta na quantidade e proporção ideal. Se não tiverem disponíveis nesta proporção, não será atingida a produtividade esperada e a produção será limitada pelo elemento que está presente em quantidade proporcionalmente menor. Nesse caso, mesmo se aumentarmos a concentração dos demais nutrientes, não haverá um aumento da produtividade. Por exemplo, se imaginarmos um tonel de vinho e sendo cada fertilizante uma ripa lateral, o vinho, como a produção de uma planta, nunca atingirá o máximo se uma das ripas estiver quebrada, pois o vinho escoará por ela. A mesma coisa acontece na planta: a falta de um nutriente compromete toda a produção.

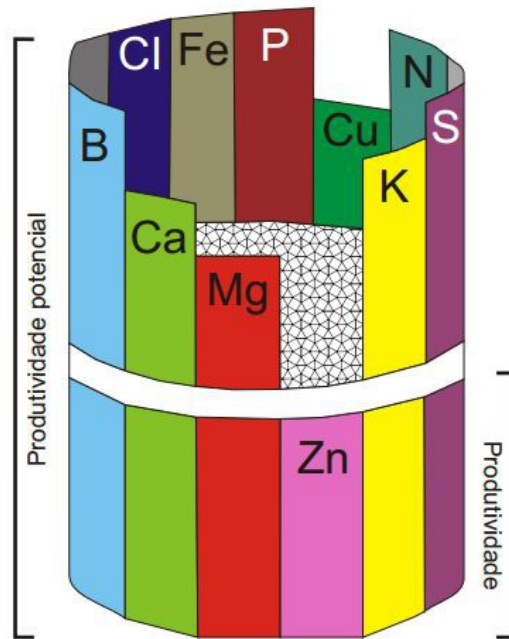


FIGURA 14. Representação da "Lei do mínimo de Liebig". Onde estão representados todos os nutrientes essenciais, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, zinco, cobre, manganês, ferro, boro, cloro, molibdênio, cobalto

## 2.3 MOBILIDADE DOS ELEMENTOS

A mobilidade do nutriente mostra se ele é ou não redistribuído, de partes velhas para partes novas (em formação) da planta. Os nutrientes podem ser classificados em móveis, pouco móveis e muito pouco móveis. A mobilidade dos nutrientes é importante para determinar qual nutriente está deficiente. Um mesmo sintoma de deficiência pode ser mostrado, mas se ele aparece na parte nova da planta é um nutriente e se aparece na parte velha, é outro nutriente. Também é importante para que se conheça como aplicar alguns nutrientes em condições de deficiência.

### Elementos Móveis

✎ N, P, K, Mg, Cl e Mo

✎ Os sintomas aparecem em folhas velhas, pois eles são retirados destas para serem utilizados pelas folhas novas.

### Elementos pouco móveis

✎ Mn, Ni e Zn

✎ S, Cu, Fe

## Elementos muito pouco móveis

 Ca  
 B

O cálcio e o boro, por exemplo, são muito pouco móveis e não adianta colocar fonte de cálcio no solo pois a planta não se recuperará a tempo. Neste caso é melhor fazer pulverizações até que o fluxo de nutrientes dentro da planta seja restabelecido.

Antes do aparecimento dos sintomas de deficiência, o metabolismo e o crescimento já foram comprometidos de alguma forma. Um monitoramento dos teores de nutrientes foliares ou do solo é uma ação preventiva porque ao aparecimento dos primeiros sintomas, podem-se fornecer aqueles nutrientes que estão comprometendo o metabolismo e crescimento da planta.

## UNIDADE III- TRANSPORTE DE NUTRIENTES

As plantas são organismos que tem uma função de alimentação totalmente diferente dos seres humanos porque apesar de produzirem seu próprio alimento (os açúcares são produzidos pelo processo fotossintético na planta), elas necessitam de um suprimento contínuo de elementos minerais para desempenhar essa função. Esses nutrientes são derivados do processo de degradação químico-física dos minerais durante a formação do solo, da decomposição da matéria orgânica no solo ou de adubações suplementares e são absorvidos fundamentalmente pelo sistema radicular. Os nutrientes que são mais prontamente disponíveis às raízes são aqueles que se acham dissolvidos na água dentro do solo.

A solução do solo é o compartimento de onde a raiz retira ou absorve os elementos essenciais. O encontro dos nutrientes com as raízes pode envolver três processos diferentes: fluxo de massa, Interceptação radicular e difusão. Nos primeiros dois processos, é a solução aquosa do solo contendo nutrientes que chega em contato com a raiz. No terceiro (difusão) é a raiz que vai em contato com o nutriente. Para isto os transportes devem apresentar-se em diferentes níveis do gradiente de concentração para que ocorram os transportes que caracterizam como ativo e passivo. Seguem:

### 3.1 Transporte Passivo e Ativo

De acordo com a Lei de Fick, o movimento de moléculas por difusão poderá ocorrer a favor de um gradiente de concentração (gradiente químico), até que o equilíbrio seja atingido. Este tipo de movimento é chamado de transporte passivo. No entanto, a difusão através de membranas biológicas é bastante restrita, devido à baixa permeabilidade da bicamada lipídica para moléculas polares, com exceção da água. Na realidade, poucas substâncias de importância biológica apresentam natureza apolar e somente três ( $O_2$ ,  $CO_2$

e  $\text{NH}_3$ ) parecem atravessar a membrana por difusão simples através da bicamada lipídica. Portanto, as substâncias polares e iônicas devem atravessar as membranas biológicas através de outros mecanismos e por outras regiões e não por simples difusão.

Além da concentração, o transporte de solutos através de membranas biológicas pode ser impulsionado por outras forças: pressão hidrostática, gravidade (desprezível) e campos elétricos. Estas diversas fontes de energia potencial definem o potencial químico de um determinado soluto.

Em relação ao transporte através de membranas biológicas.

**TRANSPORTE PASSIVO** – É o transporte que ocorre a favor do gradiente de potencial químico ou eletroquímico.

**TRANSPORTE ATIVO** – É o transporte que ocorre contra o gradiente de potencial químico ou eletroquímico.

### 3.2 – ABSORÇÃO DE ÍONS PELAS RAÍZES

#### a) Seletividade da Absorção

A absorção de água e de íons minerais ocorre, predominantemente, através do sistema radicular, o qual está inserido em um meio heterogêneo e cambiante (notadamente nos seus aspectos químicos), o solo. Isto implica que a raiz além de se desenvolver dentro do solo deve ter mecanismos que permitam selecionar os nutrientes que a planta necessita para o seu crescimento. A membrana celular representa a barreira, por onde a planta pode controlar a entrada e saída de diversos solutos.

Em geral, o transporte é altamente seletivo, ou seja, a membrana tem preferência por alguns íons e esta preferência é determinada pelas proteínas de transporte na membrana. Por exemplo, que a membrana celular de raízes de milho permite um acúmulo de  $\text{K}^+$  cerca de mil vezes maior do que o de  $\text{Na}^+$  e de  $\text{NO}_3^-$  cerca de treze vezes superior que o de  $\text{SO}_4^{2-}$ . As baixas concentrações de  $\text{Na}^+$  em células de plantas (diferente das células animais) resulta da reduzida absorção e também da atividade do antiporte  $\text{Na}^+-\text{H}^+$ , que transporta o  $\text{Na}^+$  para o meio externo.

