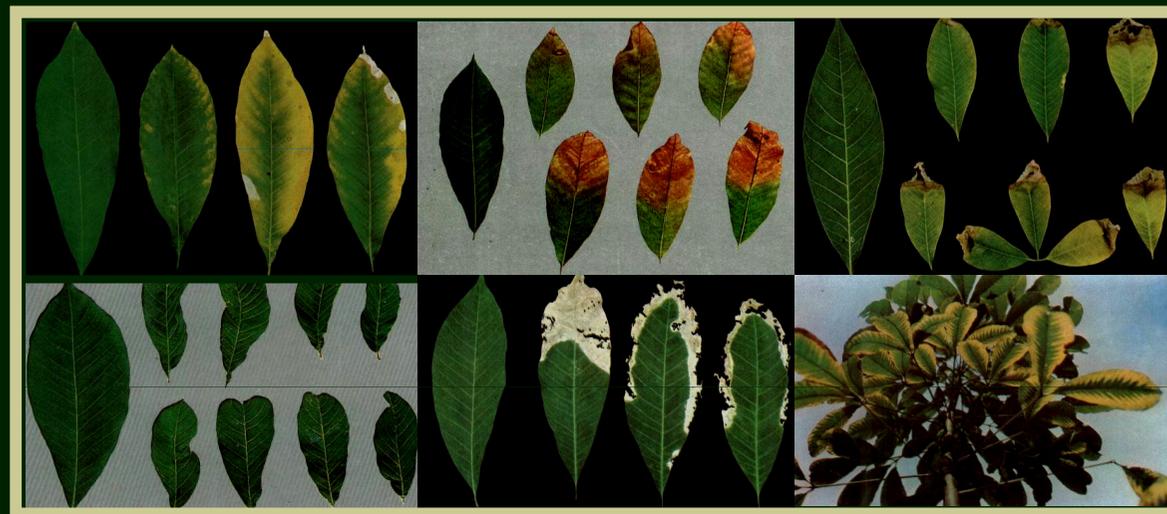


UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO



# ELEMENTOS ESSENCIAIS

DOCENTE: Dr. José Ribamar Silva



## **Elementos Minerais**

**Íons inorgânicos → Obtidos do solo → Nutrição Mineral.**

- . Elementos Minerais x Absorção pelas Plantas**  
Absorção de nutrientes na solução do solo é indiscriminada.
- . Análise de tecido vegetal → Elementos essenciais, benéficos e tóxicos para as plantas.**



## **Critérios de Essencialidade?**

. Elemento → Considerado essencial: Alguns critérios:

**Arnon & Stout, 1939:**

- . A ausência do elemento impede que a planta complete seu ciclo;
- . A deficiência do elemento é específica, podendo ser prevenida ou corrigida somente mediante o seu fornecimento;
- . O elemento deve participar de compostos e ou reações enzimáticas essenciais ao desenvolvimento e crescimento vegetal (metabolismo).



## ***Critérios de Essencialidade***

**Ex: N** - Proteínas, Aminoácidos.

**Fe** - Citocromos: pigmentos → transporte eletrônico -  
respiração → Reações redox.

**K** - Regulação estomática.

**Mg** - Molécula de clorofila

## ***Demonstração da Essencialidade:***

- . Experimentos de diagnose de subtração.  
(técnica do elemento faltante).



## Critérios de Essencialidade

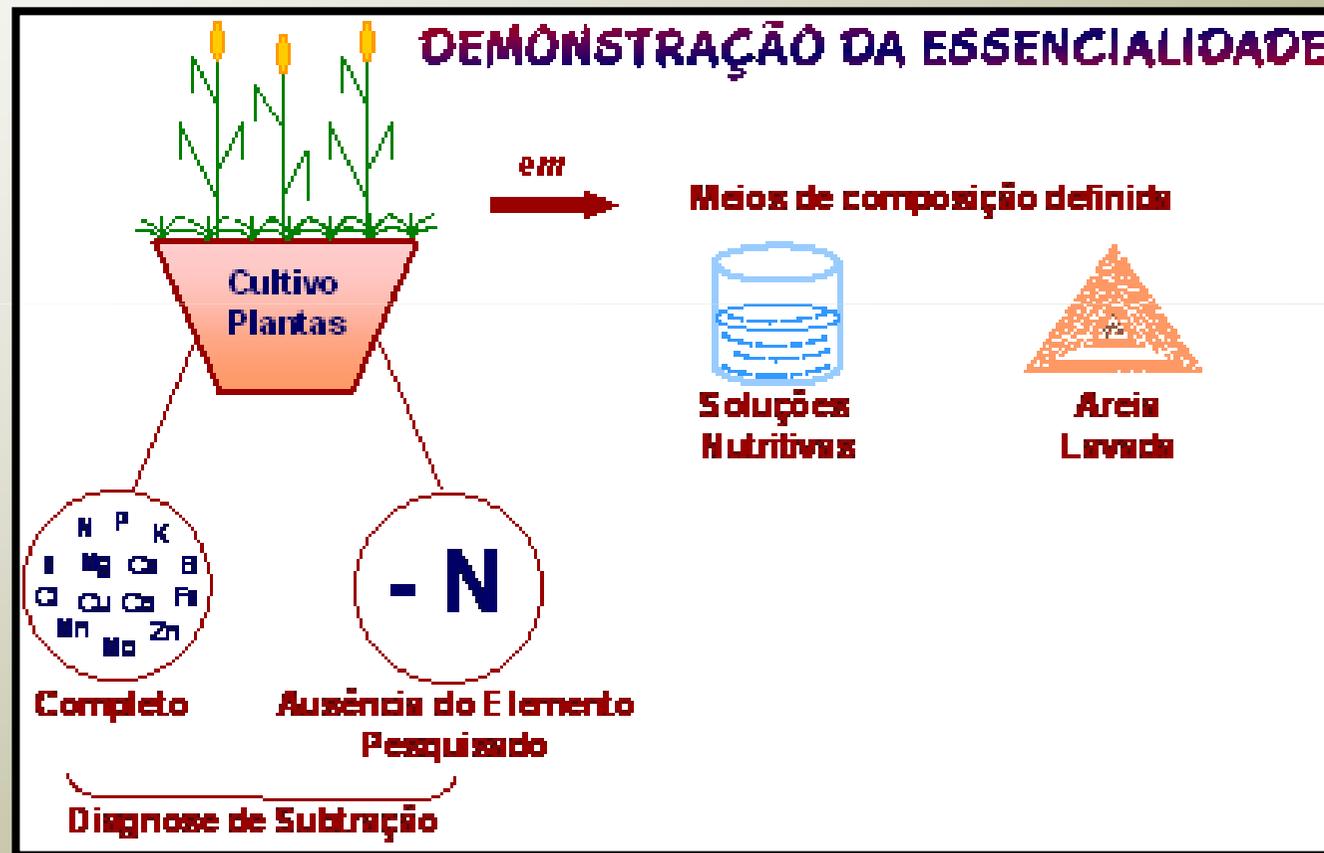


Figura 1. Demonstração da essencialidade de um nutriente para as plantas.





- . Produtos da fotossíntese → Maior parte do crescimento das plantas. Quantidades insuficientes de  $\text{CO}_2$ , água ou luz reduzem o crescimento.
- . Os 13 (treze) nutrientes minerais → fornecidos pelo solo  
Classificados: Macronutrientes (Primários e Secundários)  
Micronutrientes.

## Macronutrientes Primários:

- . Exigidos grandes quantidades, geralmente tornam-se deficientes no solo antes dos demais.

**Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K)**



## **Macronutrientes Secundários:**

- . Exigidos grandes quantidades, mas menores que os Primários.

**Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S)**

## **Micronutrientes:**

- . Exigidos em menores quantidades e tornam-se deficientes no solo mais tardiamente.

**Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Ferro (Fe),  
Manganês (Mn), Molibdênio (Mo) e Zinco (Zn)**



**OBS:** O fato de um nutriente ser absorvido em maior ou menor quantidade não significa que ele tenha maior ou menor importância para as plantas.

- . A falta de qualquer um destes nutrientes afeta o rendimento das colheitas.
- . Atualmente: Deficiências de enxofre e magnésio → Maior exportação pelo aumento das produções, e ao uso de adubos concentrados em N, P e K, que não contêm S e Mg como "impurezas" e na realização da calagem.

