

**Universidade Federal do Vale do São Francisco**  
**Colegiado de Engenharia Agrônômica**

# **Interpretação de Análises de Solo e Recomendação de Adubação**



**Instrutores:**

Prof.Dr.Augusto Miguel N. Lima (UNIVASF)

Prof. Dr. Ítalo Herbert L. Cavalcante (UNIVASF)

# Introdução

- **MANGUEIRA**

- REGIÕES TROPICAIS E SUB-TROPICAIS
- TOLERA SOLOS BAIXA FERTILIDADE
- GRANDE CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO
- PRODUZ MELHOR EM SOLOS MAIS FÉRTEIS

# Introdução

## Fatores que afetam a produtividade da mangueira:

**Função:** clima, solo, planta, manejo e da incidência de pragas e doenças

**Clima e Solo:** Determinam o potencial agrícola da região

**Fertilidade do solo**

- Tem que fornecer nutrientes
- Podem ser pobres/ricos em nutrientes
- Solos ricos podem empobrecer

# Introdução

## FERTILIDADE DO SOLO

CULTURAS

VANTAGENS

DESVANTAGENS

### SOLO NOVO<sup>1</sup>

PERENES

MENOR NECESSIDADE  
DE  
NUTRIENTES

ALGUMA  
RESTRICÇÃO AO  
DESENVOLVIMENTO  
DO SISTEMA  
RADICULAR

### SOLO VELHO<sup>1</sup>

PERENES

SISTEMA RADICULAR  
MAIS BEM DESENVOL-  
VIDO (melhor aproveita-  
mento de água e nutrientes)

POBREZA EM NUTRIENTES  
E MAIOR CUSTO DE PRO-  
DUÇÃO

Fonte: Resende et al. (1995)

<sup>1</sup> mesmo material de origem

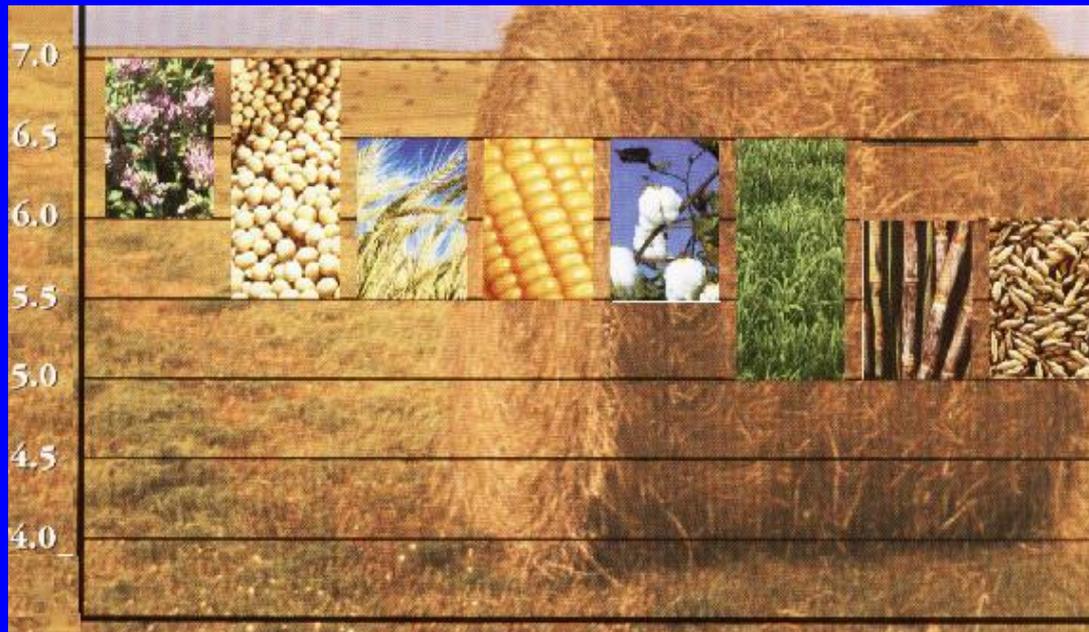
# Introdução

## Solos Férteis:

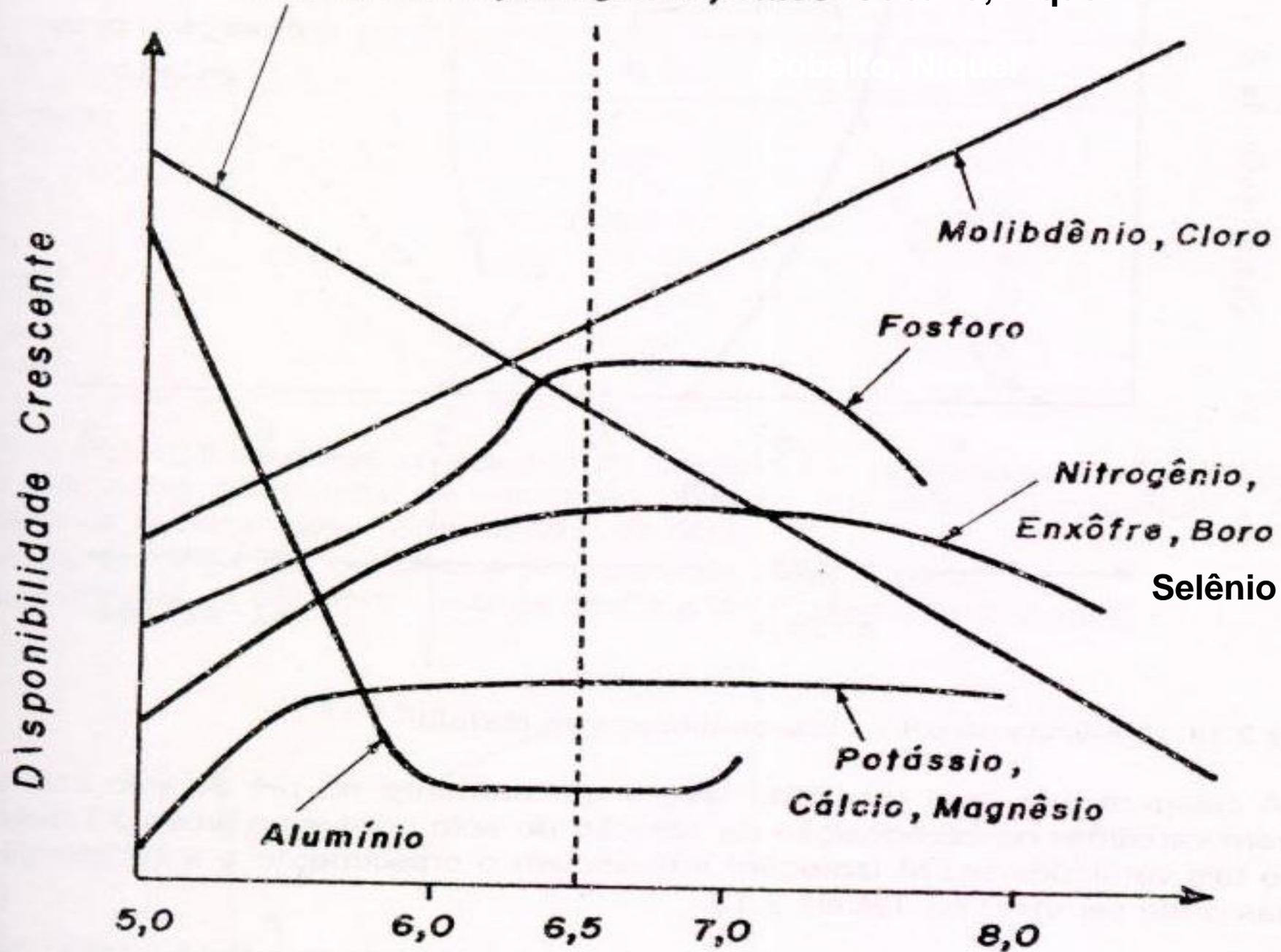
Baixa acidez, alto teor de Mat. Orgânica, pouco arenosos,  
Tem altos teores nutrientes e baixos teores de el. tóxicos