#### b) O Solo como Fornecedor de Nutrientes

O solo é um substrato complexo em termos físicos, químicos e biológicos. É composto das fases sólida, líquida e gasosa, as quais interagem com os elementos minerais. As partículas inorgânicas da **fase sólida** providenciam o reservatório de nutrientes, tais como  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , etc. Também associadas à fase sólida do solo estão as partículas orgânicas (oriundas da decomposição de restos orgânicos), as quais

contêm elementos essenciais, como N, P, S, dentre outros. A **fase líquida** do solo constitui a solução do solo, a qual contém íons dissolvidos e serve como meio para o movimento de íons para a superfície das raízes. Os GASES, tais como  $O_2$ ,  $CO_2$  e  $N_2$ , estão dissolvidos na solução do solo, porém, sua absorção pelas raízes ocorre predominantemente nas bolhas de ar entre as partículas do solo.

As partículas coloidais (micelas) do solo, orgânicas (pectinas com  $COO^-$  e hemiceluloses com  $OH^-$ ) e inorgânicas (caolinita, smectita e ilita), têm cargas negativas na sua superfície. Os cátions como  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $NH_4^+$ , dentre outros, ficam adsorvidos às cargas negativas das partículas do solo. Nesta situação, eles não são facilmente perdidos por lixiviação e representam uma reserva de nutrientes para a planta. Estes íons podem ser substituídos no complexo de troca, um processo conhecido como troca de cátions.

A **capacidade de troca de cátions (CTC)** é altamente dependente do tipo de solo. Solos com partículas menores (argila), têm uma maior superfície específica (relação área superficial/volume). Estes solos, e também os solos ricos em matéria orgânica, possuem maior superfície de cargas expostas e, portanto, maior CTC. Um solo que tem alta CTC possui maior reserva de nutrientes minerais. A fertilidade deste solo será completa se esta maior CTC for devida a elevada percentagem de saturação de bases ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ).

Presença de elementos tóxicos, como alumínio ( $Al^{3+}$ ), pode acarretar problemas para o crescimento das plantas. Ânions como  $NO_3^-$  e  $Cl^-$  são repelidos pelas cargas negativas das partículas do solo e permanecem dissolvidos na solução do solo, ficando sujeitos à lixiviação. Já os fosfatos ( $H_2PO_4^-$  e  $HPO_4^{2-}$ ) podem permanecer fixados ao solo contendo  $Al^{3+}$  e  $Fe^{3+}$ , por que formam sais insolúveis, tais como  $AlPO_4$  e  $FePO_4$ . O sulfato ( $SO_4^{2-}$ ), na presença de  $Ca^{2+}$  forma o gesso ( $CaSO_4$ ), o que limita a mobilidade deste ânion no solo.

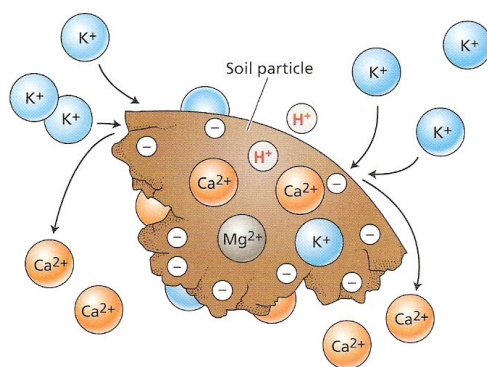


Figura 15 – O processo de troca de cátions nas superfícies das partículas do solo (Taiz & Zeiger, 1998).



### C) Absorção pelas Raízes: uma visão longitudinal

A capacidade das plantas para obter água e nutrientes minerais do solo está relacionada com sua capacidade para desenvolver um extensivo sistema radicular. O desenvolvimento do sistema radicular de mono e de dicotiledôneas depende, em grande parte, da atividade do meristema apical das raízes. Na região apical das raízes é possível observar três regiões distintas: a zona meristemática, a zona de alongamento e a zona de maturação (Figura 16).

Abaixo da zona meristemática encontra-se uma região conhecida como coifa, a qual protege o meristema e parece ser fundamental na percepção da gravidade (gravitropismo). Na coifa ocorre também a produção de mucilagem que parece evitar a dessecação do ápice radicular. Na zona meristemática propriamente dita, encontra-se um centro quiescente (pouca divisão celular) logo acima da coifa. Mais acima do centro quiescente tem outra região de rápida divisão celular.

Na região de alongamento ocorre a formação da endoderme, com as estrias de Caspary. Em seção transversal observa-se que a endoderme divide a raiz em duas partes: o córtex para fora e o cilindro central para dentro. O cilindro central contém os tecidos vasculares: floema (transporta metabólitos da parte aérea para as raízes) e xilema (transporta água e solutos para a parte aérea). É interessante notar que o floema se desenvolve antes do xilema, o que pode ser fundamental para “alimentar” o ápice, favorecendo o crescimento da raiz.

Os pêlos radiculares, que são extensões das células da epiderme da raiz, aparecem na zona de maturação, e aumentam grandemente a superfície para absorção de água e nutrientes.

É, também, na zona de maturação que o xilema apresenta-se mais desenvolvido, com capacidade para transportar quantidades substanciais de água e de solutos para a parte aérea.

A absorção de íons é mais pronunciada em raízes jovens. Nestas raízes, tem sido observado, em geral, uma queda na taxa de absorção de íons a medida que se distancia do ápice radicular. No entanto, esta tendência varia bastante, dependendo de fatores, como tipo de íon (nutriente), estado nutricional e espécie vegetal estudada. Em raízes de milho, por exemplo, observou-se que a taxa de absorção de  $K^+$  variou pouco ao longo das raízes jovens. Neste mesmo estudo se observou uma redução considerável na absorção de  $Ca^{2+}$  nas zonas mais distantes do ápice.

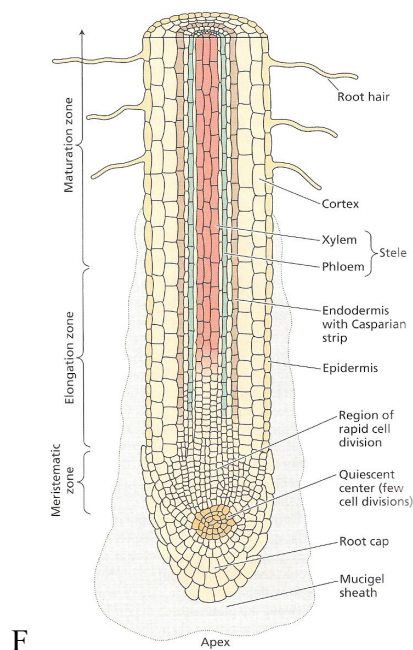


Figura 16– Diagrama de uma seção longitudinal da região apical da raiz (Taiz & Zeiger, 1998).