## **Elementos Benéficos**

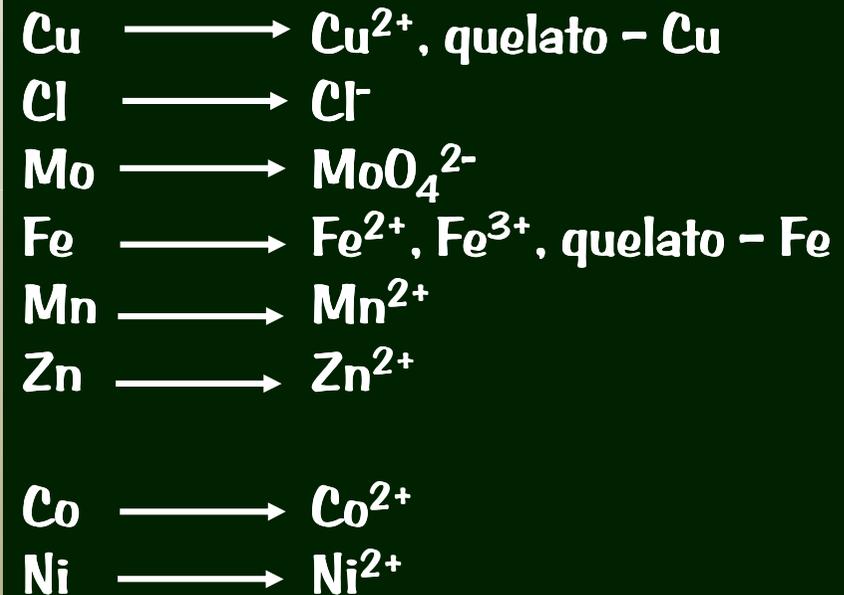
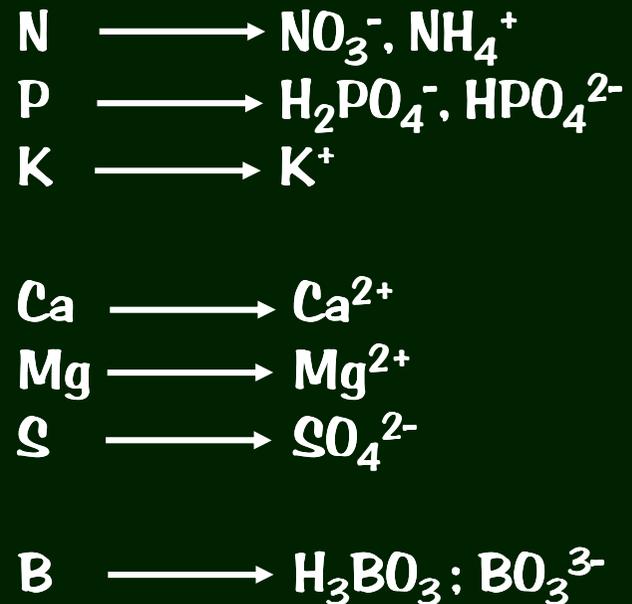
. **Elementos benéficos** → Essenciais para algumas espécies ou mesmo substituem parcialmente a função dos elementos essenciais. Outros, quando em baixas concentrações, estimulam o crescimento de plantas, porém sua essencialidade não é demonstrada. São considerados **Benéficos: Al, Co, Ni, Se, Si, Na e V**.

**Ex: O silício (Si)**, embora não seja considerado um elemento essencial fisiologicamente, é essencial sob alguns aspectos agronômicos, notadamente para as **gramíneas**.

. **O cobalto (Co)** é considerado um nutriente essencial para as leguminosas por ser indispensável ao *Rhizobium*, microrganismo responsável pela **fixação biológica do nitrogênio**.



## **Formas de Ocorrência dos Elementos na Solução do Solo.**



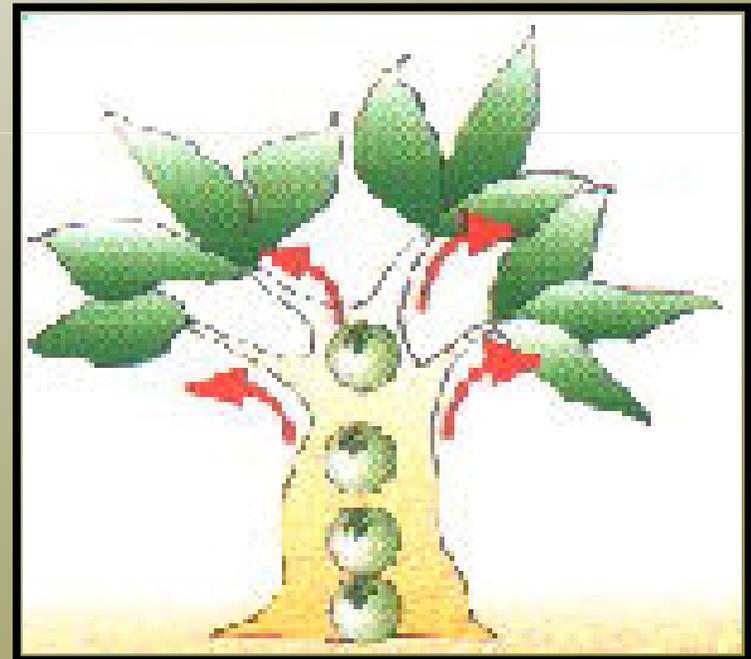


## ***Funções dos Nutrientes na Planta***

### **Nitrogênio** -----

- Constituinte dos **Amino-ácidos/Proteínas** e ácidos nucleicos(DNA, RNA) que fazem parte dos tecidos vegetais.

Confere **cor verde às folhas**. Sem nitrogênio as plantas não crescem. É **móvel** na planta.

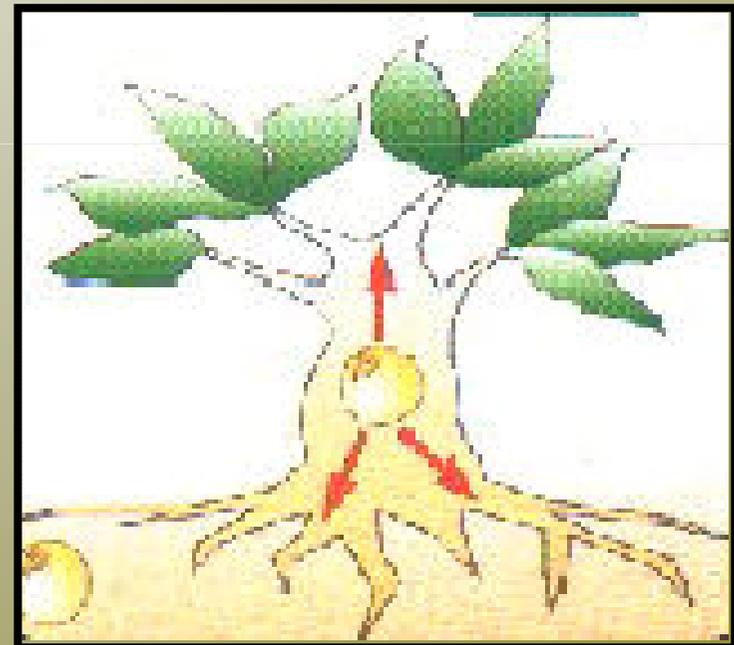




## ***Funções dos Nutrientes na Planta***

### **Fósforo** -----

- . Estimula o desenvolvimento das **raízes** e aumenta o **perfilhamento**. Contribui para a **formação dos grãos** e melhora seu valor nutritivo. Faz parte de biomoléculas ATP, ADP. Tem **alta mobilidade na planta** e **baixa no solo**.

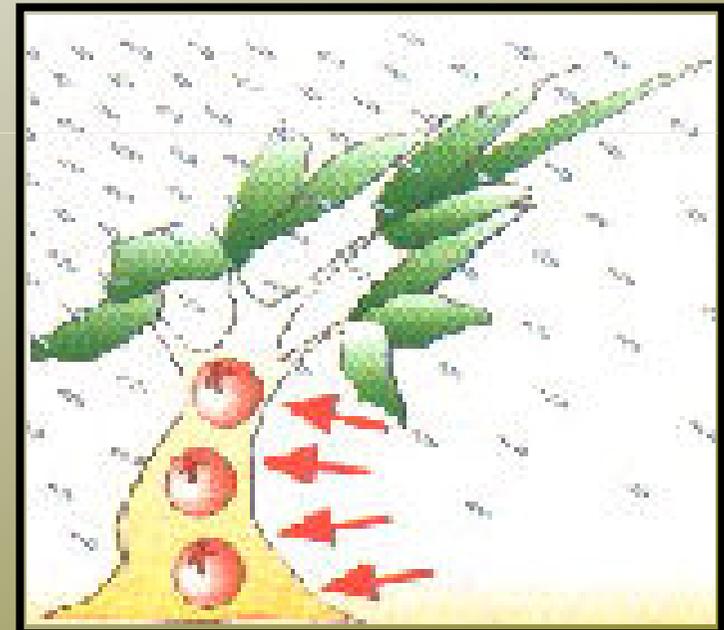




## ***Funções dos Nutrientes na Planta***

### **Potássio** -----

- . **Ativador de Enzimas ligadas à fotossíntese, respiração. Provoca o espessamento dos tecidos, conferindo às plantas maior resistência ao acamamento e às doenças. Regulador osmótico. Móvel na planta.**

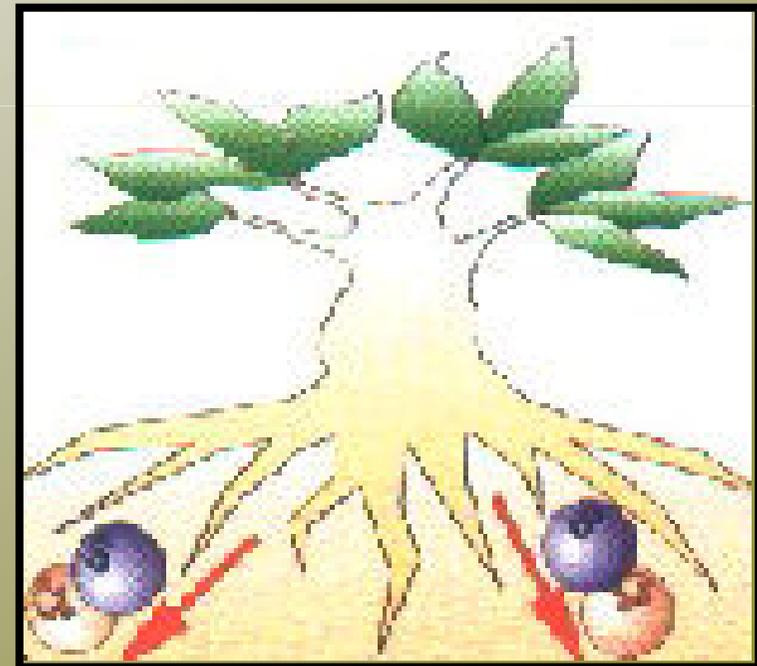




## Funções dos Nutrientes na Planta

### Enxofre

- . Participa da composição dos **aminoácidos e proteínas**. Importantes pra transferência de elétrons na fotossíntese. Nas forrageiras melhora a digestibilidade e aumenta resistência a pragas e doenças. **Pouco móvel na planta.**