## Acidez do Solo

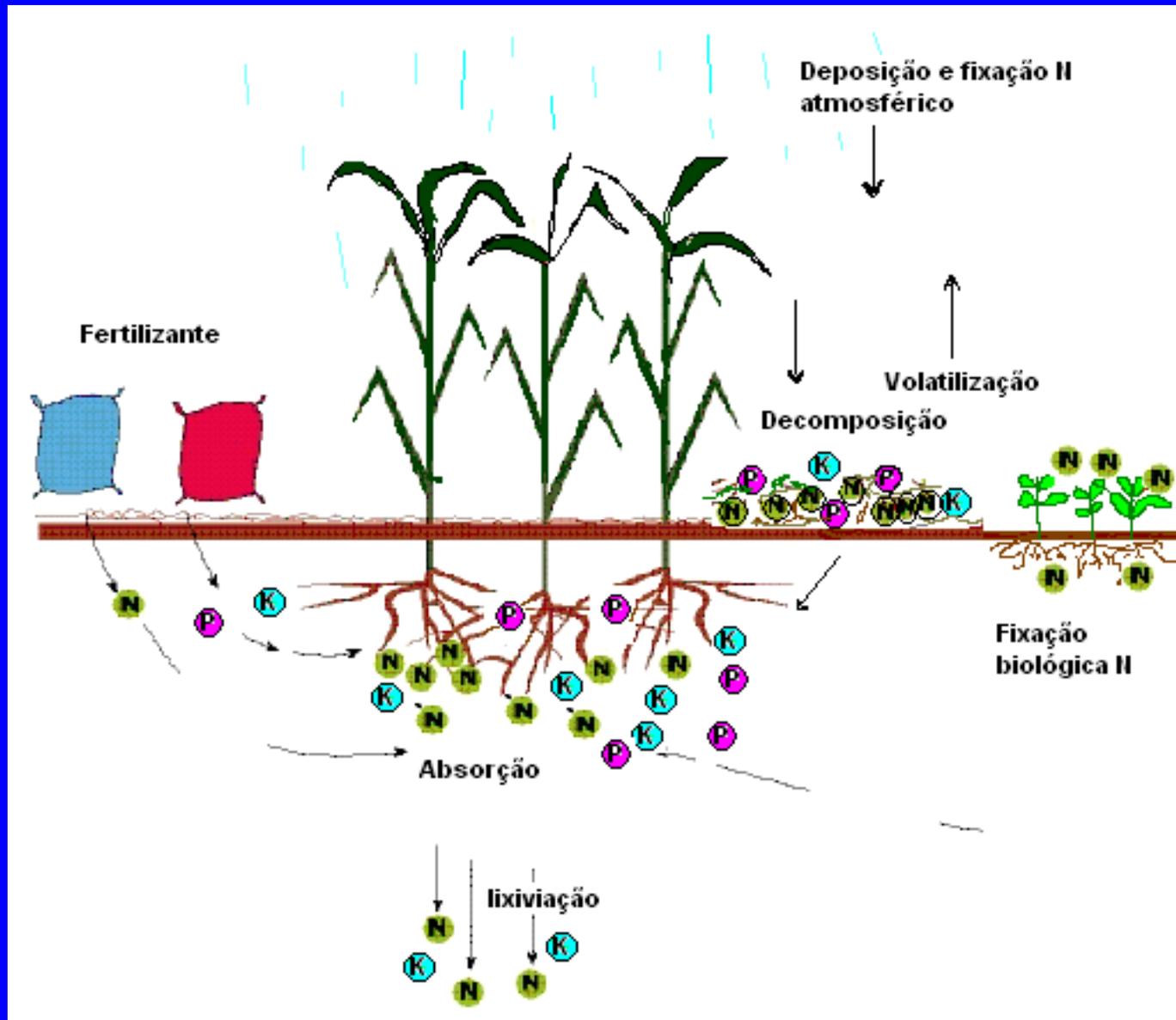
Plantas diferem quanto à tolerância à acidez do solo



Ferro, Cobre, Manganês, Zinco Cobalto, Níquel



# Ciclo dos nutrientes no complexo solo-planta-atmosfera



# Exigências nutricionais

MANGUEIRA → cultura perene

→ Medir nutrientes exportados na produção é fácil

→ Avaliar a necessidade de nutrientes para o crescimento é difícil

**DEMANDA** → informações correção da acidez e adubação tem aumentado

A NUTRIÇÃO → Afeta produtividade  
→ Qualidade do fruto  
→ Conservação pós colheita  
→ Moléstias

# EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELOS FRUTOS



# EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELOS FRUTOS

**Tabela 1.** Exportação de nutrientes por tonelada de frutos frescos, de algumas variedades de mangas, obtidos por diferentes autores.

| Variedades                  | N    | P    | K    | Ca   | Mg   | S    | Mn   | B    | Zn   | Cu   | Fe    | Autores              |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|----------------------|
|                             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |                      |
| Haden                       | 0,86 | 0,17 | 1,84 | 1,17 | 0,52 |      | 23,6 | 2,13 | 5,63 | 8,63 | 3,26  | Laborem-et.al.(1979) |
| Tommy Atkins                | 2,01 | 0,47 | 1,43 | 1,25 | 1,09 |      | 14,3 | 3,62 | 5,30 | 8,00 | 10,12 | idem                 |
| Haden                       | 1,22 | 0,26 | 1,81 | 0,15 | 0,17 | 0,17 | 2,3  | 0,90 | 1,30 | 1,50 | 3,40  | Hiroce-et.al. (1977) |
| Extrema                     | 1,18 | 0,17 | 1,84 | 0,15 | 0,19 | 0,17 | 3,8  | 0,80 | 1,50 | 1,50 | 3,90  | idem                 |
| Carlota                     | 1,45 | 0,18 | 2,30 | 0,15 | 0,17 | 0,17 | 4,3  | 0,80 | 1,50 | 1,50 | 3,40  | idem                 |
| Haden <sup>(1)</sup>        | 1,18 | 0,09 | 1,20 | 0,20 | 0,20 | 0,10 | 2,3  | 1,40 | 5,80 | 4,80 | 6,10  | Haag et al.(1990)    |
| Tommy Atkins <sup>(1)</sup> | 1,09 | 0,12 | 0,91 | 0,25 | 0,24 | 0,12 | 2,8  | 1,80 | 5,40 | 9,00 | 2,20  | idem                 |
| Média                       | 1,28 | 0,21 | 1,62 | 0,47 | 0,37 | 0,15 | 7,6  | 1,63 | 3,77 | 4,99 | 4,60  | -                    |

<sup>(1)</sup>Resultados recalculados a partir dos dados de Haag et al.(1990), considerando-se 82% de umidade nos frutos.  
Fonte: Quaggio (1996).

# EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELOS FRUTOS

**Tabela 2.** Concentração média de macronutrientes na época de colheita, em diferentes partes da planta de mangueiras 'Sensation' com 2, 6 e 18 anos de idade.

| Parte da Planta | N    | P    | K    | Ca   | Mg   |
|-----------------|------|------|------|------|------|
|                 |      |      | %    |      |      |
| Raízes          | 0,49 | 0,12 | 0,56 | 0,43 | 0,19 |
| Casca           | 0,48 | 0,25 | 1,52 | 1,35 | 1,18 |
| Tronco          | 0,34 | 0,10 | 0,49 | 0,21 | 0,11 |
| Brotações novas | 0,64 | 0,17 | 1,38 | 0,87 | 0,10 |
| Folhas maduras  | 1,37 | 0,11 | 0,85 | 1,64 | 0,15 |
| Folhas jovens   | 1,47 | 0,17 | 1,13 | 0,76 | 0,20 |
| Folhas "caídas" | 0,85 | 0,07 | 0,49 | 1,65 | 0,14 |
| Frutos frescos  | 0,48 | 0,06 | 1,13 | 0,10 | 0,09 |
| Caroço          | 0,86 | 0,17 | 0,76 | 0,08 | 0,13 |

# EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELOS FRUTOS

**Tabela 3.** Distribuição porcentual dos macronutrientes, em cada parte da planta em relação à planta toda, de mangueiras 'Sensation' de diferentes idades, na época de colheita.

| Nutriente  | Idade da planta (anos) | Raízes | Casca | Caule | Brotações novas | Folhas | Frutos |
|------------|------------------------|--------|-------|-------|-----------------|--------|--------|
|            |                        |        |       |       |                 |        |        |
| Nitrogênio | 2                      | 13,6   | 6,4   | 6,0   | 4,3             | 45,7   | 24,0   |
|            | 6                      | 8,1    | 3,8   | 14,8  | 8,8             | 51,0   | 13,5   |
|            | 18                     | 11,9   | 5,9   | 21,1  | 13,3            | 34,3   | 13,5   |
| Fósforo    | 2                      | 27,4   | 19,3  | 16,7  | 8,1             | 14,4   | 14,1   |
|            | 6                      | 17,9   | 9,3   | 11,7  | 16,6            | 29,6   | 14,9   |
|            | 18                     | 15,8   | 5,0   | 15,0  | 28,2            | 18,4   | 17,6   |
| Potássio   | 2                      | 18,0   | 17,2  | 8,8   | 6,1             | 19,1   | 30,8   |
|            | 6                      | 9,3    | 13,5  | 7,5   | 17,9            | 31,8   | 20,0   |
|            | 18                     | 10,3   | 13,8  | 12,9  | 24,2            | 18,4   | 20,4   |
| Cálcio     | 2                      | 11,0   | 16,0  | 3,4   | 12,4            | 43,6   | 13,6   |
|            | 6                      | 8,4    | 14,4  | 4,0   | 20,3            | 50,4   | 2,5    |
|            | 18                     | 21,0   | 14,2  | 5,3   | 16,5            | 40,6   | 2,4    |
| Magnésio   | 2                      | 22,5   | 10,4  | 10,6  | 5,2             | 20,0   | 31,3   |
|            | 6                      | 20,9   | 9,8   | 8,0   | 9,9             | 37,4   | 14,0   |
|            | 18                     | 30,2   | 10,5  | 11,5  | 9,5             | 26,6   | 11,7   |

Fonte: Stassen et al. (2000).

# EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELOS FRUTOS

**Tabela 4.** Nutrientes removidos da planta em duas variedades de mangueira com diferentes idades.

| Nutriente | 'Kensington'<br>8 anos <sup>(1)</sup> | Proporção <sup>(2)</sup> | 'Sensation'<br>6 anos <sup>(3)</sup> | Proporção <sup>(2)</sup> | 'Sensation'<br>18 anos <sup>(3)</sup> | Proporção <sup>(2)</sup> |
|-----------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
|           | g/planta                              |                          | g/planta                             |                          | g/planta                              |                          |
| N         | 525                                   | 5,2                      | 250,4                                | 7,5                      | 842,7                                 | 7,5                      |
| P         | 128                                   | 1,3                      | 36,4                                 | 1,1                      | 120,8                                 | 1,1                      |
| K         | 678                                   | 6,8                      | 318,6                                | 9,6                      | 1146,2                                | 10,2                     |
| Ca        | 688                                   | 6,9                      | 172,4                                | 5,2                      | 719,5                                 | 6,4                      |
| Mg        | 100                                   | 1,0                      | 33,2                                 | 1,0                      | 112,9                                 | 1,0                      |

<sup>(1)</sup> Nutrientes removidos por 10 kg de matéria seca (MS) das folhas, 20 kg de MS de galhos e ramos e 30 kg de MS de frutos.

<sup>(2)</sup> Em relação ao nutriente extraído em menor quantidade.

<sup>(3)</sup> Inclui as quantidades de nutrientes fixadas anualmente por brotações novas, folhas e partes permanentes e removidas pela produção de frutos, mas não inclui as perdas ocasionadas por folhas caídas.

Fonte: Catchpoole & Bally (1995) e Stassen et al. (1997), adaptada pelos autores.

# Nutrient removal (1000kg of fruit)

| <u>Nutrient</u> | <u>Amount removed (g)</u> | <u>Fertiliser equivalent</u> |
|-----------------|---------------------------|------------------------------|
| Nitrogen        | 845                       | 1835g urea                   |
| Phosphorus      | 180                       | 2000g superphosphate         |
| Potassium       | 1285                      | 9555g potassium sulfate      |
| Calcium         | 1150                      | 6210g gypsum                 |
| Magnesium       | 240                       | 500g granomag                |
| Boron           | 2.0                       | 10g solubor                  |
| Zinc            | 2.0                       | 5g zinc sulphate             |
| Iron            | 6.0                       | 30g iron sulphate            |

# **EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELOS FRUTOS**

**Ca: 3º nutriente mais extraído pelo fruto de manga (Haag et al., 1990; Estrada et al., 1996).**

**Huett & Dirou (2000):**

**Extração K= 22,5; N=16,5; Ca=3 kg ha<sup>-1</sup>;  
(produção de 15 t ha<sup>-1</sup>).**

# EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELOS FRUTOS

## Considerando:

- » Solos baixa fertilidade
- » Produtividade
- » Perdas
- » Eficiência dos fertilizantes

**→ Reposição de nutrientes deve ser bem maior**

# **Fertilidade do solo – Perda de nutriente:**

- **Remoção pelo fruto**
- **Lixiviação**
- **Volatilização**
- **Poda**

**Altamente complexo!!!!**

# Perda de nutriente

- N: 30 - 50% (lixiviação e volatilização)
- P: 50 - 100% (fixação)
- K & Mg: 20 - 30% (lixiviação).
- Ca & S: 5 - 20% (erosão)
- B: Até 60% (lixiviação)

# Eficiência de Absorção de Nutrientes

- Nitrogênio 30-50% (*perdas em condições quente e úmida*)
- Fósforo 40% (*muito menor em alguns tipos de solo*)
- Potássio 60%
- Cálcio 80%
- Magnésio 70%
- Enxofre 80%

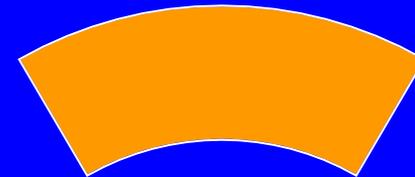
# AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DE ADUBAÇÃO

## MANGUEIRA:

- **Planta perene**

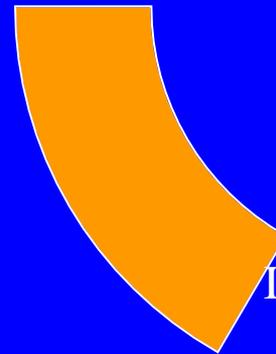


FORMAÇÃO  
MUDA



FORMAÇÃO  
PLANTA

- **Passa por diversas fases durante o ciclo**

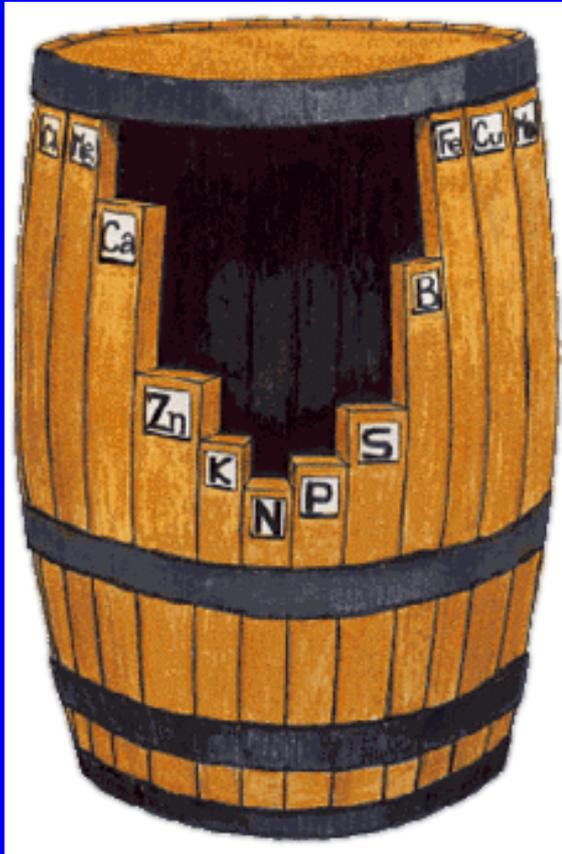


IMPORTANTE  
FASE  
PRODUÇÃO



# Procedimentos para avaliar a necessidade de adubação

Produção é limitada pelo nutriente em menor disponibilidade (Liebig)



- Análise do Solo
- Observar sintomas nas plantas
- Análise foliar
- Expectativa produtiv.

## Quando?

Nutrientes são importantes para a formação do sistema radicular e estabelecimento da planta.

# Procedimentos para avaliar a necessidade de adubação

## *ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO*

- formação das mudas
- instalação e formação do pomar
- monitoramento da fertilidade
- adubação fase Produtiva

## *EXPERIMENTAÇÃO*

- Indispensável em nível regional para determinar a adubação
- Poucos experimentos

# Avaliação da fertilidade do solo

## *Etapas:*

- ▶ *Amostragem*
- ▶ *Métodos de análises e técnicas de diagnósticos dos resultados*
- ▶ *Modelo de interpretação*
- ▶ *Recomendação de fertilizantes e corretivos*

# Amostragem do solo

- ▶ *Impossibilidade de se avaliar todos indivíduos de uma população*
- ▶ *O valor médio é igual ao valor real mais o erro (amostragem + analítico);*

$$\bar{Y} = \mu + E$$

$$E = E_{am} + E_{an}$$

$$E_{am} \gg \gg \gg \gg E_{an}$$

# Amostragem do solo

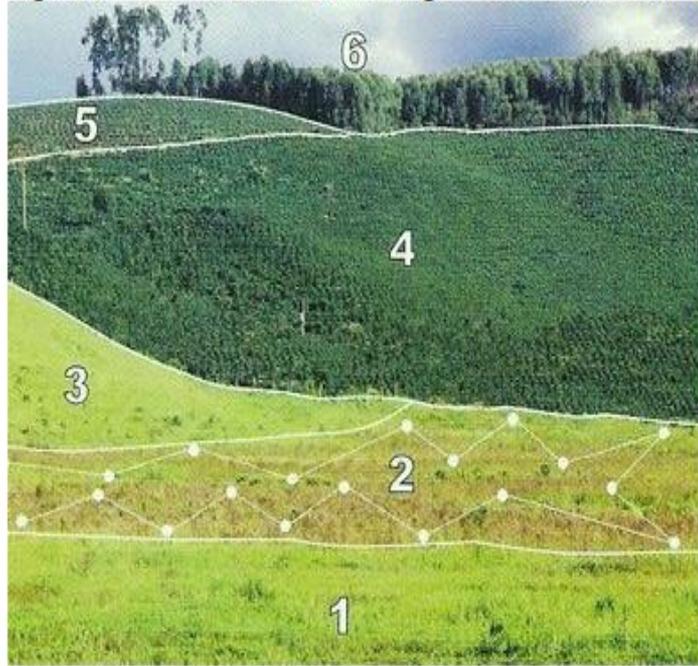
- ▶ *A exatidão será maior quanto maior for a homogeneidade do solo*
- ▶ *Separação da área em glebas (macrovariações)*
- ▶ *Limitar a gleba a no máximo 10 ha (facilita a distribuição uniforme dos pontos de coletas)*