Em adição, as raízes de mais de 80% de todas as plantas estudadas, incluindo praticamente todas as espécies de importância econômica, formam associações conhecidas como micorrizas (fungo-planta). Uma micorriza é uma associação simbiótica entre um fungo não patogênico e as células de raízes jovens, particularmente as células epidérmicas e corticais (Figura 17). O fungo recebe nutrientes orgânicos (carboidratos) da planta e, em contrapartida, melhora a capacidade das raízes para absorver água e nutrientes minerais do solo. As hifas de alguns fungos formam uma manta na superfície da raiz e penetram entre as células do córtex (**micorriza ectotrófica**). As hifas de outros fungos se desenvolvem nos espaços intercelulares do córtex e penetram em algumas células individuais, formando vesículas (**micorriza vesicular arbuscular**). Nos dois tipos de associação, as hifas do fungo crescem também para o meio externo (solo), aumentando grandemente a capacidade para absorver alguns nutrientes encontrados em baixas concentrações na solução do solo, como fosfato e alguns micronutrientes (Zn, Cu)

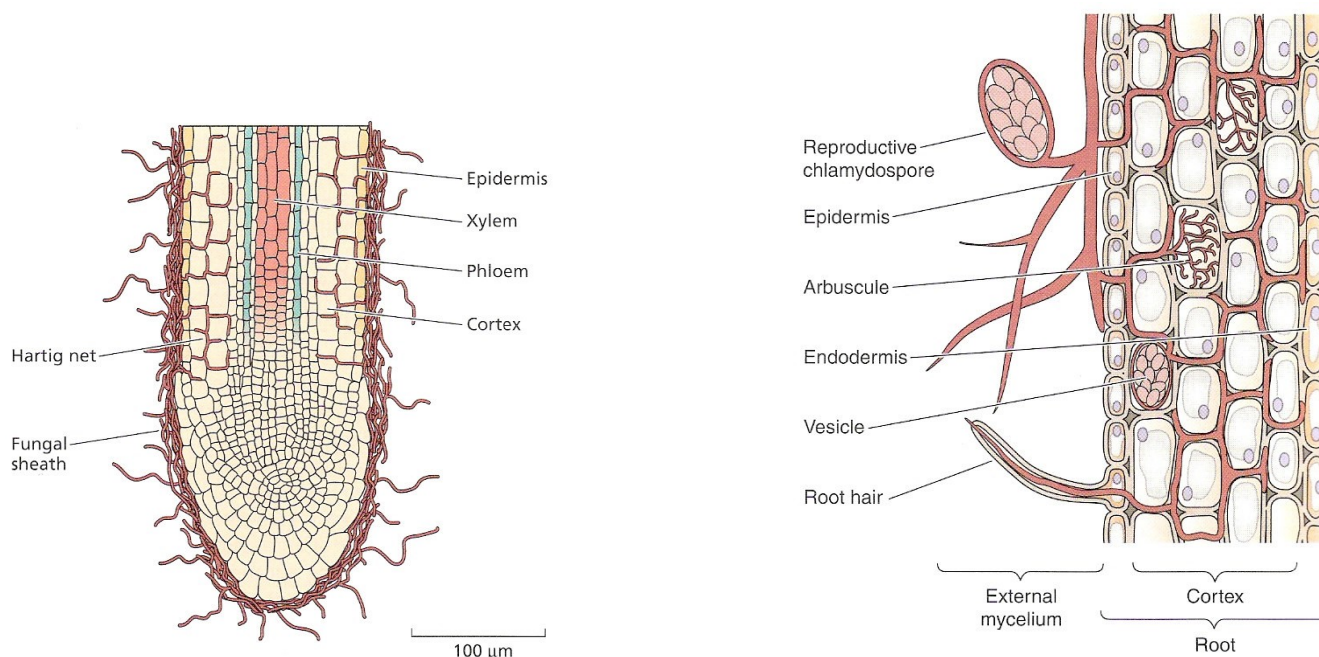


Figura 17 – Associação de fungos ectotróficos (A) e vesicular-arbuscular com raízes de plantas (Taiz & Zeiger, 1998)

#### d) Absorção pelas Raízes: uma visão transversal

No solo, os nutrientes podem se mover para as superfícies radiculares dissolvidos no fluxo em massa de água ou por difusão. No fluxo em massa, os nutrientes são carregados pela água que está se movendo do solo para a raiz. Como vimos na unidade III (Relações Hídricas), o fluxo em massa ocorre por diferença de pressão, a qual é determinada, primariamente, pela taxa de transpiração. Assim, a quantidade de nutriente suprida por fluxo em massa depende da transpiração e da concentração do nutriente na solução do solo. Quando ambas são altas, o fluxo em massa passa a ter importante papel na aquisição de nutrientes. Em geral, nutrientes como  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{NO}_3^-$  são transportados para a superfície das raízes por fluxo em massa. Na difusão, nutrientes minerais se movem de uma região de maior para outra de menor concentração. A absorção de nutrientes pela raiz diminui a concentração dos íons nesta região e favorece a difusão em direção à superfície radicular. Quando a difusão é lenta, cria-se uma zona de esgotamento do nutriente próximo à superfície da raiz. Normalmente, a difusão é importante para nutrientes encontrados em baixas concentrações na solução do solo, como é o caso do fósforo ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ).

Ao chegar na superfície da raiz o íon pode seguir diferentes caminhos. Em termos de transporte de pequenas moléculas, a parede celular é uma treliça aberta de polissacarídeos através do qual os elementos minerais se difundem livremente. O contínuo de paredes celulares e espaços intercelulares é conhecido como **apoplasto**. Similarmente, os citoplasmas de células vizinhas, conectadas através dos plasmodesmas, formam um contínuo, coletivamente conhecido como **simplasto**, por onde os íons e moléculas podem tam-

bém se mover. O apoplasto forma um contínuo que engloba as células da epiderme e do córtex. Entre o córtex e o cilindro central existe uma camada de células especializadas, a **endoderme**.

Nessa camada de células se formam as estrias de Caspary (deposição de uma substância hidrofóbica, a suberina, nas paredes radiais das células da endoderme), que bloqueiam efetivamente a entrada de água e de íons minerais no cilindro central, via apoplasto.

- ✓ Na raiz, um íon pode entrar via simplasto imediatamente na membrana plasmática das células epidérmicas (inclusive nos pêlos radiculares) ou ele pode se difundir entre as células da epiderme e córtex, via apoplasto.
- ✓ Do apoplasto do córtex, um íon pode difundir-se radialmente para a endoderme ou entrar via membrana da célula cortical, no simplasto.
- ✓ \ Em todos os casos, o íon deve entrar no simplasto, antes que ele chegue ao cilindro central, devido a presença das estrias de Caspary nas células da endoderme.

Os nutrientes minerais, uma vez no xilema, são carregados para a parte aérea pelo fluxo transpiratório. Algumas vezes, a ascensão da seiva xilemática é promovida pela pressão radicular, particularmente em algumas espécies, quando os solos estão úmidos e a umidade relativa do ar é alta, tal como ocorre durante as primeiras horas do dia (transpiração praticamente ausente).

Na parte aérea, alguns nutrientes minerais podem ser **redistribuídos** pelo **floema**, particularmente, os que são **móveis**.