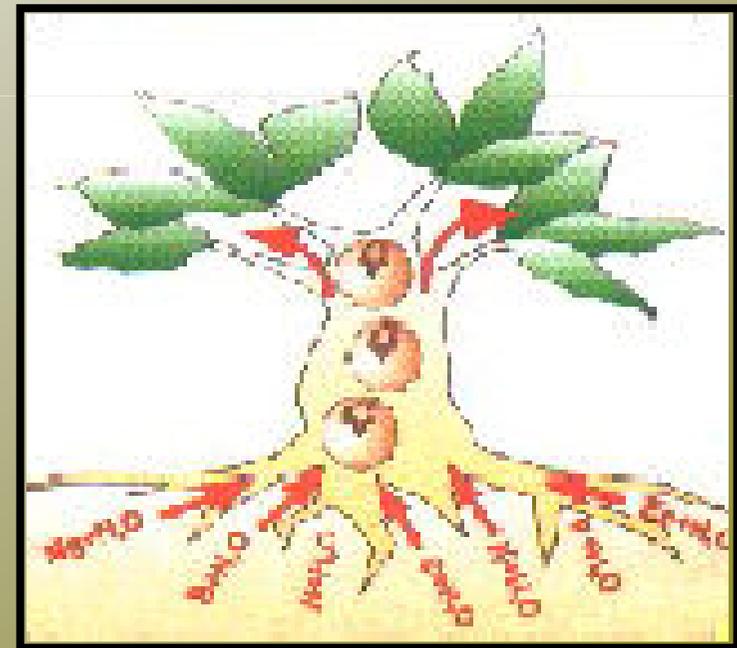




## Funções dos Nutrientes na Planta

### Cálcio -----

- . Confere rigidez à **parede celular** das plantas, dele dependendo **vingar os frutos jovens**. Move-se somente das raízes para a parte aérea. Sem cálcio no subsolo as **raízes param de crescer**, não absorvendo água e nutrientes nessa camada. **Muito pouco móvel na planta.**

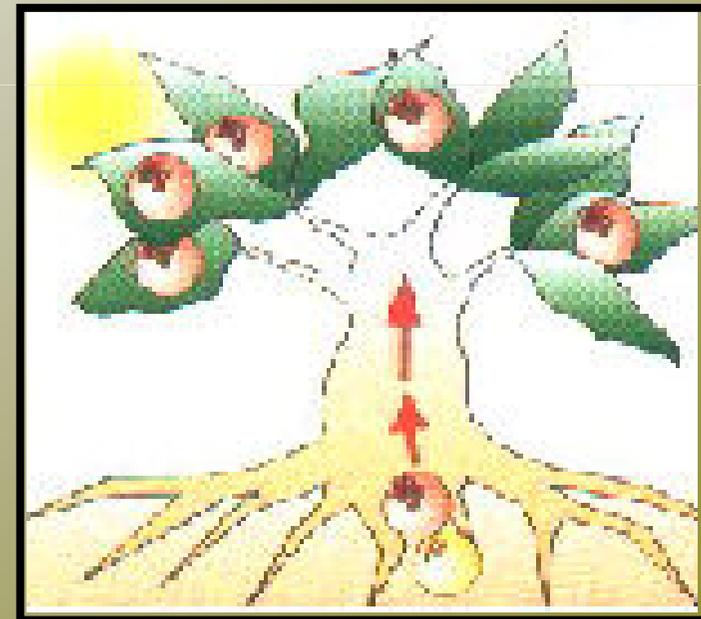




## ***Funções dos Nutrientes na Planta***

### **Magnésio** -----

- . Faz parte da molécula da **clorofila**, responsável pela captação de energia solar para formação de açúcares a partir do gás carbônico e da água (**fotossíntese**). Auxilia a absorção do fósforo. **Móvel na planta.**

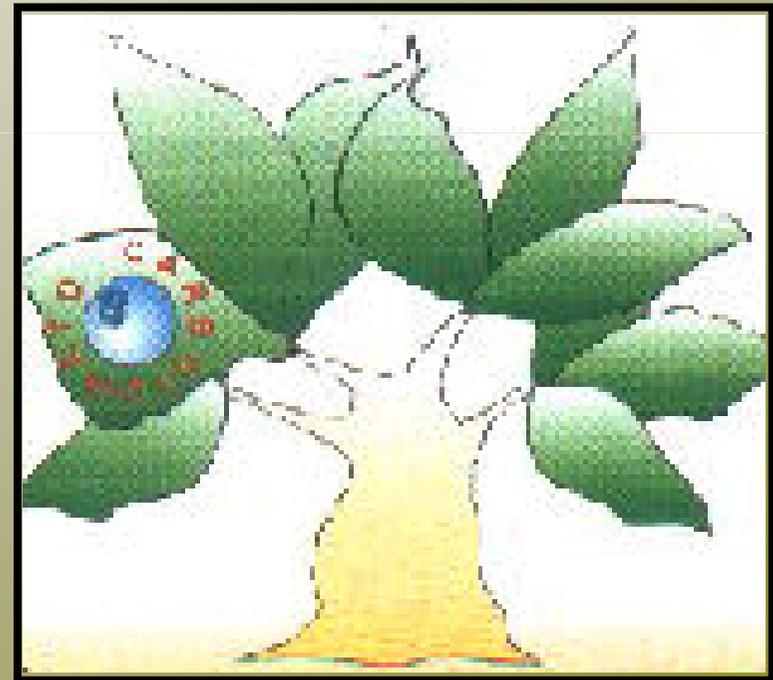




## ***Funções dos Nutrientes na Planta***

### **Boro** -----

- Atua na migração dos carboidratos das folhas para os tecidos armazenadores das plantas (grãos, raízes e caules). Importante na multiplicação e no crescimento das células (parede celular). Pouco móvel na planta.

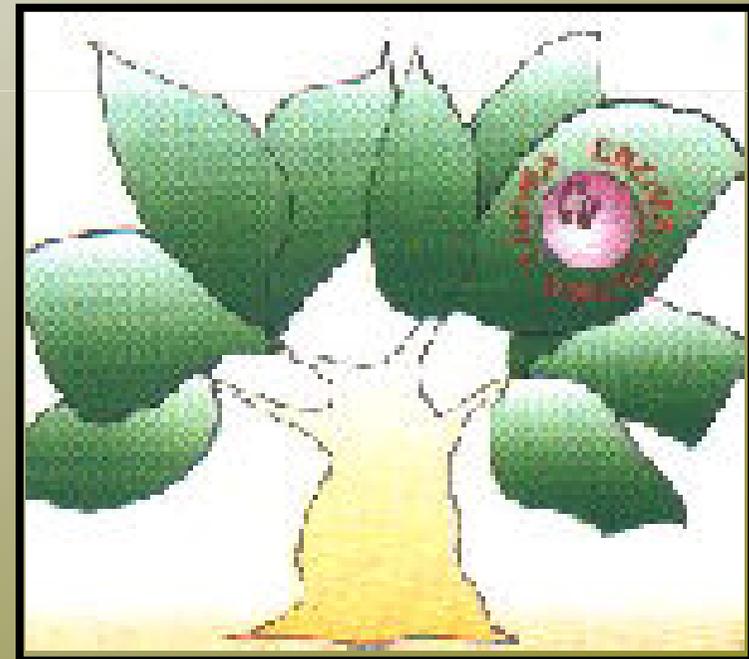




## ***Funções dos Nutrientes na Planta***

### **Cobre** -----

- . Ativador de enzimas e participa da fotossíntese. Atua na redução e fixação do nitrogênio e no metabolismo de proteínas. Contribui para os mecanismos de resistência às doenças. Pouco móvel.

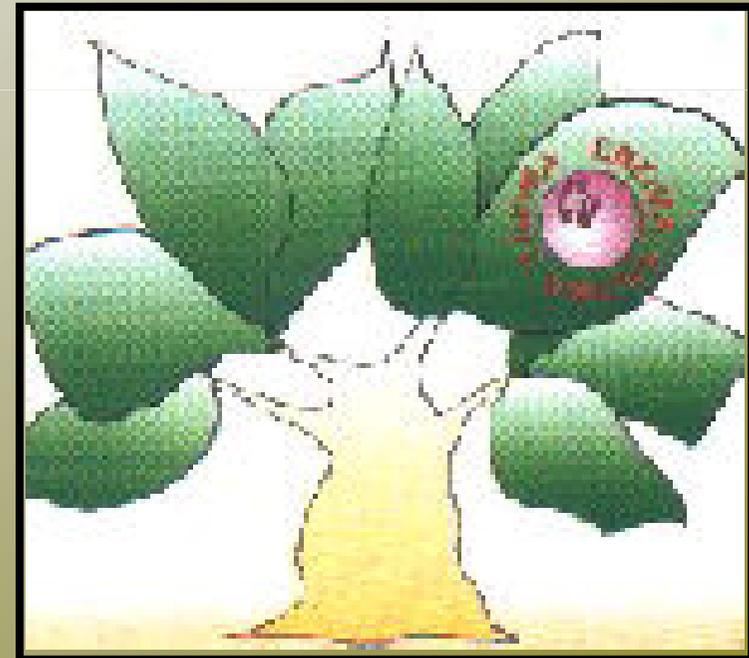




## ***Funções dos Nutrientes na Planta***

### **Ferro** -----

- . Ativador de enzimas oxidadoras ligadas aos transportes de elétrons na **fotossíntese** e respiração. Participa da **síntese de clorofila**. Pouco móvel na planta.