# Amostragem do solo

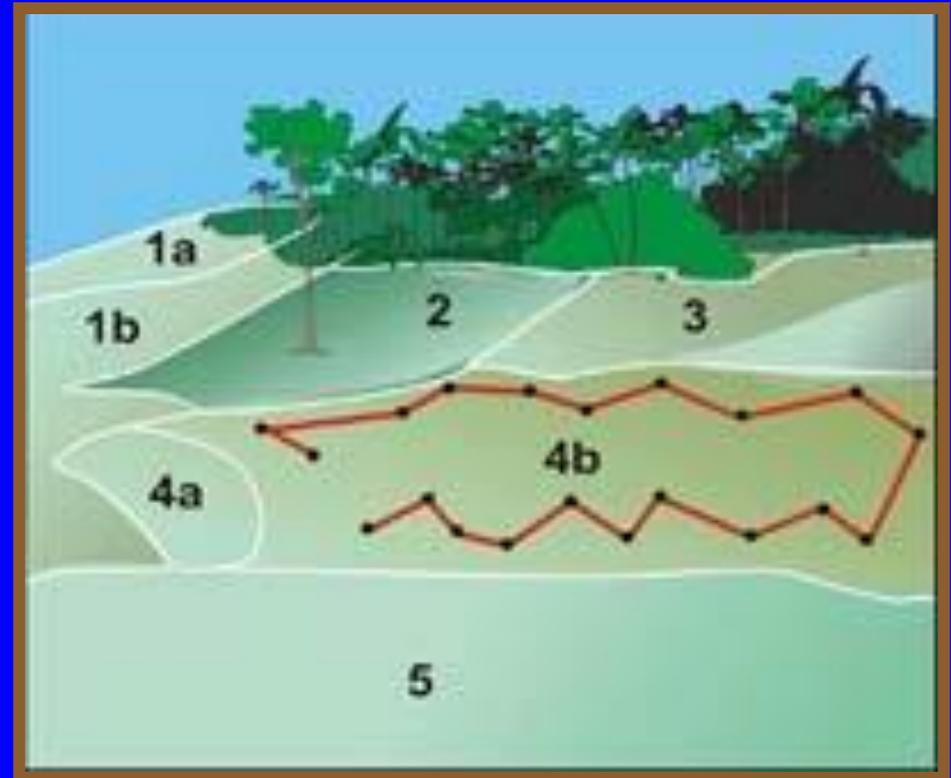


# Amostragem do solo

Figura 1 - Subdivisão da área em glebas ou talhões homogêneos



Fonte: De Muner et al., 2002



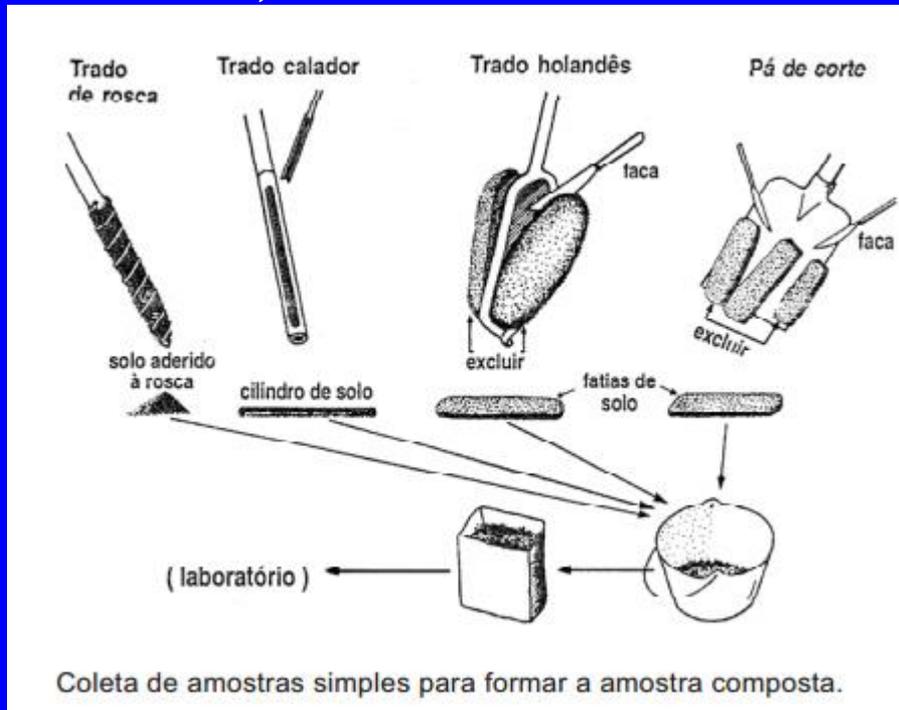
# Amostragem do solo

LIMPEZA DA SUPERFÍCIE DO SOLO, EVITANDO RETIRAR A CAMADA SUPERFICIAL DO SOLO.



# Amostragem do solo

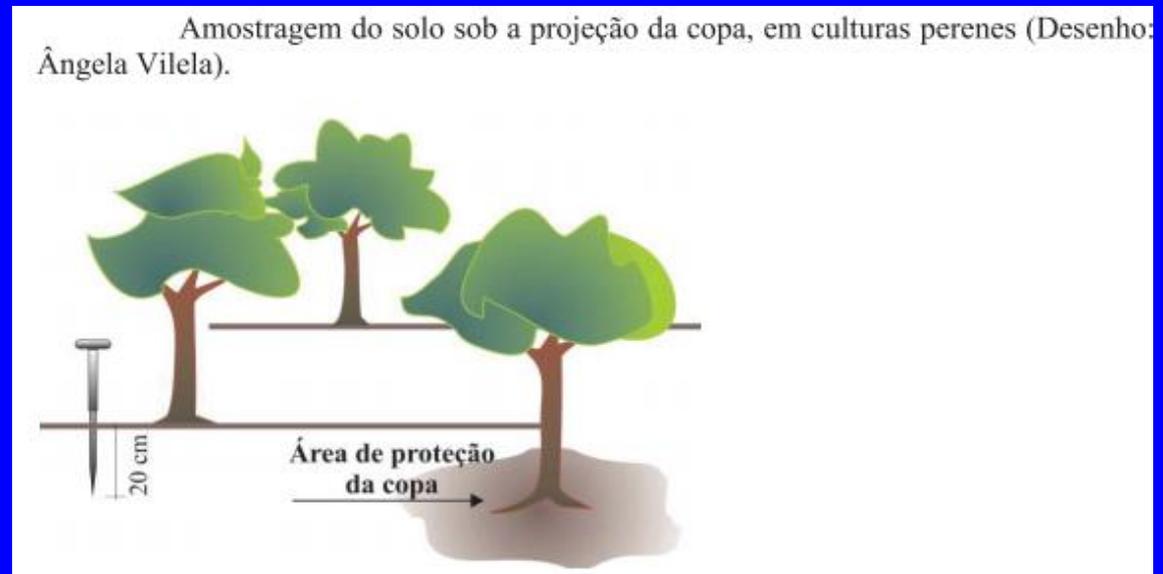
- *Amostras simples devem ter o mesmo volume;*



- *Profundidade de amostragem: Mangueira (0-20, 20-40 e 40-60 cm- Ca, Al, Sais, Na) – amostra composta por camada.*

# Amostragem do solo

- *Caminhamento em zigue-zague – evitar formigueiro, fezes, cupim, locais de queimadas (20 amostras simples – 1 composta por camada);*



**Pomar com irrigação localizada:** [raízes] = bulbo molhado = Local de amostragem

- *Mistura de amostras simples (balde plástico), 300 cm<sup>3</sup> de solo, análise;*

# Amostragem do solo

- *Como está distribuído o sistema radicular das plantas de mangueira???? Região de absorção.*



# Amostragem do solo

AMOSTRA DE SOLO (DE 300 A 500 GRAMAS) COM ETIQUETA  
PARA SER ENVIADA PARA ANÁLISE NO LABORATÓRIO

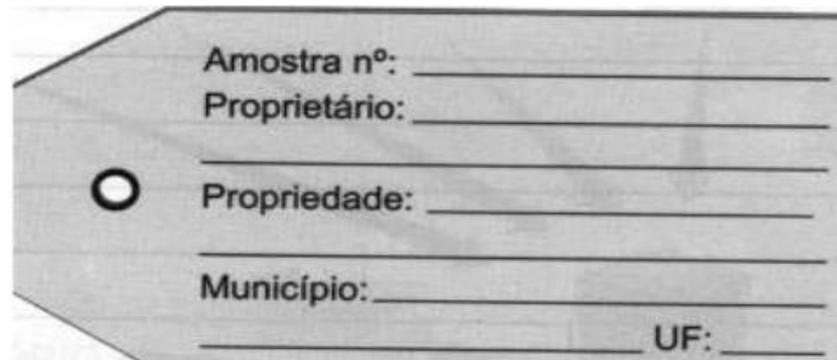


# Amostragem do solo

EXEMPLO DE ETIQUETA COMPLETA DE EMBALAGENS DE AMOSTRAS DE SOLO ENCAMINHADAS PARA ANÁLISE.