#### **UNIDADE IV- PRINCIPAIS FATORES QUE AFETAM A AQUISIÇÃO DE MICRO E MACRO NUTRIENTES**

A disponibilidade dos nutrientes é afetada principalmente pelas seguintes características do solo:

##### **PH.**

O pH afeta a disponibilidade de praticamente todos os nutrientes do solo (figura 19).

##### **A CTC (Capacidade de Troca de Cátions) do solo.**

O CTC é calculado pelas análises químicas do solo. É uma indicação da capacidade do solo de trocar Nutrientes com a planta. Quanto maior a CTC do solo, maior será a disponibilidade potencial de nutrientes. A disponibilidade real é determinada pela alta concentração de bases e baixa concentração de íons de hidrogênio e alumínio.

**Várias Interações entre nutrientes.**

Essas interações podem ser sinérgicas, quando um nutriente ajuda o outro a ser absorvido, como o fósforo com o cálcio, ou antagônicas, onde um atrapalha a absorção do outro como o fósforo com o zinco.

**Relação C/N (carbono/nitrogênio) do material vegetal depositado no solo.**

Se for de alta relação (maior que 20-30) o N ficará imobilizado nos microorganismos. As leguminosas normalmente têm relação C/N entre 12-15 de modo que mais N ficará disponível. Isso indica que se colocarmos muita palha crua no solo, ele “roubará” nitrogênio do solo, gerando uma deficiência nas plantas, pois a tendência de qualquer matéria orgânica é reduzir a relação C/N (processo de decomposição da matéria orgânica). A relação C/N ideal é entre 20/1 a 30/1.

**Fixação biológica de N.**

A fixação biológica de N torna disponível o N da atmosfera para o solo através da fixação de microorganismos de vida livre ou diretamente para os vegetais simbiotes. Muitos microorganismos do solo “trabalham” junto com algumas plantas para coletar o nitrogênio presente na atmosfera e fixá-lo no solo. Com a morte dessas plantas, todo o nitrogênio fica disponível para as plantas do próximo cultivo.

Figura 18

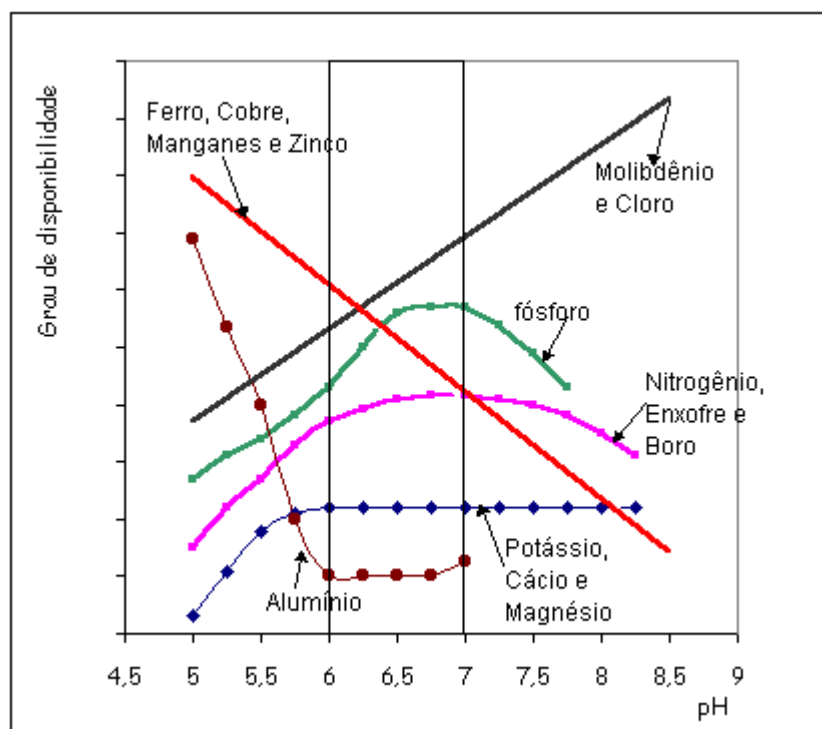


Figura 18 - influência do pH na disponibilidade de nutrientes. Os nutrientes são mais disponíveis quando tiver valores de pH do solo de 6 a 7.























FALTA E EXCESSO DE NUTRIENTES NA PLANTA: ONDE MOSTRA, INFLUENCIA E AJUDA							
ELEMENTO	ONDE ATUA	SUA FALTA	ONDE MOSTRA	SEU EXCESSO	INFLUÊNCIA	ATRAPALHA OU AJUDA A ABSORÇÃO DE...	
Nitrogênio					Aumenta sensibilidade a doenças e pragas. Aumenta produção de folhas	Atrapalha cálcio, boro, ferro e zinco. Ajuda fósforo, potássio e enxofre.	
Fósforo				Provoca falta de cobre, zinco, ferro e manganês	Promove boa floração	Atrapalha cálcio, boro, ferro, manganês e zinco.	
Potássio				Provoca falta de cálcio e magnésio	Promove boa frutificação e frutos de ótima qualidade	Atrapalha cálcio, boro, ferro, manganês e zinco. Ajuda magnésio e enxofre.	
Cálcio				Provoca falta de potássio e magnésio	Aumenta a sensibilidade da planta a pragas e doenças devido a enfraquecimento dos tecidos das plantas	Atrapalha magnésio e potássio	
Magnésio				Provoca falta de potássio e cálcio	Ajuda o processo da fotossíntese	Atrapalha cálcio e potássio	
Enxofre				Folhas amarelas entre as nervuras, causando redução da fotossíntese	Ajuda o balanço nutricional-proteico da planta	Provoca cor amarela nas folhas mais novas.	
Micronutrientes				Provoca aparecimento de folhas novas de cor amarelada, e reduzido crescimento da planta	Ajuda todos os processos enzimáticos da planta, acelerando seu metabolismo	Há interação antagonista (um atrapalha o outro) entre cobre, zinco, ferro e manganês.	

Fig. 19- Mostra do comportamento de nutrientes na planta: Falta e Excesso.



#### **4.1. Interpretação e análise do solo**

No processo de recomendação de corretivos e fertilizantes, é indispensável a utilização dos resultados da análise de solo da maneira mais eficiente possível.

Entretanto, nem sempre o técnico que orienta o agricultor, em relação a estas práticas, faz uso de todas as informações que podem ser obtidas a partir do boletim de análise de solo, sub-utilizando, muitas vezes, aspectos fundamentais para a tomada de decisão.

Para aumentar a eficiência do trabalho de diagnose de problemas de fertilidade do solo, é necessário que o técnico esteja familiarizado com conceitos básicos sobre o assunto e como estes podem ser utilizados de uma forma mais abrangente. Neste contexto, uma recapitulação sobre colóides e íons do solo, capacidade de troca de cátions (CTC) e de ânions (CTA), inter-relações entre conceitos de acidez e CTC, teores e tipos de argila e matéria orgânica permite trabalhar melhor os resultados de análises de solo na proposição de soluções para os possíveis problemas de fertilidade.

Este trabalho escrito de maneira bem simples procura oferecer aos técnicos que prestam orientação a agricultores, em relação à recomendação de corretivos e fertilizantes, uma oportunidade para relembrar estes conceitos básicos e aplicá-los na solução prática de problemas do dia a dia.