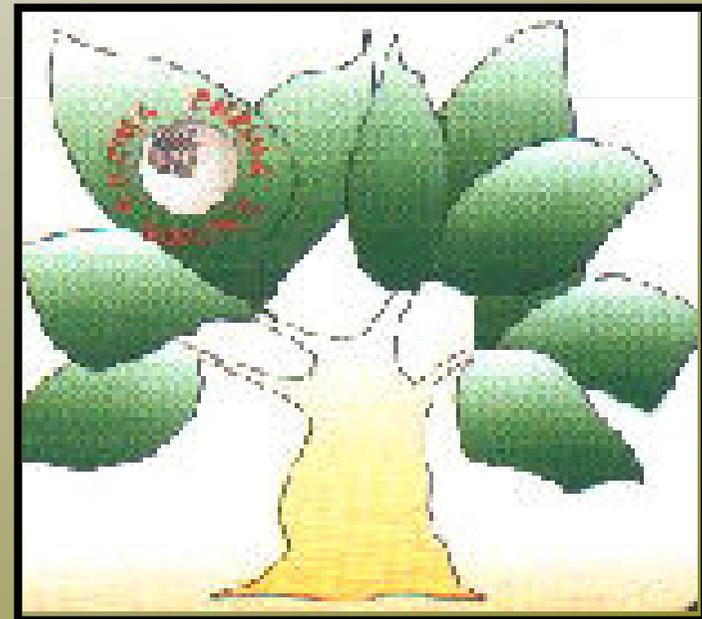




## ***Funções dos Nutrientes na Planta***

### **Manganês** -----

- . Faz parte de enzimas e participa da formação da **clorofila**. Acelera a germinação e a maturação e aumenta a disponibilidade de fósforo e de cálcio para os vegetais. **Pouco móvel**.

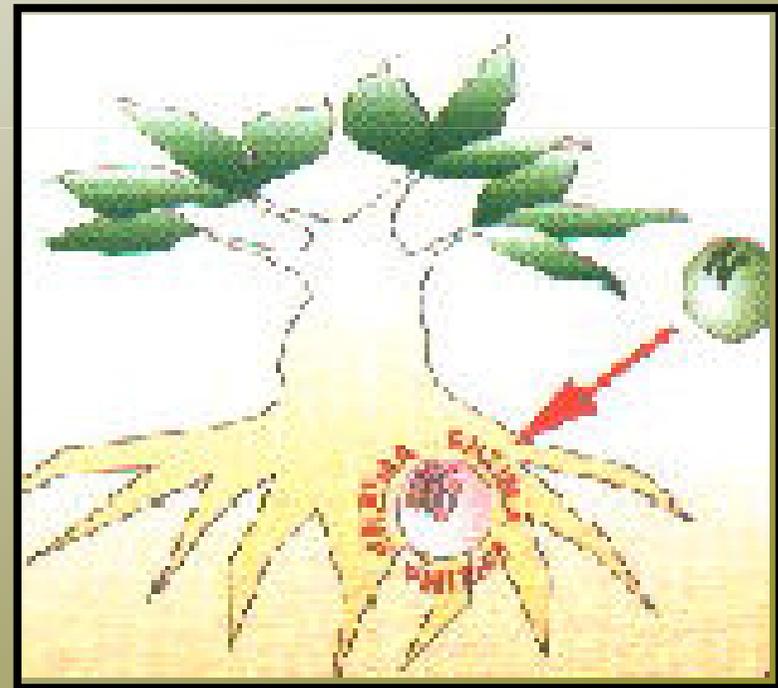




## ***Funções dos Nutrientes na Planta***

### **Molibdênio** -----

- . É necessário para a **fixação biológica do nitrogênio** e à formação de enzimas (Nitrato-reduta-se e Nitrogenase)
- . Pouco móvel na planta.

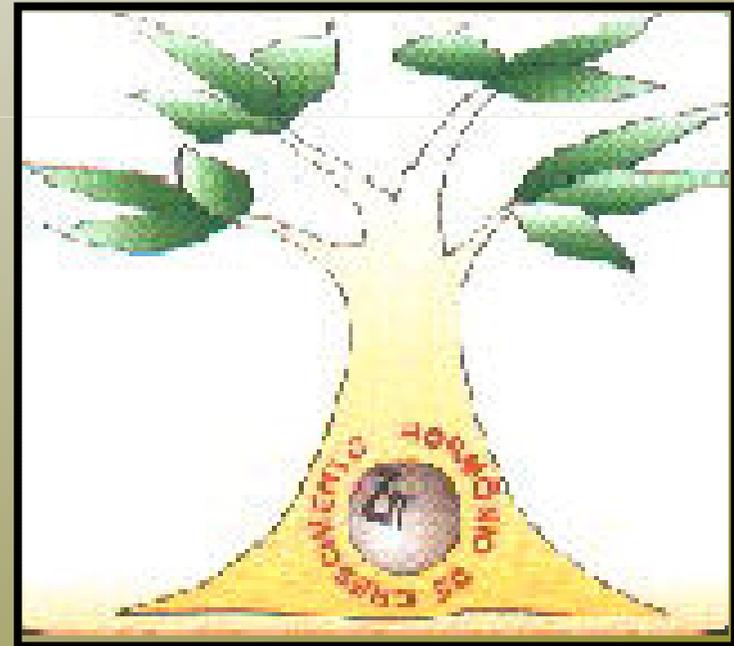




## Funções dos Nutrientes na Planta

### Zinco

- É ativador de enzimas e participa do controle da concentração endógena de um importante fito-hormônio de crescimento do grupo das auxinas. Que controla o crescimento longitudinal das células vegetais. Pouco móvel na planta.

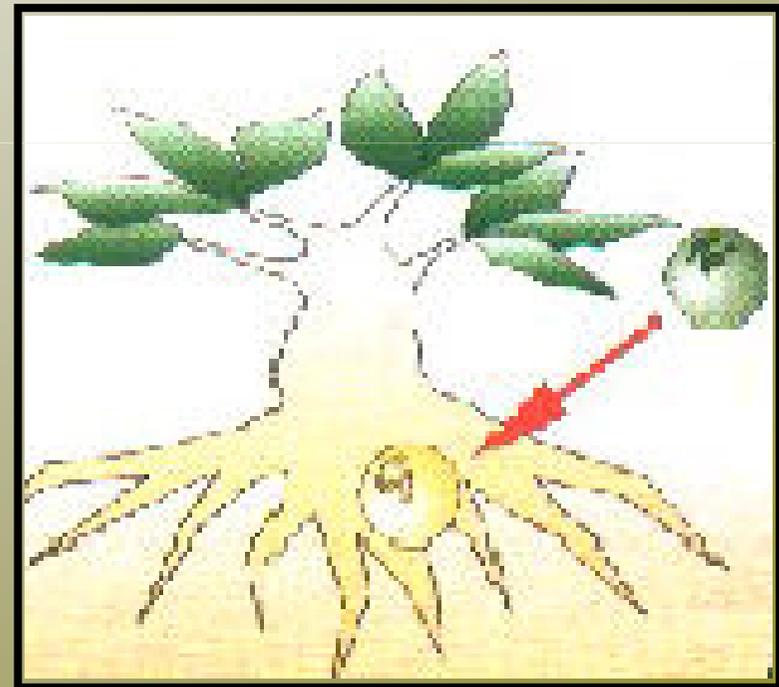




## ***Funções dos Nutrientes na Planta***

### **Cobalto** -----

- . Essencial à **fixação biológica do nitrogênio** através de bactérias simbióticas. **Totalmente imóvel.**





## ***Mobilidade / Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Nitrogênio** -----

. Móvel na Planta

. **Clorose generalizada** das folhas velhas. A vegetação é rala. Diminui a floração. Reduz o crescimento da planta.

**Causas:** falta do elemento no solo ou na adubação, solos pobres em matéria orgânica e ácidos.



## ***Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Nitrogênio** -----

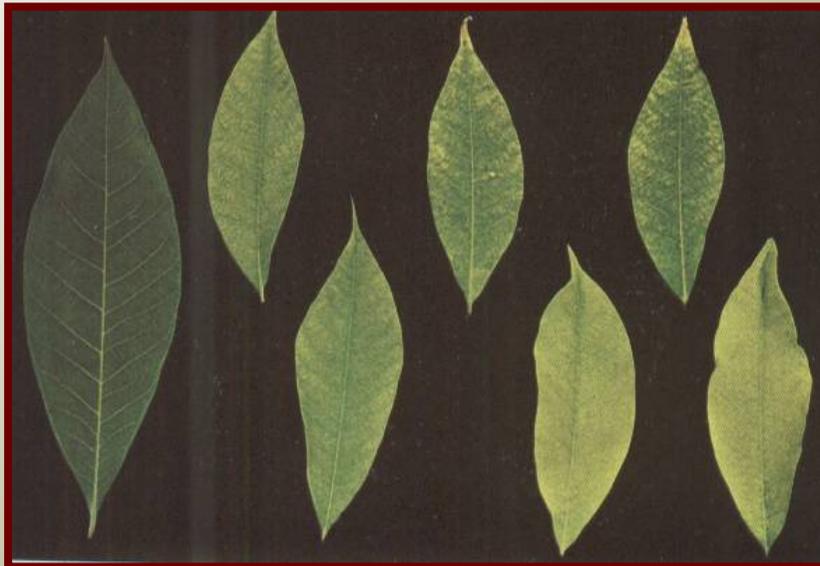


### **Deficiência de Nitrogênio em Café**



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Nitrogênio** -----





## ***Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Nitrogênio** -----



### **Deficiência de Nitrogênio em Milho**



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Nitrogênio** -----



### **Deficiência de Nitrogênio em Milho**



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Nitrogênio** -----



**Deficiência de Nitrogênio em Milho**



## **Mobilidade / Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Fósforo -----**

#### **. Móvel na Planta**

- . As folhas mais velhas mostram-se verdes e sem brilho. Podem amarelecer e apresentar grandes manchas pardas ou violáceas na ponta e no meio. Caem prematuramente. Há diminuição na floração e no pegamento. Queda de folhas. **Maturação antecipada**. Raízes mal desenvolvidas.**