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| AO DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA AGRÍCOLA<br>SCA/UFPR – ANÁLISE DE SOLOS |                                |
| Nome do solicitante: _____  | Data: ___/___/___              |
| Município: _____  | Estado: _____                  |
| Nome da propriedade: _____  |                                |
| Tamanho da gleba amostrada: _____   | n.º da gleba: _____            |
| Profundidade de coleta: _____ cm  | n.º de amostras simples: _____ |
| Observações: _____  |                                |
| _____   |                                |

Identificar a amostra o local, histórico da área, tipo de solo e etc.



Amostra n.º: \_\_\_\_\_  
Proprietário: \_\_\_\_\_  
Propriedade: \_\_\_\_\_  
Município: \_\_\_\_\_ UF: \_\_\_\_\_

Modelo da etiqueta para identificar cada amostra

# Amostragem do solo

Amostra nº. \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Identificação da amostra: \_\_\_\_\_

Nome do Produtor: \_\_\_\_\_

Nome da Propriedade: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Município: \_\_\_\_\_ UF: \_\_\_\_\_ CEP: \_\_\_\_\_

Remetente: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Município: \_\_\_\_\_ UF: \_\_\_\_\_ CEP: \_\_\_\_\_

Cultura a ser adubada: \_\_\_\_\_

Área a ser amostrada (em ha): \_\_\_\_\_

Vegetação original: ( ) campo ( ) cerrado ( ) mata

Topografia da área amostrada: ( ) baixada ( ) meia encosta

( ) chapada ( ) mal drenada ( ) bem drenada

Há quanto tempo a área vem sendo usada: \_\_\_\_\_ anos

Cultivo anterior: \_\_\_\_\_

Foi adubada? ( ) sim ( ) não Quantidade: \_\_\_\_\_ t/ha

Outras informações que julgar importante: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

Figura 3. Ficha que deve acompanhar cada amostra

# Amostragem do solo

*No Laboratório:*

| Identificação de Amostra para Análise de Solo      |                             |                          |                  |                          |                |
|--|-----------------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|----------------|
| Proprietário:                                      | _____                       |                          |                  |                          |                |
| Propriedade:                                       | _____                       |                          |                  |                          |                |
| Endereço:  | _____                       |                          |                  |                          |                |
| CEP:   | Município:                  | Estado:                  |                  |                          |                |
| _____  | _____                       | _____                    |                  |                          |                |
| Identificação da amostra:                          | Data da coleta: __/__/__    |                          |                  |                          |                |
| _____  | _____                       |                          |                  |                          |                |
| Profundidade da coleta (cm):                       | Cultura(s) existente: _____ |                          |                  |                          |                |
| _____  | _____                       |                          |                  |                          |                |
| Observações:                                       | _____                       |                          |                  |                          |                |
| _____  | _____                       |                          |                  |                          |                |
| _____  | _____                       |                          |                  |                          |                |
| _____  | _____                       |                          |                  |                          |                |
| Análise(s) a ser(em) efetuada(s). Marque com um X: |                             |                          |                  |                          |                |
| <input type="checkbox"/>                           | Fertilidade                 | <input type="checkbox"/> | Matéria orgânica | <input type="checkbox"/> | Microelementos |
| <input type="checkbox"/>                           | Granulometria-textura       | <input type="checkbox"/> | Outras           |                          |                |

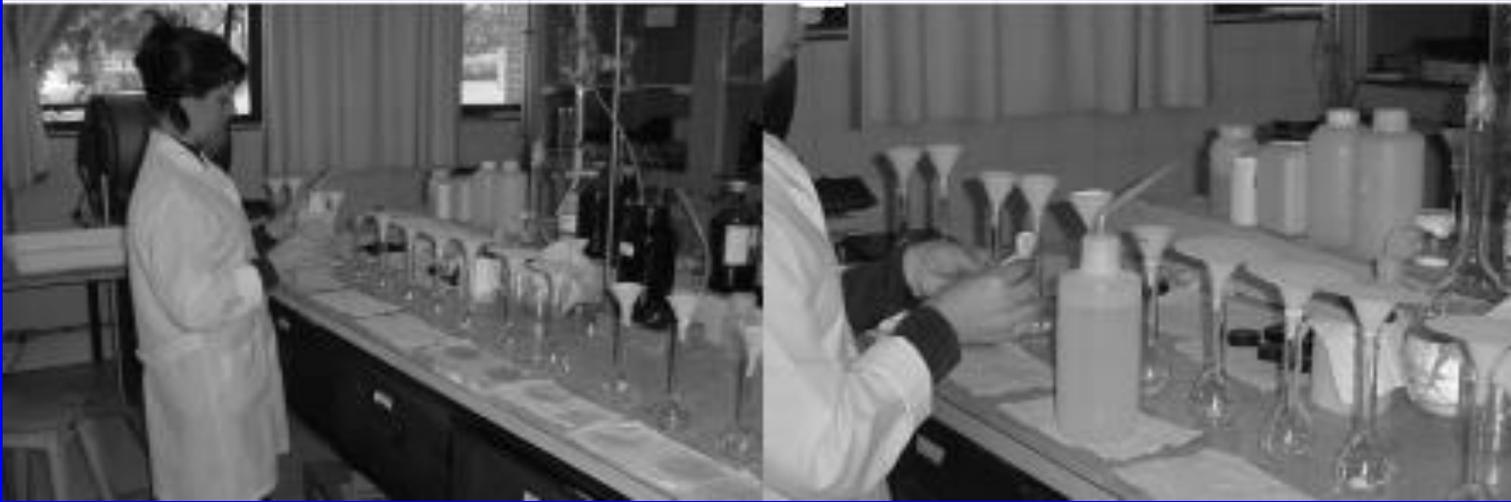
# Métodos de análises e Técnica de diagnósticos dos resultados

**Quadro 5.** Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo utilizados pelos laboratórios integrantes dos programas de controle de qualidade da análise química de solo no País

| Característica                      | PEP-IAC <sup>(1)</sup>  | PROFERT <sup>(2)</sup>  | ROLAS <sup>(3)</sup>  | CELA <sup>(4)</sup>  | PAQLF <sup>(5)</sup>  |
|-------------------------------------|---|---|---|--|---|
| pH                                  | CaCl <sub>2</sub> 0,01 mol L <sup>-1</sup><br>(1:2,5)   | H <sub>2</sub> O (1:2,5)  | H <sub>2</sub> O (1:1)  | H <sub>2</sub> O (1:2,5)   | H <sub>2</sub> O (1:2,5)  |
| Al <sup>3+</sup>                    | KCl 1 mol L <sup>-1</sup>   | KCl 1 mol L <sup>-1</sup>   | KCl 1 mol L <sup>-1</sup>   | KCl 1 mol L <sup>-1</sup>  | KCl 1 mol L <sup>-1</sup>   |
| Ca <sup>2+</sup> e Mg <sup>2+</sup> | Resina <sup>(6)</sup>   | KCl 1 mol L <sup>-1</sup>   | KCl 1 mol L <sup>-1</sup>   | KCl 1 mol L <sup>-1</sup>  | KCl 1 mol L <sup>-1</sup>   |
| H + Al                              | SMP <sup>(7)</sup>  | Ca(OAc) 0, 5 mol L <sup>-1</sup><br>pH 7,0 ou SMP   | SMP   | Ca(OAc) 0, 5 mol L <sup>-1</sup><br>pH 7,0                                 | Ca(OAc) 0, 5 mol L <sup>-1</sup><br>pH 7,0 ou SMP   |
| P disponível                        | Resina <sup>(6)</sup>   | Mehlich-1   | Mehlich-1   | Mehlich-1  | Mehlich-1   |
| K disponível e Na <sup>+</sup>      | Resina <sup>(6)</sup>   | Mehlich-1   | Mehlich-1   | Mehlich-1  | Mehlich-1   |
| S disponível                        | Ca (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>500 mg L <sup>-1</sup> em H <sub>2</sub> O             | Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>500 mg L <sup>-1</sup> em HOAc                          | Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>500 mg L <sup>-1</sup>              | Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>500 mg L <sup>-1</sup> | Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub><br>500 mg L <sup>-1</sup>                                  |
| Fe, Mn, Cu e Zn disponíveis         | DTPA <sup>(8)</sup>   | Mehlich-1   | Mehlich-1   | Mehlich-1  | Mehlich-1   |
| B disponível                        | Água quente   | Água quente   | Água quente   | Água quente  | Água quente   |
| Matéria orgânica                    | C oxidável por<br>Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> dosagem<br>titulométrica ou<br>colorimétrica | C oxidável por<br>Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> dosagem<br>titulométrica ou<br>colorimétrica | C oxidável por<br>Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> dosagem<br>colorimétrica | Matéria orgânica por<br>incineração  | C oxidável por<br>Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> dosagem<br>titulométrica ou<br>colorimétrica |