Para facilitar a fixação dos aspectos práticos destes conceitos, são apresentados vários problemas de fertilidade do solo, sem pretender, entretanto, que as soluções encontradas sejam adequadas para todas as situações.

Espera-se que estas informações contribuam para maior eficiência na utilização de corretivos e fertilizantes, tendo como objetivo uma maior produtividade da agricultura brasileira.

#### **4.2 Conversão de Unidades**

As representações antigas podem ser convertidas nas novas, considerando as relações indicadas no quadro 1. Nos casos da porcentagem (%) e de partes por milhão (ppm), percebe-se como essas representações não têm significado preciso, podendo ser diferentes, conforme a base de representação. Já no sistema novo, a representação é explícita e não deixa margem a dúvidas.

Também fica claro que o miliequivalente (meq) só mudou de nome, passando a ser conhecido como milimol de carga (mmolc). O fator de conversão 10, mostrado no quadro 1, deve-se à mudança da base de representação, de 100 para 1.000, da mesma maneira como foi feito para a porcentagem.



A unidade de condutividade elétrica é o deci-siemen por metro (dS/m), que passa a substituir o milimho/cm. Neste caso os valores numéricos permanecem os mesmos.

Unidade antiga (A)	Unidade nova (N) (N = A x F)	Fator de conversão (F)
%	g/kg, g/dm <sup>3</sup> , g/L	10
ppm	mg/kg, mg/dm <sup>3</sup> , mg/L	1
meq/100 cm <sup>3</sup>	mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>	10
meq/100g	mmol <sub>e</sub> /kg	10
meq/L	mmol <sub>e</sub> /L	1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P	0,437
K <sub>2</sub> O	K	0,830
CaO	Ca	0,715
MgO	Mg	0,602
mmho/cm	dS/m	1

**Quadro 1** - Fatores para conversão de unidades antigas em unidades do Sistema Internacional de Unidades

### 4.3. Interpretação DE RESULTADOS DE ANÁLISE DE SOLO

Além da interpretação da análise de solo para P, K, Mg e calagem, nesta edição estão sendo introduzidas interpretações para respostas a nitrogênio e teores de cálcio, enxofre, micronutrientes e, também, para resultados da análise química de amostras do subsolo. A tabela de interpretação de P foi subdividida para quatro grupos de culturas, de acordo com o grau de exigência a fósforo

#### **Nitrogênio**

Ainda não se tem, para São Paulo, um critério confiável de recomendação da adubação nitrogenada com base na análise de solo. Está-se adotando, para diversas culturas anuais, um critério de classes de resposta esperada que, associado às recomendações por produtividade esperada, deverá resultar em adubações mais coerentes com as necessidades em cada caso. Para algumas culturas perenes, as classes de resposta esperada a nitrogênio são estabelecidas com resultados de teores de N em folhas.

As classes de resposta esperada são assim conceituadas:

Alta resposta esperada - Solos corrigidos, com muitos anos de plantio contínuo de gramíneas ou outras culturas não leguminosas; primeiros anos de plantio direto; solos arenosos, sujeitos a altas perdas por lixiviação. Culturas perenes com teores baixos de N nas folhas.

Média resposta esperada - Solos muito ácidos, que serão corrigidos; ou plantio anterior esporádico de leguminosas; ou solo em pousio por um ano; ou uso de quantidades moderadas de adubos orgânicos. Cultu-

ras perenes com teores médios de N nas folhas. Baixa resposta esperada - Solos em pousio por dois ou mais anos; cultivo após pastagem (exceto solos arenosos); ou solos com cultivo anterior intenso de leguminosas; ou adubação verde com leguminosas ou rotação permanente com leguminosas; uso constante de quantidades elevadas de adubos orgânicos. Culturas perenes com teores altos de N nas folhas.

### **Fósforo e potássio**

Os resultados de fósforo e de potássio são divididos em cinco classes de teores. Os limites de classes foram estabelecidos com ensaios de calibração, realizados principalmente para culturas anuais em condições de campo e levando em conta as respostas aos elementos aplicados na adubação expressos em termos de produção relativa. Assim, a correspondência dos limites de classes de teores com os respectivos limites de produção relativa, são os apresentados no quadro 2

Teor	Produção	K <sup>+</sup> trocável	Presina			
			Florestais	Perenes	Anuais	Hortaliças
			mg/dm <sup>3</sup>			
Muito baixo	0-70	0,0-0,7	0-2	0-5	0-6	0-10
Baixo	71-90	0,8-1,5	3-5	6-12	7-15	11-25
Médio	91-100	1,6-3,0	6-8	13-30	16-40	26-60
Alto	>100	3,1-6,0	9-16	31-60	41-80	61-120
Muito alto	>100	>6,0	>16	>60	>80	>120

**Quadro 2** - Limites de interpretação de teores de potássio e de fósforo em solos

No caso do fósforo, os limites de interpretação são dados para quatro grupos de culturas, com exigências crescentes de maior disponibilidade de fósforo: florestais, perenes, anuais e hortaliças. Trata-se de uma classificação feita para fins práticos de organizar a adubação fosfatada por grupos de culturas. Note-se que o limite superior da classe de teores altos é duas vezes maior que o limite superior da classe de teores médios.

No caso do potássio, bem como de outros cátions trocáveis, os diversos extratores usados em laboratórios de análise de solo dão resultados comparáveis, significando que, em geral, não é importante mencionar o método usado na extração. Além disso, para potássio, o teor do nutriente no solo é um índice melhor para avaliar a disponibilidade do que a relação com outros cátions ou a porcentagem da CTC. A relação com a CTC pode, eventualmente, ser usada como um critério auxiliar, mas não em substituição ao critério básico dado no quadro 3.

Já no caso do fósforo, é muito importante o extrator usado. Para São Paulo, pesquisas realizadas no Instituto Agrônomo, confirmando informações de diferentes países, mostraram que o processo de extração com resina de troca de íons é um método que avalia melhor a disponibilidade do nutriente para as culturas. De forma geral, o método da resina apresenta correlações mais estreitas com índices de disponibilidade de fósforo em solos, determinados com plantas, do que outros extratores usuais, permitindo uma diagnose mais apurada do grau de deficiência de P em solos.

### **Acidez**

Os parâmetros relacionados à acidez dos solos, pH em  $\text{CaCl}_2$  e saturação por bases, apresentam estreita correlação entre si, para amostras retiradas da camada arável. A interpretação adotada para valores de pH em  $\text{CaCl}_2$ , e da saturação por bases, é apresentada no quadro 3.

Acidez	pH em $\text{CaCl}_2$	Saturação por bases	V
			%
Muito alta	Até 4,3	Muito baixa	0-25
Alta	4,4-5,0	Baixa	26-50
Média	5,1-5,5	Média	51-70
Baixa	5,6-6,0	Alta	71-90
Muito baixa	>6,0	Muito alta	>90

**Quadro 3** - Limites de interpretação das determinações relacionadas com a acidez da camada arável do solo

A determinação do pH em uma solução 0,01 mol/L de cloreto de cálcio, permite obter resultados mais consistentes do que a determinação do pH em água. Isto porque, esta última determinação é mais afetada por pequenas quantidades de sais que podem ocorrer nas amostras de solo que chegam ao laboratório, em consequência de adubações, períodos de seca ou da mineralização que ocorre em amostras de solo úmidas acondicionadas em sacos plásticos.