**Causas:** falta do elemento no solo ou na adubação, solos ácidos.



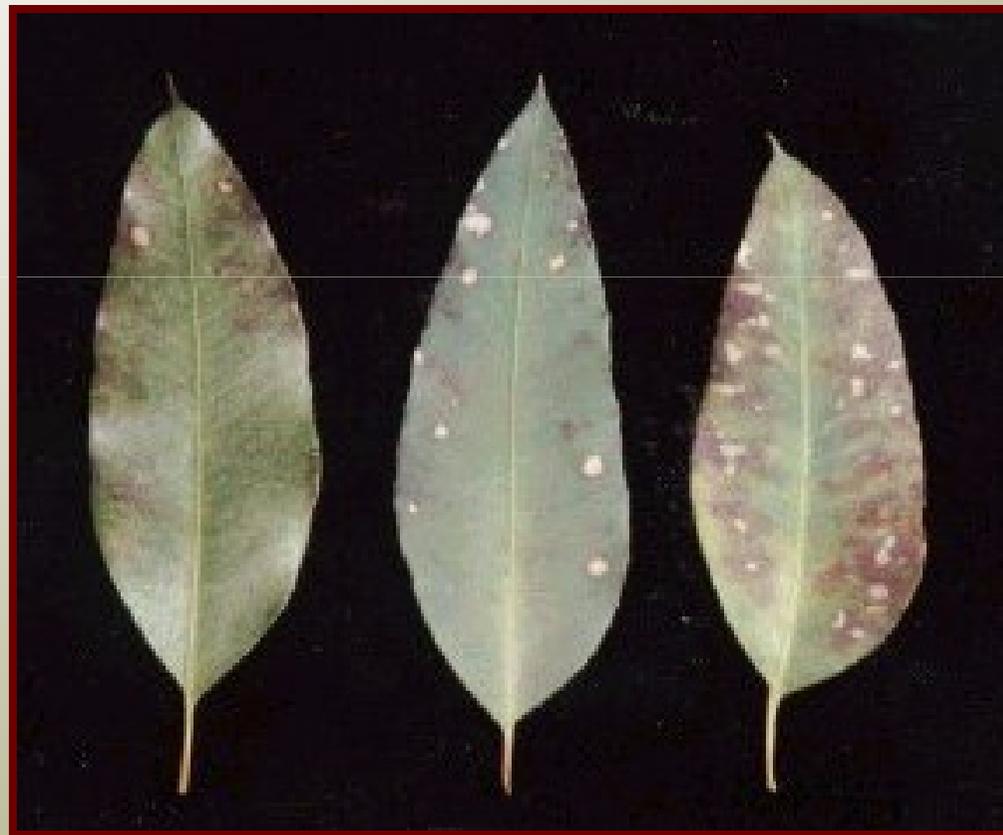
## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Fósforo**



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Fósforo** -----



**Deficiência de Fósforo em Eucalipto**



## ***Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Fósforo -----**



**Deficiência de Fósforo em Milho**

## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Fósforo** -----



**Deficiência de Fósforo em Milho**

## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Fósforo** -----

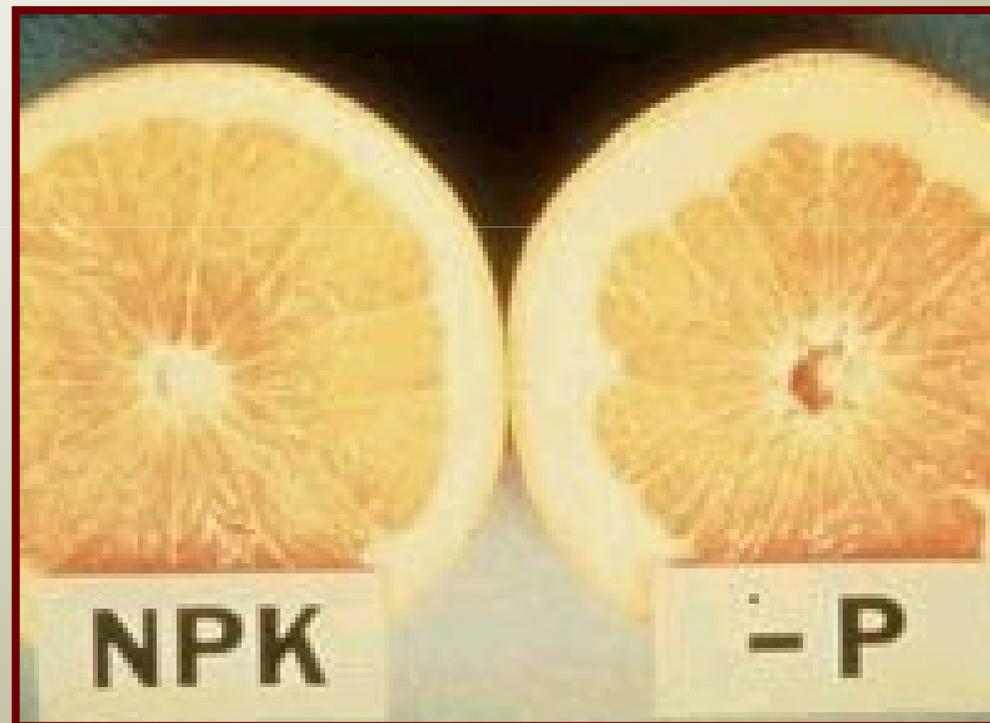


**Deficiência de Fósforo em Milho**



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Fósforo -----**



### **Deficiência de Fósforo em Citros**

## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Fósforo -----**



**Deficiência de Fósforo em Milho**



## ***Mobilidade / Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Potássio -----**

#### **. Móvel na Planta**

- . Folhas mais velhas → Clorose nas pontas e margens, que depois secam e ficam com cor marrom ou preta (necrose). Os ramos com frutos podem morrer da ponta para a base. Aumenta a porcentagem de frutos chochos e diminui o tamanho dos grãos. A planta agüenta mal a seca e o frio. **Causas:** falta do elemento no solo ou na adubação, acidez e calagem excessiva.**



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Potássio** -----





## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Potássio -----**

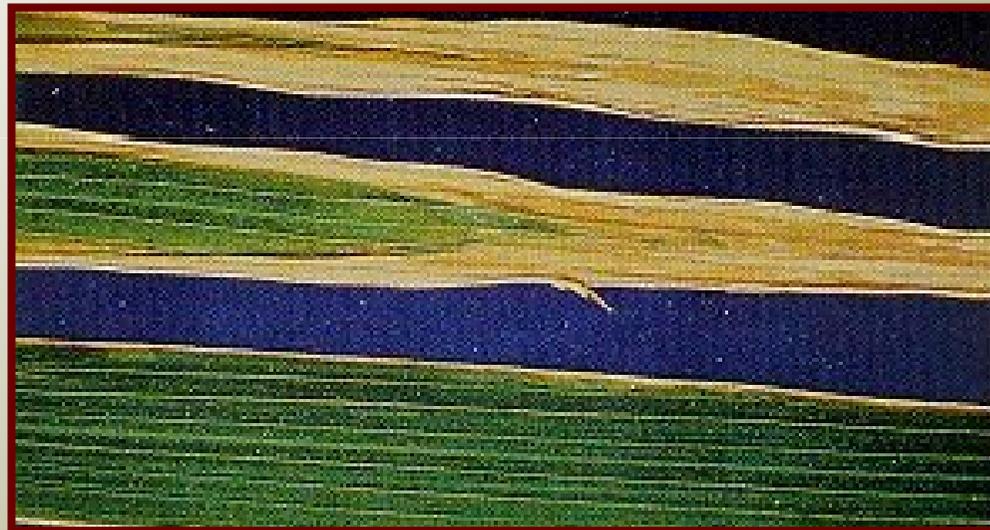


**Deficiência de Potássio em Algodão**



## ***Sintomas Visuais de Deficiências***

**Potássio** -----



**Deficiência de Potássio em Arroz**



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Potássio** -----



### **Deficiência de Potássio em Eucalipto**



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Potássio -----**



**Deficiência de Potássio em Milho**



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Potássio** -----



**Deficiência de Potássio em Soja**



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Potássio -----**



**Deficiência de Potássio em Sorgo**



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Potássio -----**



### **Deficiência de Potássio em Maracujá**



## ***Mobilidade / Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Cálcio -----**

- . **Muito Pouco Móvel**
- . **Folhas mais novas → coloração amarelada seguida de necrose ao longo das bordas a qual pode avançar entre as nervuras na direção do centro, As pontas das folhas deixam de crescer. Diminui o pegamento da florada. As raízes são mal desenvolvidas. Necrose em partes novas das plantas e frutos (podridão).**  
**Causas:** acidez, excesso de potássio. Seca.