<sup>(1)</sup> Programa de Ensaio de Proficiência do Instituto Agrônomo de Campinas, SP. <sup>(2)</sup> Programa Interlaboratorial de Controle de Qualidade de Análise de Solos de Minas Gerais. <sup>(3)</sup> Programa da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo e de Tecido Vegetal dos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. <sup>(4)</sup> Programa da Comissão Estadual de Laboratórios de Análises Agronômicas do Estado do Paraná. <sup>(5)</sup> Programa de Análise de Qualidade de Laboratórios de Fertilidade da Embrapa. <sup>(6)</sup> Utilizam-se resina mista (catiônica + aniônica). <sup>(7)</sup> Solução mista de cloreto de cálcio, cromato de potássio, acetato de cálcio e trietanolamina, com pH tamponado em 7,5. <sup>(8)</sup> Ácido dietilenotriaminopentaacético.

## *No Laboratório: Análise de solo*



*Interpretação de  
análise de solo  
(Agrônomo)*

INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE E RECOMENDAÇÃO DE  
ADUBAÇÃO, CALAGEM, E CONSERVAÇÃO DO SOLO.



# Modelo de interpretação de análises de solo para mangueira

- *Fundamenta na comparação dos teores dos nutrientes e resultados de análises químicas com classes de disponibilidade relacionada com a produção relativa das culturas;*
- *Classes de disponibilidade: muito baixa, baixa, média, e alta – relacionam com produção relativa 50, 50-70, 70-90 e 90-100%;*

# Níveis adequados no solo para manga

| Element              | Optimum Soil Level    |
|----------------------|-----------------------|
| pH                   | 5.5 – 7               |
| Organic Carbon       | 1-3 %                 |
| Conductivity         | < 0.2 dmS             |
| Nitrogen             | <10                   |
| Phosphorus (Colwell) | 60 - 80               |
| Potassium            | 0.25 – 0.4 meg/100 g  |
| Sulphur              | > 12 mg/kg            |
| Sodium               | <1.0 meg/100 g        |
| Chlorine             | <250 mg/kg            |
| Calcium              | 3 - 5 meg/100 g       |
| Magnesium            | 0.75 – 1.25 meg/100 g |
| Copper               | 0.3 – 10 mg/kg        |
| Zinc                 | 2 – 15 mg/kg          |
| Manganese            | 4 – 50 mg/kg          |
| Iron                 | 4 - 100 mg/kg         |
| Boron                | 1 - 2 mg/kg           |
| Cation Exchange      | ~5                    |
| % Sodium             | < 1%                  |
| % Potassium          | 5 %                   |
| % Calcium            | 65 – 80%              |
| % Magnesium          | 15 -20 %              |

# % de saturação de elementos ideal para mangueira (na CTC)

- Cálcio 65-80%
- Magnésio 15-20%
- Potássio <10% (cerca 5% é bom)
- Sódio <1%
- Alumínio <1%

# Modelo de interpretação de análises de solo para mangueira

**Tabela 6.** Limites de interpretação para níveis de potássio, cálcio, magnésio e fósforo para a mangueira cultivada no Submédio São Francisco.

| Nível       | K <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup>                   | Mg <sup>2+</sup> | P Mehlich-1        |
|-------------|----------------|------------------------------------|------------------|--------------------|
|             |                | cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> |                  | mg/dm <sup>3</sup> |
| Muito baixo | < 0,08         |                                    |                  | < 6                |
| Baixo       | 0,08-0,15      | < 2,0                              | < 0,8            | 6-10               |
| Médio       | 0,16-0,30      | 2,0-4,0                            | 0,8-1,5          | 11-20              |
| Alto        | 0,31-0,45      | > 4,0                              | > 1,5            | 21-40              |
| Muito alto  | > 0,45         |                                    |                  | > 40               |

# Calagem

## POMARES DE MANGUEIRAS MELHORADAS

- **Calagem** – obrigatória : aumentar a produção  
melhorar a qualidade frutos
- Corrigir acidez
- fornecer Ca e Mg
- diminuir concentrações tóxicas de Al e Mn
- aumentar disponibilidade de Mo
- melhorar propriedades físicas e biológicas solo
- aplicação lanço em área total - incorporar com antecedência
- Necessidade calagem → depende do critério utilizado

# Calagem

## → Calcários

Dar preferência aos dolomíticos

→ Quanto menor a granulometria, mais rápida é a reação no solo.

Quanto mais fino o calcário - a reação é mais rápida, porém tem menor efeito residual.

## Época de aplicação

→ Em qualquer época do ano, mas preferencialmente 3 meses antes do plantio, com o solo úmido (logo após a colheita).

# Calagem

$$a) \quad NC = T (V_2 - V_1)/100$$

Onde:

NC = necessidade de calagem

T = CTC a pH 7,0

$V_1$  = saturação de bases atual do solo

$V_2$  = saturação de bases desejada para a cultura (80% para a mangueira).

$$b) \quad NC = [3 - (Ca^{2+} + Mg^{2+})] + 2 \times Al^{3+}$$

Onde:

NC = necessidade de calagem

$Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $Al^{3+}$  = teores de cálcio, magnésio e alumínio determinados pela análise de solo, em  $cmol/dm^3$  de solo.

$$c) \quad NC = 2 \times [2 - (Ca^{2+} + Mg^{2+})] \text{ ou } NC = 2 \times Al^{3+}, \text{ adotando-se o maior valor.}$$

# Calagem

## Modo de aplicação

Distribuição deve ser uniforme, em área total, incorporado o mais profundo possível



# Gesso

- Fonte de Ca e S
- Mais solúvel que o calcário
- Presença do  $\text{SO}_4^-$  faz com que Ca, Mg e K percole
- **Aprofundamento da raiz**

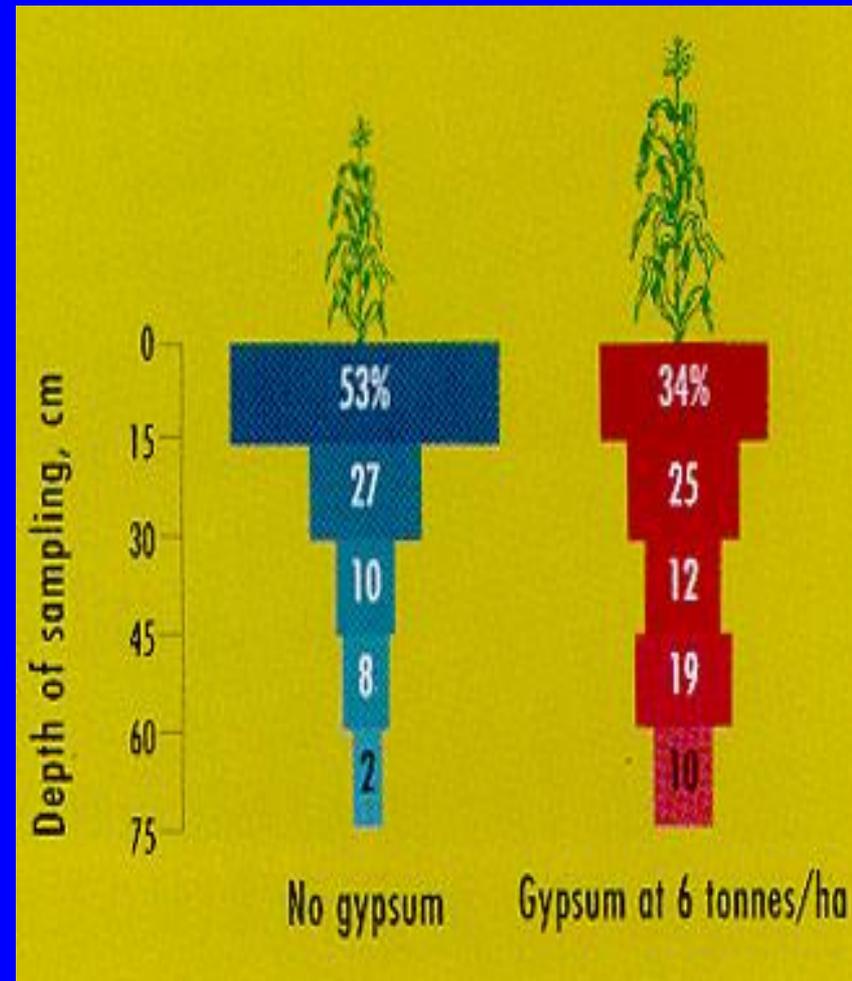
Camada 20 a 80 cm → Al% >20

→ Ca < 5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>

• DG(kg/ha)=7,5 x **argila** (g kg<sup>-1</sup>)