A tabela de interpretação de parâmetros da acidez indica no quadro 3, o objetivo técnico de servir de base para a organização de informações, como é o caso de acompanhar a evolução da fertilidade do solo. As culturas variam muito e, desse modo, as classes apresentadas podem ter significado diverso para grupos de plantas com características diferenciadas quanto à acidez.

### **Cálcio, magnésio e enxofre**

Para cálcio, magnésio e enxofre são estabelecidas três classes de teores, com a interpretação apresentada no quadro 4.

A interpretação de magnésio é bastante consistente com os dados experimentais disponíveis e as tabelas de interpretação de diferentes instituições. Há bastante polêmica, tanto para o magnésio, como para o potássio sobre a interpretação em termos da porcentagem da CTC, ao invés dos teores, conforme apresentado no quadro 4. Também aqui a experimentação agrônômica aponta para o uso dos teores absolutos como o melhor critério. Na prática, se houver magnésio suficiente, não deverá ocorrer deficiência. Porém, se os teores de magnésio forem baixos, a adubação potássica poderá agravar a deficiência. Para o cálcio, os valores apresentados, são os mínimos desejáveis para culturas, sendo o limite superior o necessário àquelas mais exigentes no nutriente, independentemente da questão da calagem. Nesse caso, embora haja respaldo em resultados experimentais, já que deficiências de cálcio são raras em condições de campo, os limites apresentados são bem mais baixos do que os adotados por várias organizações no Brasil. Uma das grandes dificuldades é isolar a questão da deficiência de cálcio do problema da acidez excessiva, já que solos deficientes em cálcio são, em geral, muito ácidos. Nesses casos, a calagem corrige a acidez e supre cálcio em teores mais do que suficientes.

Teor	Ca <sup>2+</sup> trocável	Mg <sup>2+</sup> trocável	S-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>		mg/dm <sup>3</sup>
Baixo	0-3	0-4	0-4
Médio	4-7	5-8	5-10
Alto	>7	>8	>10

**Quadro 4** - Limites de interpretação de teores de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> em solos

Um assunto que tem ocasionado polêmica é a necessidade de estabelecer, no solo, uma determinada relação Ca/Mg. Há abundante informação na literatura, a qual mostra que as produções de culturas não são afetadas por essa relação entre valores que variam de um mínimo ao redor de 0,5 até valores acima de 30, desde que nenhum dos dois elementos esteja presente em teores deficientes.

O enxofre é extraído do solo com solução de CaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0,01 mol/L, que extrai principalmente a forma de sulfato, considerada disponível. A interpretação apresentada no quadro 4.3 refere-se à camada arável. Convém ressaltar que é comum haver acúmulo de sulfato abaixo da camada arável e, assim, uma diagnose mais apurada sobre a disponibilidade de enxofre deve levar em conta, também, os teores da camada de 20-40 cm de profundidade.

### **Micronutrientes**

A interpretação adotada é apresentada no Quadro 5.

O importante na interpretação da análise química de micronutrientes em solos é o uso de extratores adequados para avaliar a sua disponibilidade. Os extratores que se revelaram mais eficientes, nos estudos rea-

lizados no Instituto Agrônomo, foram a água quente para boro e a solução do complexante DTPA para zinco, ferro, cobre e manganês.

A interpretação da análise de solo para micronutrientes pode ser aprimorada pela consideração de diferentes espécies vegetais. Nas tabelas de adubação, a interpretação da análise de solo é incluída para aquelas culturas em que têm sido constatadas deficiências frequentes.

Teor	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	água quente	DTPA			
	mg/dm³				
Baixo	0-0,20	0-0,2	0-4	0-1,2	0-0,5
Médio	0,21-0,60	0,3-0,8	5-12	1,3-5,0	0,6-1,2
Alto	>0,60	>0,8	>12	>5,0	>1,2

**Quadro 5** - Limites de interpretação dos teores de micronutrientes em solos.

### ***Matéria orgânica e argila***

O teor de matéria orgânica do solo não revelou ser, no Estado de São Paulo, um índice adequado para prever a disponibilidade de nitrogênio em solos e, conseqüentemente, não tem sido usado para essa finalidade. O teor de matéria orgânica é útil para dar idéia da textura do solo, com valores até de 15 g/dm<sup>3</sup> para solos arenosos, entre 16 e 30 g/dm<sup>3</sup> para solos de textura média e de 31 a 60 g/dm<sup>3</sup> para solos argilosos. Valores muito acima de 60 g/dm<sup>3</sup> indicam acúmulo de matéria orgânica no solo por condições localizadas, em geral por má drenagem ou acidez elevada.

## **UNIDADE V- NUTRIÇÃO DAS PLANTAS E O ATAQUE DE PRAGAS**

O equilíbrio nutricional tem importância fundamental na saúde das plantas. Por esta razão, deve-se fazer análise do solo e análise foliar para uma nutrição adequada, sem excesso. A correção do solo com calcário deve ser feita de preferência na forma calcítica, conforme a recomendação técnica.

Deve-se dar preferência à adubação orgânica e aos fertilizantes minerais parcialmente solúveis, pois a lenta liberação dos nutrientes proporciona menores perdas pela erosão e chuvas, além de dificultar acúmulo de radicais livres.

Recomenda-se evitar o emprego de adubos altamente solúveis, já que favorecem o desequilíbrio da planta e do ecossistema. Caso seja necessário seu uso, procurar formas menos solúveis, fazendo o maior número possível de parcelamento e aplicar sobre o solo coberto com matéria orgânica ou mato. É fato que a

aplicação de adubos de alta e média solubilidade liberam nutrientes que desequilibram as plantas, tornando-as susceptíveis às pragas e doenças.

## **5.1 MANEJO DE ADUBAÇÃO DE ALGUMAS VARIEDADES DE FLORES E PLANTAS ORNAMENTAIS**

### **5.1.1 Gladiolo**

Para a recomendação de adubação, que deve ser feita por um engenheiro agrônomo, é fundamental realizar previamente uma análise do solo. Antes do plantio do gladiolo, recomenda-se que seja incorporado ao solo:

- Calcário (conforme a necessidade determinada na análise de solo);
- Esterco (20 litros / m<sup>2</sup> de esterco de curral bem curtido ou composto);
- NPK (conforme a análise de solo);
- Boro: 0,4 a 1,0 kg/ha

A adubação de cobertura deve ser realizada aos 30 e 50 dias após o plantio, aplicando 10-30g de sulfato de amônia/m<sup>2</sup>, visando a um bom desenvolvimento da parte aérea, flores e bulbos.



**Cultivo Gladiolo**

### 5.1.2. Amaranantos

Se adapta bem a solos pobres porém bem drenados. O pH de cultivo ideal está entre 6 e 8. Tolera solos salinos e águas um pouco alcalinas.