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Cálcio**





## **Sintomas Visuais de Deficiências**

**Cálcio** -----



**Deficiência de Cálcio em Alface**



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

**Cálcio** -----



**Deficiência de Cálcio em Tomate**



## ***Sintomas Visuais de Deficiências***

**Cálcio** -----



**Deficiência de Cálcio em Cana**



## ***Mobilidade / Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Magnésio -----**

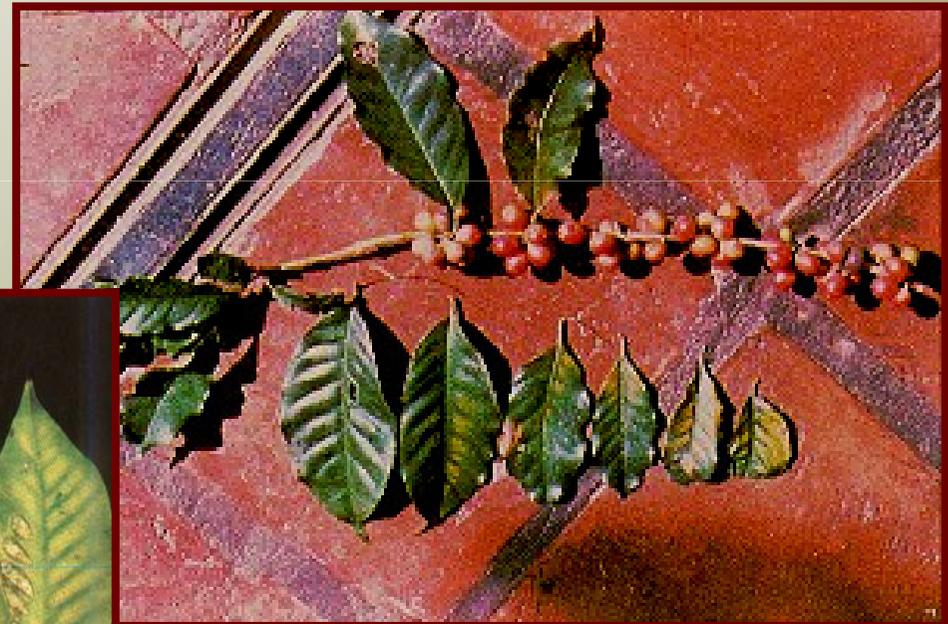
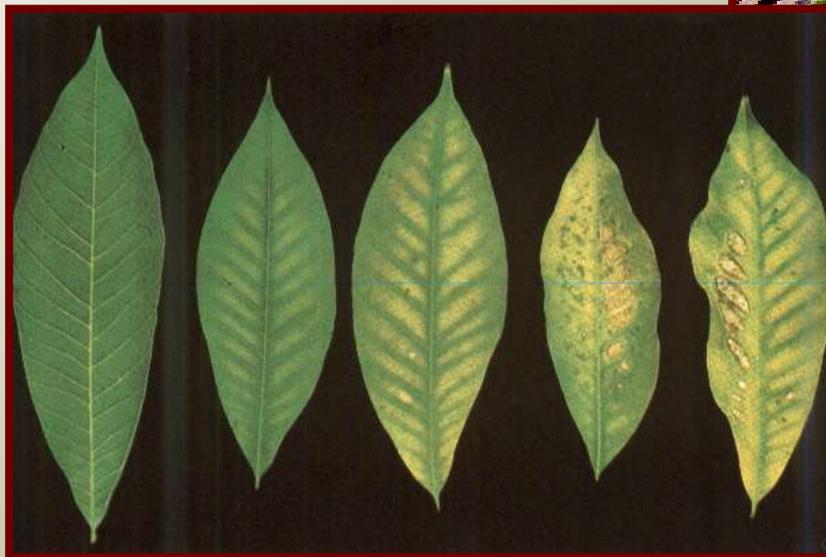
. Móvel na Planta

- . Clorose internerval nas folhas mais velhas, nervuras ficam mais verdes e o espaço entre elas torna-se mais amarelado, avermelhado ou pardacento. Segue o encurvamento das margens das folhas e desfolhamento. **Causas:** acidez, excesso de potássio.



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Magnésio** -----





## ***Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Magnésio** -----



### **Deficiência de Magnésio em Algodão**



## ***Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Magnésio**

---



### **Deficiência de Magnésio em Maracujá**



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Magnésio** -----



**Deficiência de Magnésio em Milho**



## ***Mobilidade / Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Enxofre -----**

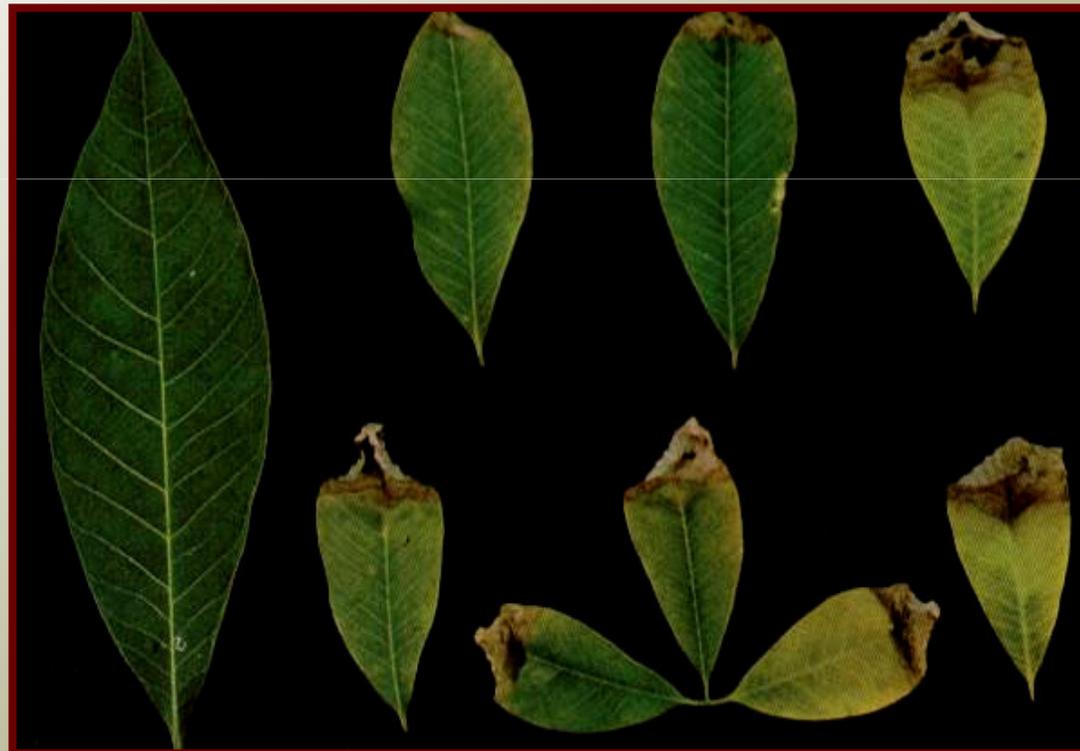
. Pouco Móvel na Planta

- . **Clorose** que pode tornar-se generalizada, diferindo do **nitrogênio** por ocorrer nas **folhas mais novas**. A **folha** fica de **tamanho reduzido**. Depois desenvolve-se um **chamuscamento da ponta** e o **retorcimento** da mesma. **Causas:** falta do elemento no solo ou na adubação, solos pobres em matéria orgânica e ácidos.



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

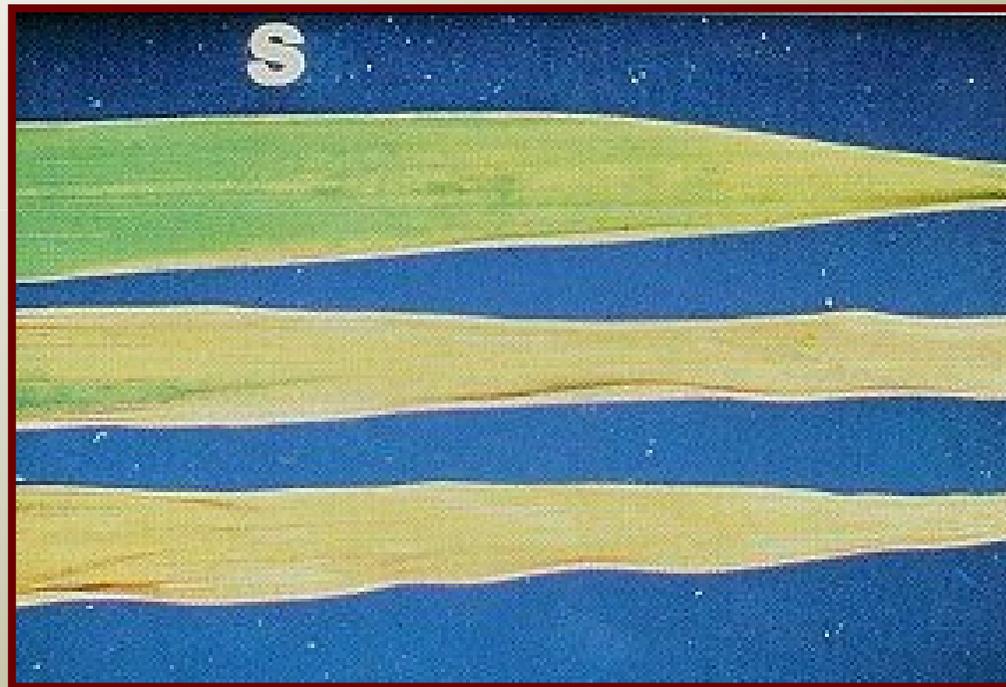
**Enxofre** -----





## **Sintomas Visuais de Deficiências**

**Enxofre** -----



**Deficiência de Enxofre em Arroz**



## ***Mobilidade / Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Boro** -----

. Pouco Móvel na Planta

. Folhas de tamanho reduzido e de formas anormais. Há superbrotamento. Os internódios encurtam.