Após a calagem/antes das adubações

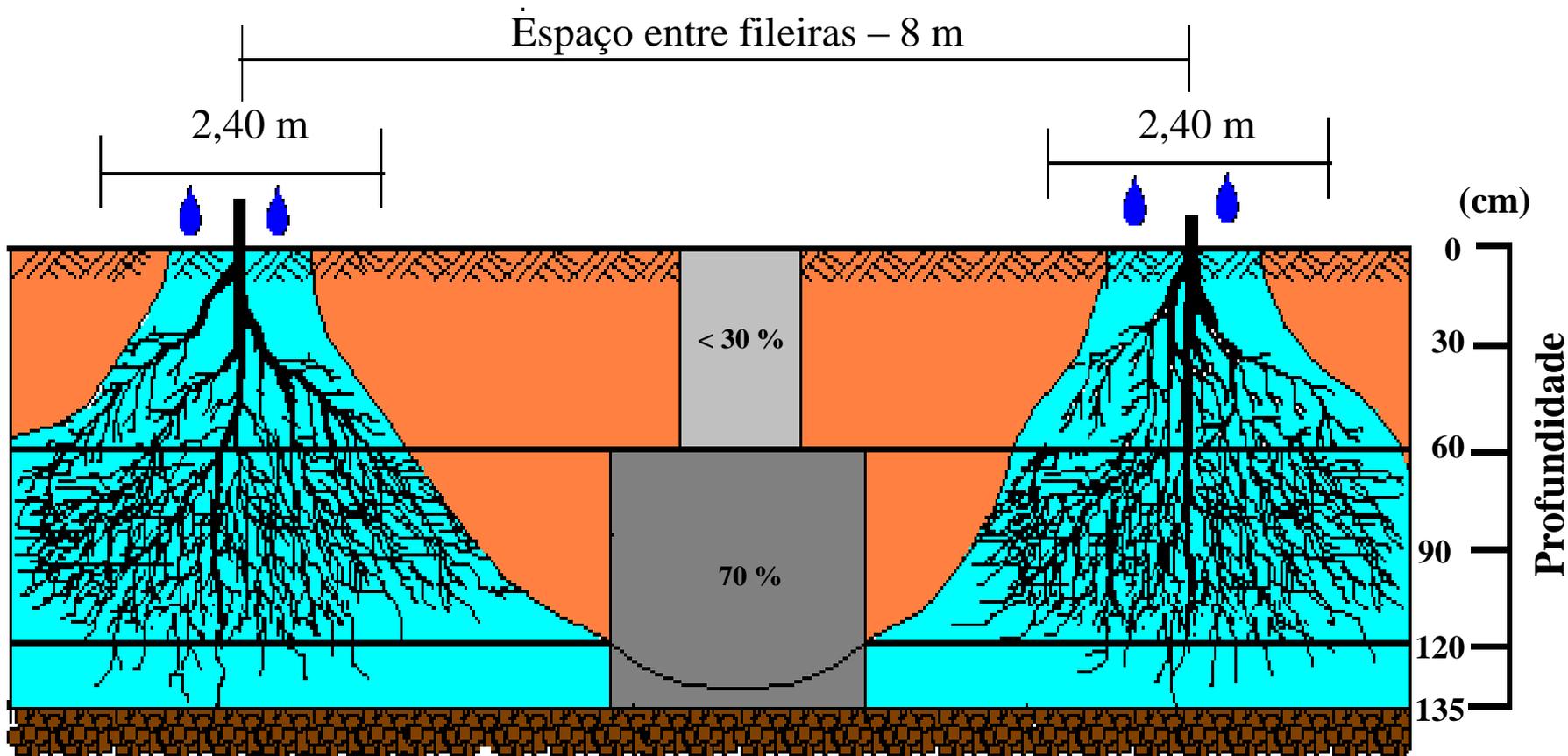
**CUIDADO: LIXIVIAÇÃO DE  
CÁTIONS!!!  
SOLO ARENOSO  
NECESSIDADE DE  
PESQUISAS....**



RECOMENDAÇÃO (calcário marinho): **Lithothamnium**

# Distribuição do Sistema Radicular da Mangueira

## Var. Tommy Atkins - Solo Arenoso - Gotejamento



# ADUBAÇÃO DE PLANTIO

- Existem variações entre as recomendações
- **Recomendação:**
- **NPK** – seguir análise de solo
- Micronutrientes – FTE mais frequente
- 20-30 L/cova esterco (anualmente)

# ADUBAÇÃO DE FORMAÇÃO

- Requer adubação mais equilibrada  
(análise de solo)
- Exigência maior de **N** e **P**



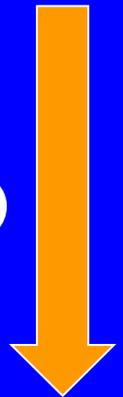
Acelerar período formação  
Uniformizar formação plantas

- Variam → com idade da planta  
→ teores nutrientes no solo

**N:** (parc: 6X/ano argiloso; 12x/ano areno.)

**P:** (parc: 2x no 2º ano)

**K:** parcelado como N



Visa reduzir período que  
antecede a Fase Produção

# Recomendação de Adubação

**Tabela 13.** Quantidades de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$  indicadas para a adubação de plantio e crescimento da mangueira irrigada no Semi-Árido.

| Adubação <sup>1</sup> | N<br>g/cova | P Mehlich-1 (mg dm <sup>-3</sup> )     |       |       |     | K solo (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) |           |           |       |
|-----------------------|-------------|--|-------|-------|-----|--|-----------|-----------|-------|
|                       |             | <10                                    | 10-20 | 21-40 | >40 | <0,16  | 0,16-0,30 | 0,31-0,45 | >0,45 |
|                       |             | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , g/cova |       |       |     | K <sub>2</sub> O, g/cova                     |           |           |       |
| Plantio<br>(meses)    | -           | 250                                    | 150   | 120   | 80  | -  | -         | -         | -     |
| Formação              | 0-12        | 150                                    | -     | -     | -   | 80   | 60        | 40        | 20    |
|                       | 13-24       | 210                                    | 160   | 120   | 80  | 120  | 100       | 80        | 60    |
|                       | 25-30       | 150 <sup>2</sup>                       | -     | -     | -   | 80   | 60        | 40        | 20    |

1. Adicionar como fonte de P o superfosfato simples, ou como de N o sulfato de amônio, com o objetivo de se fornecer S às plantas.
2. Antes de aplicar nitrogênio nesse período, realizar análise foliar, principalmente se for fazer a indução floral entre 30 e 36 meses.

**Alternativamente:** realizar análise de solo a cada seis meses (poda sim, poda não) para ajuste.

# ADUBAÇÃO DE PRODUÇÃO

- **Finalidade** → Repor nutrientes exportados pela colheita
- **Considerar** → **Produtividade esperada = mínimo** reposição de nutrientes
- → **Resultado da análise de solo =** capacidade de retorno econômico da adubação
- **Nitrogênio** → Manejo difícil na mangueira
- → Taxa crescimento – inversamente proporcional à produtividade
- → **Excesso N**; dificuldade de diferenciação floral; muitas folhas e poucos frutos → **alternância produção (grave)**

# Recomendação de Adubação

**Tabela 15.** Quantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O indicadas para a adubação, para produção da mangueira, em função da produtividade e da disponibilidade de nutrientes.