Deve-se adubar com 700kg/ha do formulado 20-10-20 e o teor de matéria orgânica não necessita de ser alto e a planta tem problema de ataque de fungos em solos com alto teor de matéria orgânica. Responde bem a uma adubação de cobertura feita 20 dias após o plantio das mudas.



**Cultivo Amaranantos**

### 5.1.3 Girassol

A cultura se desenvolve bem em pH de 5,5 a 6,5 sendo necessária quando for o caso a correção da acidez do solo. O girassol é muito exigente em fósforo e potássio para seu crescimento e desenvolvimento. Uma adubação de fundação deve ser feita privilegiando estes elementos. O nitrogênio deve ser fornecido de forma parcelada em três etapas em cobertura a cada 15 dias após a semeadura.

A cultura tem um crescimento inicial um pouco lento, mas com 35 a 40 dias tem este crescimento acelerado até a emissão do botão floral. No final desta fase de crescimento **exponencial** é importantíssimo aplicar uma adubação complementar de Zinco e nitrogênio para o alongamento dos últimos internódios.

os sem o crescimento da folha que acompanha o botão floral. Esta característica faz com que a planta atinja o ponto de colheita nas melhores condições comerciais exigidas pelo mercado.



**Cultivo Girassol**



### 5.1.4 Gérbera



**Cultivo de Gérberas**

Durante o cultivo desta planta é necessário um programa de fertilização para que tanto o crescimento quanto à produção sejam mantidos. Para definir seu programa de fertilização, deve-se proceder a uma análise de solo regularmente, preferencialmente uma vez por mês.

O sistema mais utilizado é aquele em que existem dois tanques separados, A e B, nos quais dissolvem-se concentrações diferentes de fertilizantes. Segundo os resultados das análises de solo e de água, é possível calcular a quantidade de fertilizantes e quais os intervalos em que devem ser administrados. A razão para usar dois tanques separados, é que alguns elementos, em sua forma concentrada podem causar precipitação (como por exemplo, o cálcio e o sulfato). Ao utilizar um sistema de dosagem automática<sup>2</sup>

Fertilizantes básicos utilizados com este sistema de dois tanques, A e B:

#### **Tanque A Tanque B**

##### **Elementos principais Elementos principais**

Nitrato de Cálcio ( $\text{CaNO}_3$ ) Nitrato de Potássio ( $\text{KNO}_3$ )

Nitrato de Potássio ( $\text{KNO}_3$ ) Fosfato Monopotássico ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )

Nitrato de Amônia ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) Sulfato de Magnésio ( $\text{MgSO}_4$ )

Sulfato de Potássio ( $\text{KH}_2\text{SO}_4$ )

##### **Microelementos Microelementos<sup>3</sup>**

Quelatos de Ferro 6-10% Sulfato de Manganês ( $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )

Sulfato de Zinco ( $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )

Bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )

Sulfato de Cobre ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )

Molibdato de Sódio ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

Ao invés de utilizar um sistema de tanques A e B, é possível estabelecer um esquema mais simples (porém menos preciso) que consiste na utilização de um tanque maior, contendo uma solução não concentrada. A forma mais simples, mais não tão precisa, de administrar fertilizantes é através de formulação NPK 20-20-20 até o florescimento e, posteriormente, durante a floração, muda-se para a formulação NPK CaMg 15-10-30-10-2.

#### 5.1.4.1 Características dos nutrientes na planta Gérbera

##### ***Magnésio:***

O magnésio é muito importante para a clorofila e falta ou deficiência de magnésio pode ter elementos diferentes, tais como um amarelamento das extremidades das folhas, enquanto os veios permanecem verdes. As folhas parecem mais grossas e quebradiças enquanto as folhas mais jovens mostram sinais de pontos necróticos.

##### ***Ferro:***

Uma deficiência de ferro faz com que as folhas mais jovens tornam-se amareladas, enquanto os veios permanecem verdes. Em casos graves, a região entre os veios fica com uma coloração branca/amarela. A falta de absorção de ferro pela planta frequentemente coincide com altos níveis de pH ao redor das raízes.

##### ***Fósforo:***

Elemento importante para o desenvolvimento do sistema radicular. Os sintomas de deficiência são: as folhas mais velhas ficam roxas/avermelhadas, muitas vezes em forma de manchas. Também se notam sinais de um desenvolvimento radicular insatisfatório.

##### ***Nitrogênio:***

Seus efeitos se fazem sentir sobre o crescimento das folhas. Os sintomas de deficiência incluem um amarelamento generalizado, e uma diminuição no crescimento da folhagem. Por outro lado, nitrogênio em excesso causa uma diminuição na produção de flores e um aumento desproporcional da folhagem.

***Potássio:***

Este elemento é importante para o comprimento da haste. A descoloração da folhagem, começando pela ponta, bem como a caída prematura das folhas indicam uma deficiência deste elemento. Tanto as folhas quanto às flores diminuem em tamanho e perdem o viço.

***Cloro, Enxofre e Amônia:***

O cloro é elemento mais importante para o crescimento generativo e a qualidade das flores. O enxofre dá resistência contra o mofo e a amônia funciona como regulador de pH.

**5.1.4.2 Manutenção da Plantação**

A manutenção desta plantação é muito importante, especialmente nos cultivos de mais de um ano. A manutenção começa no primeiro período de cultivo, quando os primeiros botões, das plantinhas, novos devem ser eliminados. As primeiras flores são, geralmente, de qualidade inferior.

A eliminação destes botões irá acelerar o crescimento vegetativo da planta. Desta forma, o novo botão que se formar será de melhor qualidade pois disporá do apoio de uma planta mais bem formada. Normalmente, todos os novos botões são retirados até que a planta tenha 12 folhas.

Após o primeiro período, a manutenção consiste na remoção das folhas velhas e no manejo da planta, para que esta seja aberta a partir do centro. Durante o processo de remoção das folhas velhas, é importante certificar-se de que apenas as folhas velhas estão sendo retiradas, e não as folhas novas<sup>4</sup>. A abertura da planta é feita dobrando-se as folhas, do centro para as extremidades. Estas duas tarefas devem ser executadas pelo menos uma vez por mês

**5.1.5 Avencão**

Requerem solos com grande quantidade de matéria orgânica, bem drenada e aerada. Para atender a estas condições, utilizam-se camas com composto orgânico e cobertura de serragem ou outro material como palha de arroz, bagana. Recomenda-se um pH entre 5,5 e 6,0. É importante lembrar que o avencão é muito sensível à salinidade, sendo que níveis maiores que 0,7g/l prejudicam o crescimento da planta.



### **Cultivo Avencão**

Os canteiros são feitos com grossas camadas de composto orgânico, diminuindo assim a quantidade de adubos químicos. Em alguns casos, recomenda-se a fertilização de NPK na proporção de 2:1:2 no preparo do terreno, como descrito abaixo:

Nitrogênio total: 450 a 670 kg/ha

Ácido fosfórico: 225 a 335 kg/ha

Potássio: 450 a 670 kg/ha

Magnésio: 55 a 165 kg/ha

Em plantios comerciais, a adubação é realizada via irrigação, facilitando a aplicação e a absorção de nutrientes.