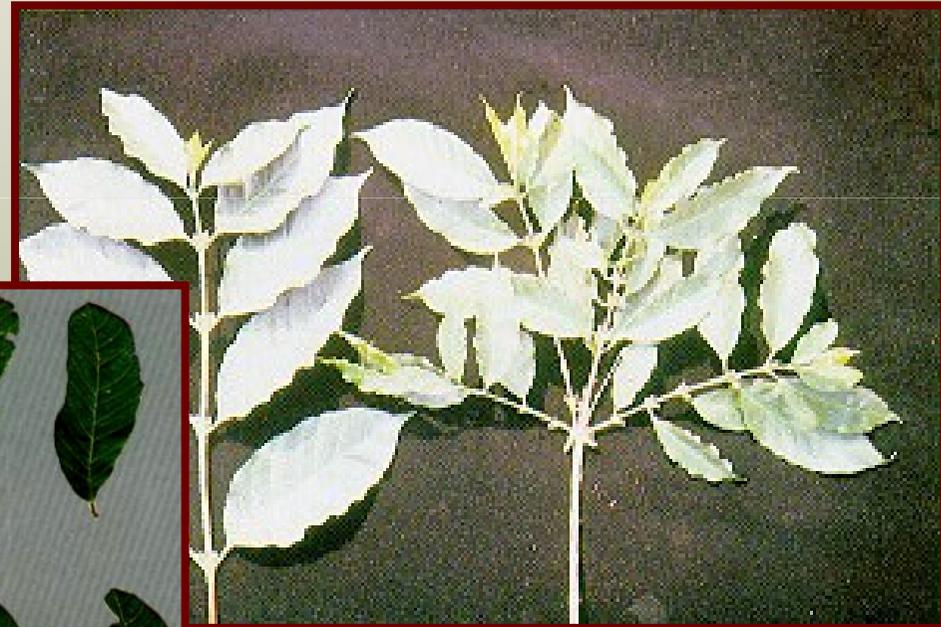
**Causas:** falta do elemento no solo ou na adubação, solos pobres em matéria orgânica, acidez ou calagem em excesso, muita chuva ou muita seca e muito **N** na adubação.



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Boro**

---





## ***Sintomas Visuais de Deficiências***

**Boro** -----



**Deficiência de Boro em Eucalipto**



## ***Mobilidade / Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Cobre** -----

- . Pouco Móvel na Planta
- . Folhas mais novas → Nervuras secundárias ficam salientes - "costelas". Em plantas novas as folhas podem se encurvar para baixo a partir da base, dificultando o caule de manter-se ereto. Necrose castanho muito pálido nos bordos que se espalha pelo limbo. Causas: falta do elemento no solo ou na adubação, muita matéria orgânica e muita chuva, calagem excessiva.



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

**Cobre** -----





## ***Mobilidade / Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Ferro** -----

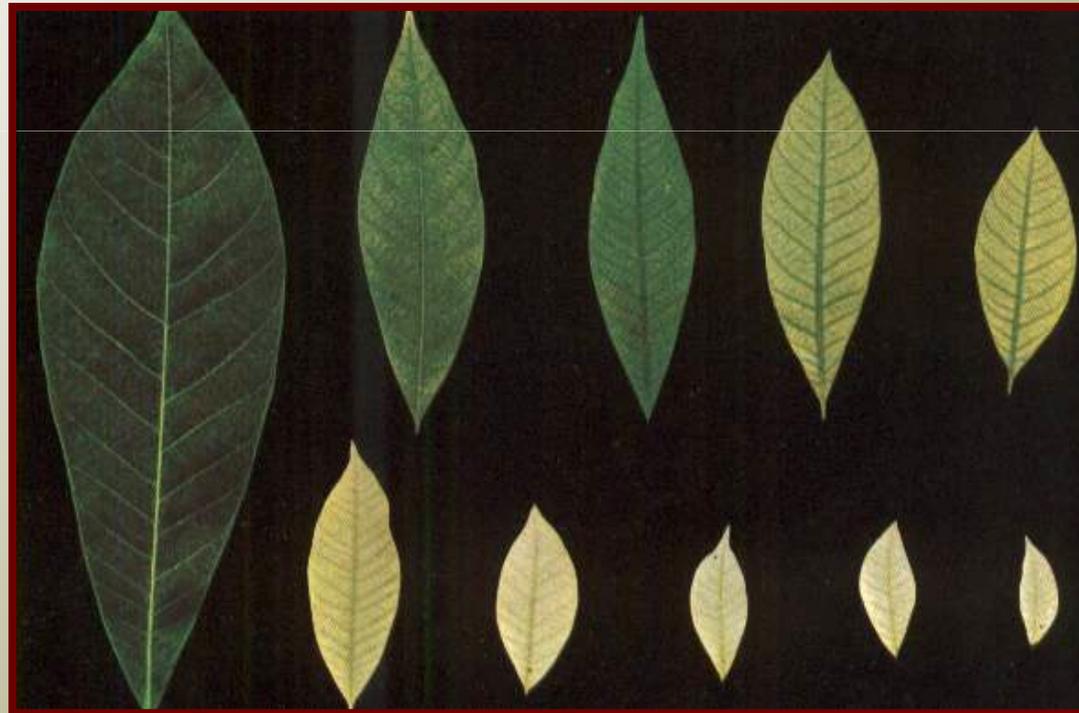
. Pouco Móvel na Planta

- . **Clorose foliar generalizada (amarelo-pálido), semelhante a de manganês. Considerável redução no tamanho da folha.**



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

**Ferro** -----





## ***Mobilidade / Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Manganês** -----

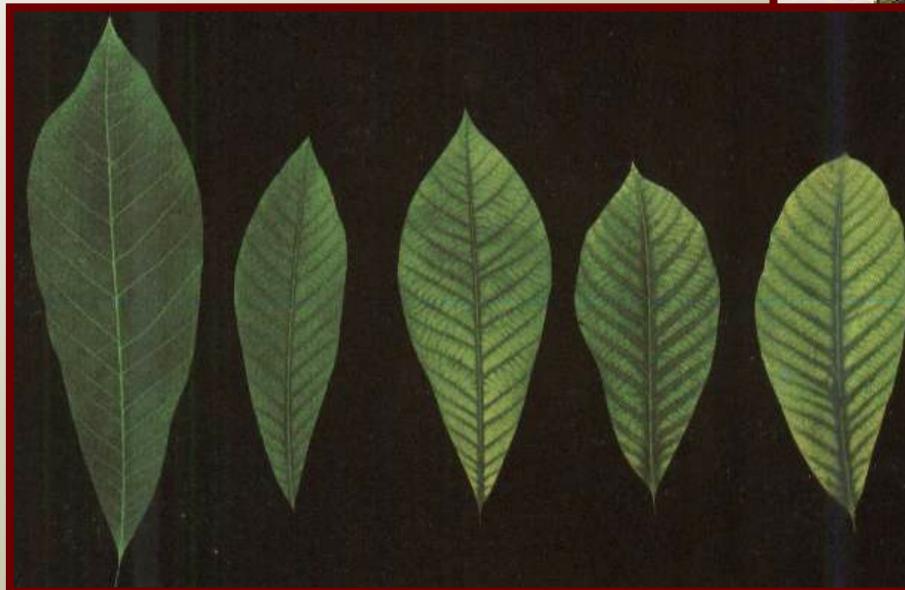
**. Pouco Móvel na Planta**

- . Deformação nas sementes. Pontuações cinzas-esverdeadas e clorose internerval das folhas novas. Causas: muita matéria orgânica, solos muito arejados, calagem excessiva.**



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

### **Manganês** -----





## ***Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Manganês** -----



### **Deficiência de Manganês em Arroz**



## ***Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Manganês** -----



**Deficiência de Manganês em Milho**

## ***Sintomas Visuais de Deficiências***

**Manganês** -----



**Deficiência de Manganês em Sorgo**



## ***Mobilidade / Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Molibdênio -----**

- . Móvel na Planta
- . Folhas mais velhas aparecem manchas amareladas e depois pardas entre as nervuras e/ou nas bordas e pontas da folha ocorre um chamuscamento castanho muito claro iniciando pelo ápice. Com o tempo, essas folhas se enrolam para baixo ao longo da nervura principal e os bordos opostos chegam a se tocar. A principal causa de deficiência é a acidez do solo



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

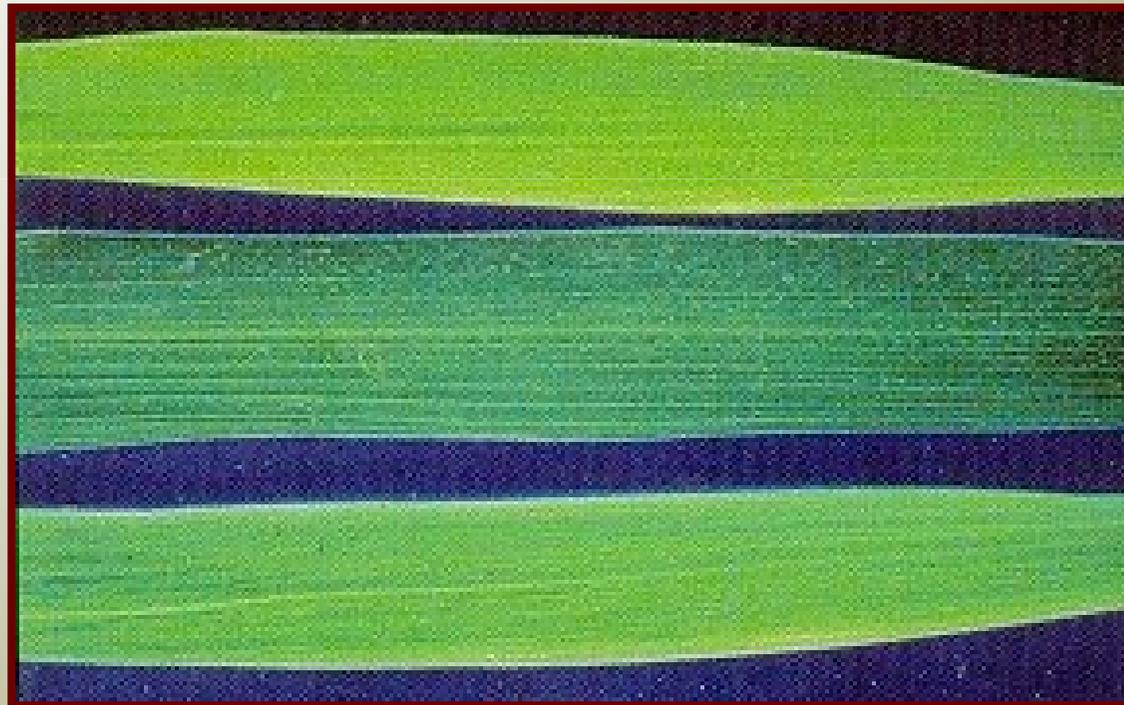
### **Molibdênio** -----





## ***Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Molibdênio** -----



**Deficiência de Molibdênio em Milho**



## ***Mobilidade / Sintomas Visuais de Deficiências***

### **Zinco -----**

**. Pouco Móvel na Planta**

**. Os internódios vão encurtando da base do ramo para a ponta e as folhinhas estreitas e amareladas ficam cada vez mais perto umas das outras. As laminas foliares ficam reduzidas na largura. Pode haver morte dos ponteiros e superbrotamento. Menor pegamento da florada. Frutos menores. Causas: falta do elemento no solo ou na adubação, calagem excessiva, muito fósforo, muita luz.**