- Manutenção da cobertura dos canteiros

Com o passar do tempo, é necessária a colocação de composto orgânico e cobertura morta a fim de manter a umidade do solo sem que haja encharcamento e evitar crescimento de plantas daninhas. Com a colocação do composto orgânico, também é realizada uma adubação que contribui para o crescimento da planta.

## **VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CARLUCCI, M.V.; HAAG, H.P. & BELLOTE, A.F.J. Nutrição mineral de plantas ornamentais. IX. Composição química e extração de nutrientes por cinco espécies de Orchidaceae HAAG, H.P.; MINAMI, K. & LIMA, A.M.L.P., eds. Nutrição mineral de algumas espécies ornamentais. Campinas, Fundação Cargill. 1989. 298p.

- CASARINI E. 2004. *Doses de N e K aplicados via fertirrigação na cultura da roseira (Rosa sp.) em ambiente protegido*. Piracicaba: USPESALQ, 101p. (Tese doutorado).
- CASARINI E; FOLEGATTI MV; ARTIGIANE VH. 2004. Fertirrigação em rosas In: BOARETTO AE; VILLAS BÔAS RL; SOUZA WF; PARRA IRV. *Fertirrigação teorias e práticas*. CDROM, Piracicaba, p. 370-389.
- CASTRO, C.E.F. Cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais. R. Bras. Hortic. Ornam., 4:1-46, 1998.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.
- FURLANI, A.M.C. & CASTRO, C.E.F. Plantas ornamentais e flores. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B.V & ABREU, C.A., eds. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal, CNPq/FAPESP/POTAFÓS, 2001. 600p. GEORGE, E.F. Plant propagation by tissue culture. Part 1: The Technology. 2a ed. Basingstoke, Exegetics Limited, 1993. 574p
- HAAG, H.P.; MINAMI, K. & LIMA, A.M.L.P., eds. Nutrição mineral de algumas espécies ornamentais. Campinas, Fundação Cargill. 1989. 298p.
- HEW, C.S.; LIM, L.Y. & LOW, C.M. Nitrogen uptake by tropical orchids. Environ. Exp. Bot., 33:273-281, 1993. 78
- KIYUNA, I.; FRANCISCO, V.L.F.S.; COELHO, P.J.; CASER, D.V.; ASSUMPCÃO, R. & ÂNGELO, J.A. A floricultura brasileira no início do século XXI. CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 14., e CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 1., Anais. 2003b. 462p.
- MAJEROWICZ, N. & KERBAUY, G.B. Growth and nitrogen metabolism of *Catasetum fimbriatum* (Orchidaceae) grown with different nitrogen sources. Environ. Exp. Bot., 44:195-206, 2000.
- MALAVOLTA E; VITTI GC; OLIVEIRA SA. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*, 2ed. Piracicaba: POTAFOS (Associação brasileira de pesquisa da potassa e do fosfato), 317p.
- MORAES, P.J. Crescimento, caracterização da abertura floral e manejo pós-colheita de flores de *Epidendrum ibaguense* Kunt. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2004. 110p. (Tese de Doutorado)
- MORENO, J.A.E.; ACUÑAL, A.G.; ROMÁN, A.E.B.; CONTRERAS, D.J. & LÓPEZ, C.T. Fertilización química y biológica de *Phalaenopsis* (orchidaceae) en condiciones de invernadero. Terra, 18:125-131, 2000.
- MURASHIGE, T. & SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant., 15:473-497, 1962.
- NOVAIS, R.F. & SMYTH, T.J. Fósforo em solos e planta em condições tropicais. Universidade Federal Viçosa. Viçosa, 1999. 80

PADILLA WA. 1999. El uso de la fertirrigacion en cultivos de flores en latinoamerica. In: FOLEGATTI MV Coord. *Fertirrigação: Citrus, Flores, Hortaliças*. Guaíba: Agropecuária, Cap. 5, p.355-384.

RÖMHELD, V. & MARSCHNER, H. Function of micronutrients in plants. In: MORDVET, J.J.; GIOR-DANO, P.M. & LINDSAY, W.L., eds. *Micronutrients in agriculture*. Madison, Soil Science Society of America, 1991. p.703-719.



## Hino Nacional

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas  
De um povo heróico o brado retumbante,  
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos,  
Brilhou no céu da pátria nesse instante.

Se o penhor dessa igualdade  
Conseguimos conquistar com braço forte,  
Em teu seio, ó liberdade,  
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada,  
Idolatrada,  
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido  
De amor e de esperança à terra desce,  
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,  
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,  
És belo, és forte, impávido colosso,  
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,  
Entre outras mil,  
És tu, Brasil,  
Ó Pátria amada!  
Dos filhos deste solo és mãe gentil,  
Pátria amada, Brasil!

Deitado eternamente em berço esplêndido,  
Ao som do mar e à luz do céu profundo,  
Fulguras, ó Brasil, florão da América,  
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra, mais garrida,  
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;  
"Nossos bosques têm mais vida",  
"Nossa vida" no teu seio "mais amores."

Ó Pátria amada,  
Idolatrada,  
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo  
O lábaro que ostentas estrelado,  
E diga o verde-louro dessa flâmula  
- "Paz no futuro e glória no passado."

Mas, se ergues da justiça a clava forte,  
Verás que um filho teu não foge à luta,  
Nem teme, quem te adora, a própria morte.

Terra adorada,  
Entre outras mil,  
És tu, Brasil,  
Ó Pátria amada!  
Dos filhos deste solo és mãe gentil,  
Pátria amada, Brasil!

## Hino do Estado do Ceará

Poesia de Thomaz Lopes  
Música de Alberto Nepomuceno  
Terra do sol, do amor, terra da luz!  
Soa o clarim que tua glória conta!  
Terra, o teu nome a fama aos céus remonta  
Em clarão que seduz!  
Nome que brilha esplêndido luzeiro  
Nos fulvos braços de ouro do cruzeiro!

Mudem-se em flor as pedras dos caminhos!  
Chuvas de prata rolem das estrelas...  
E despertando, deslumbrada, ao vê-las  
Ressoa a voz dos ninhos...  
Há de florar nas rosas e nos cravos  
Rubros o sangue ardente dos escravos.  
Seja teu verbo a voz do coração,  
Verbo de paz e amor do Sul ao Norte!  
Ruja teu peito em luta contra a morte,  
Acordando a amplidão.  
Peito que deu alívio a quem sofria  
E foi o sol iluminando o dia!

Tua jangada afoita enfune o pano!  
Vento feliz conduza a vela ousada!  
Que importa que no seu barco seja um nada  
Na vastidão do oceano,  
Se à proa vão heróis e marinheiros  
E vão no peito corações guerreiros?

Se, nós te amamos, em aventuras e mágoas!  
Porque esse chão que embebe a água dos rios  
Há de florar em meses, nos estios  
E bosques, pelas águas!  
Selvas e rios, serras e florestas  
Brotem no solo em rumorosas festas!  
Abra-se ao vento o teu pendão natal  
Sobre as revoltas águas dos teus mares!  
E desfraldado diga aos céus e aos mares  
A vitória imortal!  
Que foi de sangue, em guerras leais e francas,  
E foi na paz da cor das hóstias brancas!





**GOVERNO DO**  
**ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria da Educação*