## **Sintomas Visuais de Deficiências**

**Zinco** -----



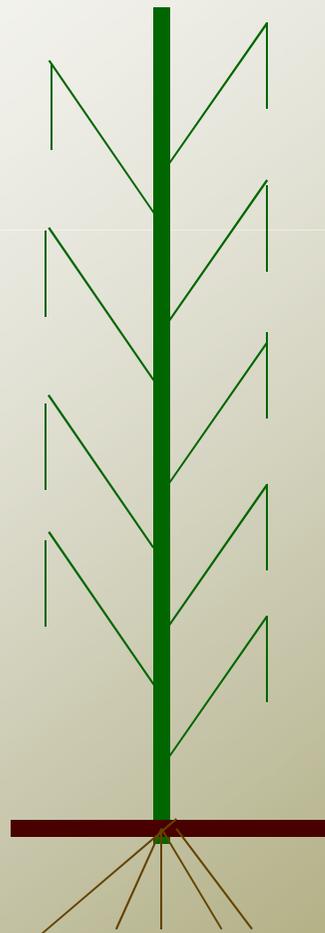
**Sintomas Visuais de Deficiências**

**Zinco** -----



**Deficiência de Zinco em Sorgo**

**Mobilidade x Região das Plantas de Ocorrência de Sintomas de Deficiência**



**Folhas Novas**

**Pouco Móveis na Planta.**

**Ca, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn.**

**Folhas Velhas**

**Móveis na Planta.**

**N, P, K, Mg, Mo.**



## ***Avaliando a Aprendizagem***

### **Trabalho em Grupo -----**

**Identifique os seguintes sintomas visuais de deficiências nutricionais em plantas.**



## ***Avaliando a Aprendizagem***

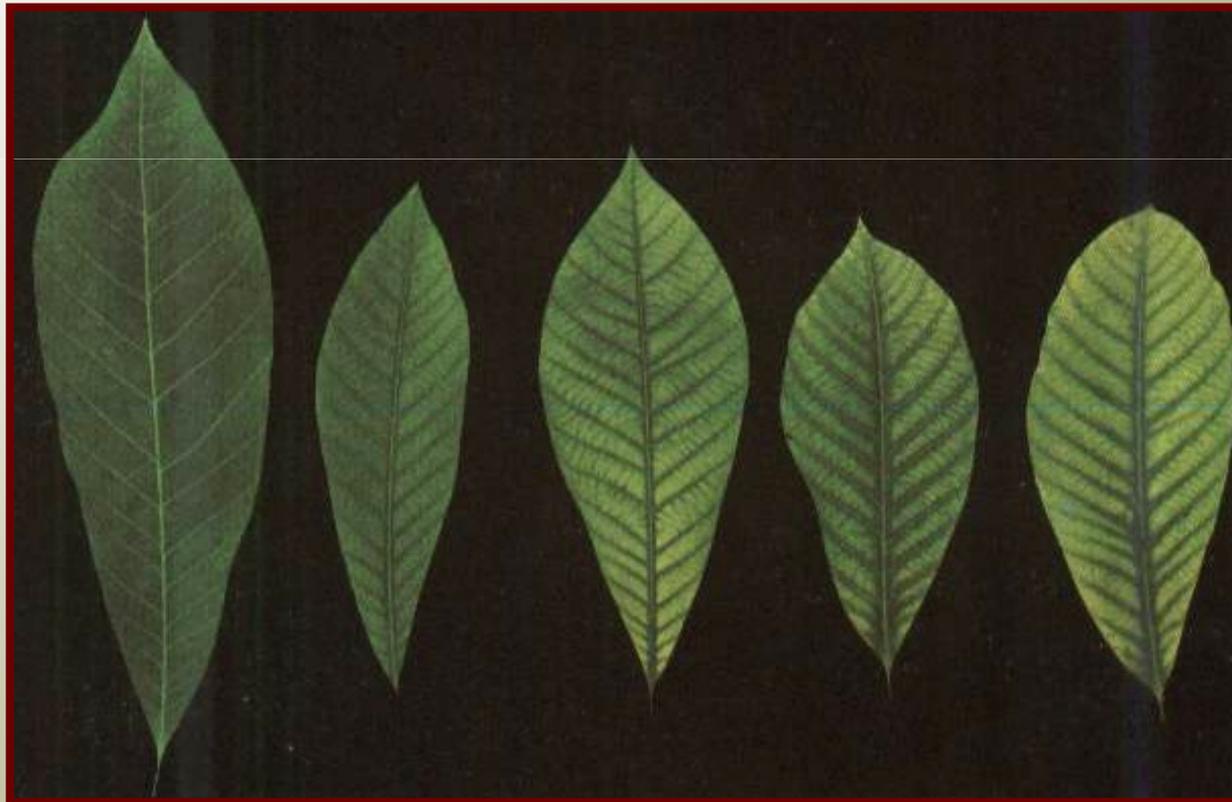
**Foto 01** -----





## ***Avaliando a Aprendizagem***

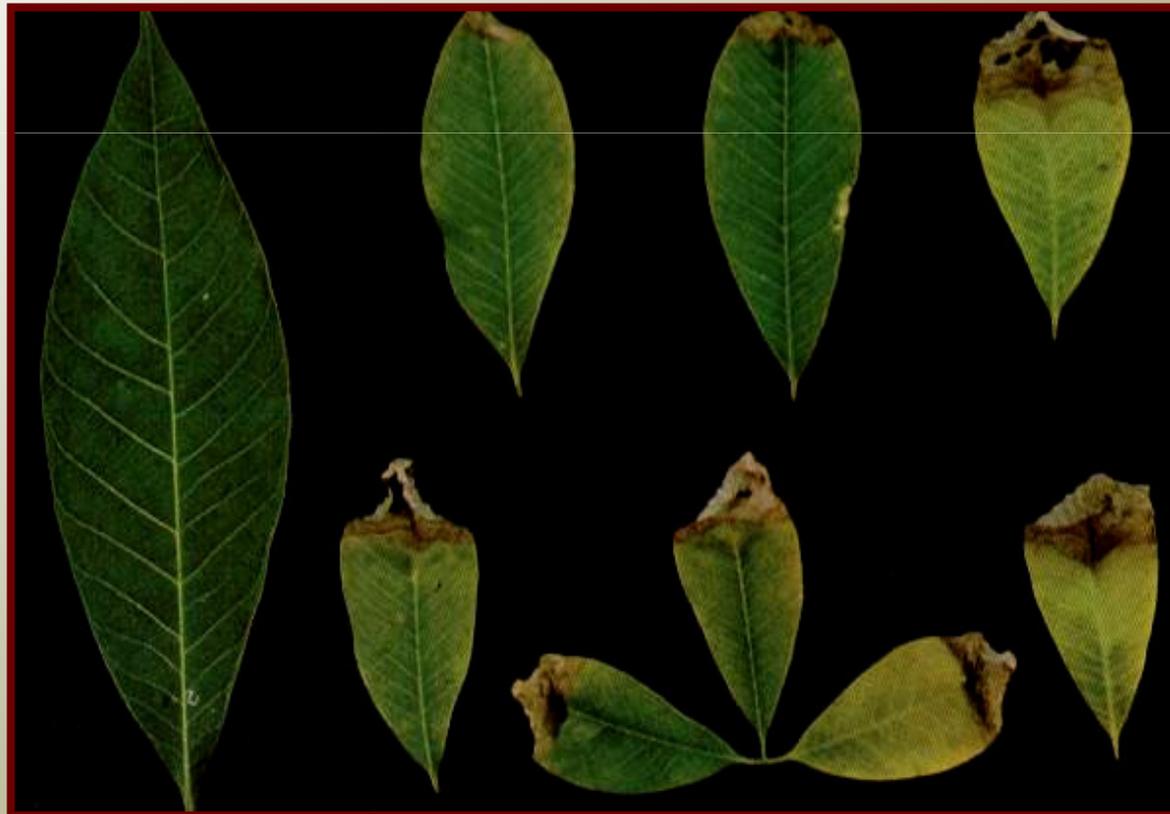
**Foto 02** -----





## ***Avaliando a Aprendizagem***

**Foto 03** -----





## ***Avaliando a Aprendizagem***

**Foto 04** -----





## ***Avaliando a Aprendizagem***

**Foto 05** -----





## ***Avaliando a Aprendizagem***

**Foto 06** -----





## ***Avaliando a Aprendizagem***

**Foto 07** -----





## ***Avaliando a Aprendizagem***

**Foto 08** -----





## ***Avaliando a Aprendizagem***

**Foto 09** -----



***Avaliando a Aprendizagem***

**Foto 10** -----



***Avaliando a Aprendizagem***

**Foto 11** -----



Obrigado Pela Atenção...

Ribamar Silva