| Produtividade esperada<br>t/ha | N nas folhas (g kg <sup>-1</sup> ) |       |       |     | P Mehlich-1 (mg dm <sup>-3</sup> )   |         |         | K solo (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) |       |             |             |       |
|--------------------------------|------------------------------------|-------|-------|-----|--------------------------------------|---------|---------|--|-------|-------------|-------------|-------|
|                                | <12                                | 12-14 | 14-16 | >16 | <10                                  | 10 - 20 | 21 - 40 | > 40   | <0,16 | 0,16 - 0,30 | 0,31 - 0,45 | >0,45 |
|                                | N, kg/ha                           |       |       |     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , kg/h |         |         | K <sub>2</sub> O, kg/ha                      |       |             |             |       |
| < 10                           | 30                                 | 20    | 10    | 0   | 20                                   | 15      | 8       | 0  | 30    | 20          | 10          | 0     |
| 10 - 15                        | 45                                 | 30    | 15    | 0   | 30                                   | 20      | 10      | 0  | 50    | 30          | 15          | 0     |
| 15 - 20                        | 60                                 | 40    | 20    | 0   | 45                                   | 30      | 15      | 0  | 80    | 40          | 20          | 0     |
| 20 - 30                        | 75                                 | 50    | 25    | 0   | 65                                   | 45      | 20      | 0  | 120   | 60          | 30          | 0     |
| 30 - 40                        | 90                                 | 60    | 30    | 0   | 85                                   | 60      | 30      | 0  | 160   | 80          | 45          | 0     |
| 40 - 50                        | 105                                | 70    | 35    | 0   | 110                                  | 75      | 40      | 0  | 200   | 120         | 60          | 0     |
| > 50                           | 120                                | 80    | 40    | 0   | 150                                  | 100     | 50      | 0  | 250   | 150         | 75          | 0     |

# Recomendação de Adubação

**Tabela 17.** Parcelamento da adubação na fase de produção em cultivos irrigados de regiões Semi-Áridas.

| Período                             | N  | P  | K  |
|-------------------------------------|----|----|----|
|                                     |    |    |    |
| Após a colheita                     | 50 | 60 | 25 |
| Antes da indução                    | -  | -  | 20 |
| Floração                            | -  | 40 | 15 |
| Após pegamento dos frutos           | 30 | -  | 15 |
| 50 dias após o pegamento dos frutos | 20 | -  | 15 |

# Recomendação de Adubação

## Nutrição baseado na fenologia

|    |        |     |        |                 |     |
|----|--------|-----|--------|-----------------|-----|
| N  | 60-70% |     | 20-30% | 5-10% if needed |     |
| Ca |        | 50% |        | 20%             | 30% |
| B  | 20%    |     | 20%    | 40%             | 20% |
| K  | 20%    |     |        | 20%             | 60% |



Flush

Dormancy

Flower

Fruit Development

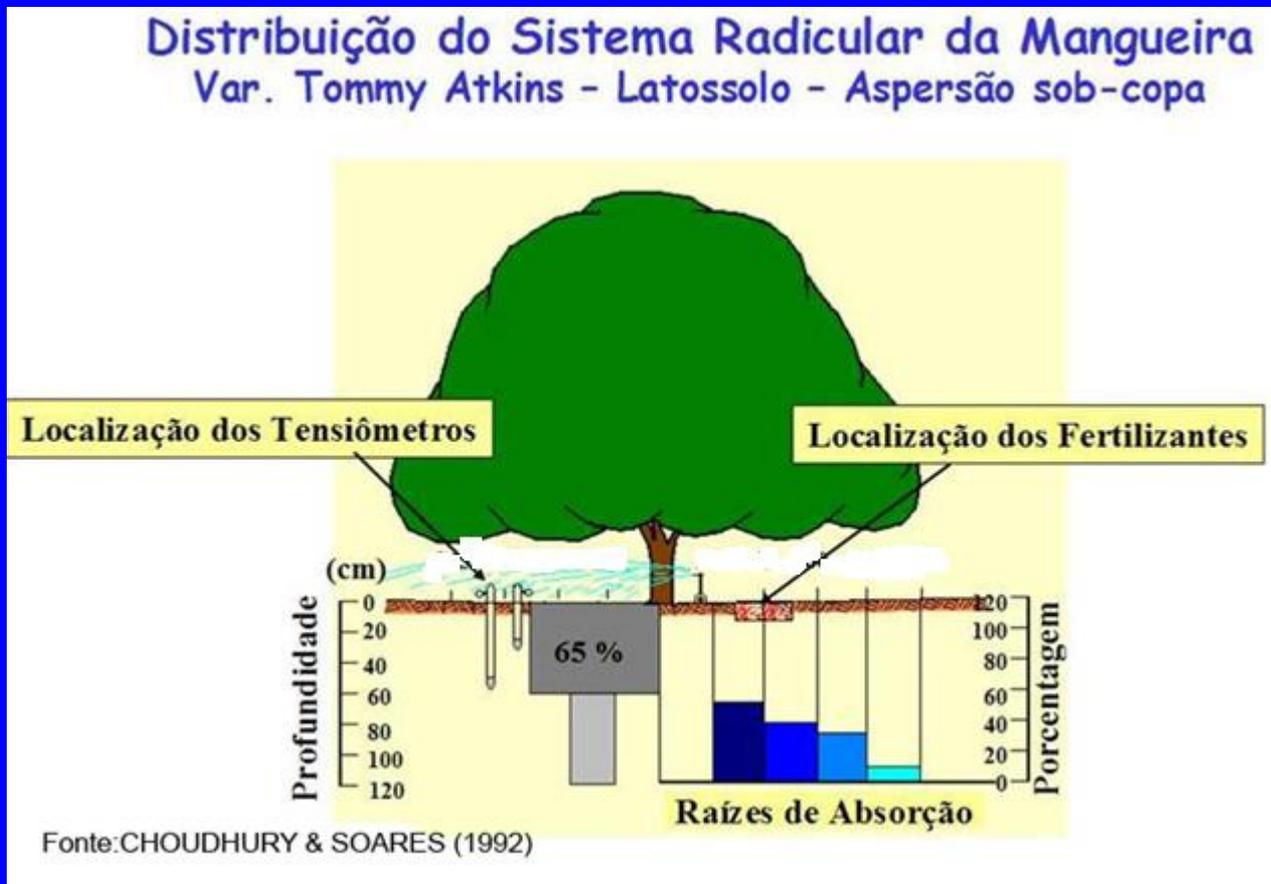
Harvest



# LOCALIZAÇÃO DOS ADUBOS

## Modo geral

→ Ao redor das plantas em faixa circular, conforme recomendação de Choudhry & Soares (1994)



# ADUBAÇÃO ORGÂNICA

- **Mangueira** → Formação e Produção (ácidos orgânicos e derivados de turfas)
  - Melhoria nas propriedades → Químicas  
Físicas  
Biológicas

## Porcentagens de conversão dos nutrientes aplicados, via adubo orgânico, para a forma mineral

| Nutriente | % de conversão do adubo orgânico |        |               |
|-----------|----------------------------------|--------|---------------|
|           | 1º ano                           | 2º ano | Após o 2º ano |
| N         | 50                               | 20     | 30            |
| P         | 60                               | 20     | 20            |
| K         | 100                              | -      | -             |

*Comissão de Fertilidade do Solo do Estado Minas Gerais (1989)*

# ADUBAÇÃO (MICRONUTRIENTES)

- Plantios irrigados (mangueira – Semiárido): Deficiências mais comuns (Zinco e Boro).
- Pereira et al. (1999): 68% dos pomares com deficiência severa de zinco (Vale do Submédio).

**Recomendação:** 25 g/planta de sulfato de zinco a 100 g/planta de fritas (análise foliar e solo).

**Boro** (fritas, bórax, ác. bórico): 10 g/planta a 100 g/planta fritas (análise de solo e foliar – limite deficiência/toxidade muito próximo!!!)

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

- *São utilizados para identificar deficiências, toxidez e desbalanços nutricionais no sistema solo-planta;*
- *Diagnose visual: o aparecimento de sintomas representa o estágio tardio de um processo no qual o crescimento e produção podem sofrer perdas irreversíveis;*
- *O diagnóstico do estado nutricional visa identificar carências e/ou excesso antes que possam manifestar na forma de sintomas – correção antes que cause danos à produtividade;*

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Diagnose Visual

- *Nesse estágio uma expressiva parte da produção das plantas já está comprometida;*
- *Diagnose visual: requer uma análise criteriosa dos fatores bióticos/abióticos: deficiência/excesso de água, variações bruscas de temperaturas, compactação do solo, reações de mistura de produtos fitossanitários, toxidez causadas por herbicidas, ataque de pragas e doenças;*
- *Sintoma se encontra nas folhas jovens ou velhas?*
- *Histórico área - calagem? que adubos utiliza?*
- *Observar aspecto das folhas*

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## *ELEMENTOS ESSENCIAIS*

### *(SINTOMAS VISUAIS)*

#### *NITROGÊNIO* ( $\text{NO}_3^-$ e $\text{NH}_4^+$ )

- Funções: Clorofila, aminoácidos (proteínas).
- Sintomas:
- **Inicial** → . desenvolvimento retardado
- → . crescimento vegetativo pequeno
- → . floração e produção reduzidas
- **Severo** → folhas pequenas e
- → amarelecimento generalizado

#### *FÓSFORO* ( $\text{HPO}_4^{2-}$ e $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ )

- Funções: ATP, fotossíntese, respiração, ácidos nucleicos e proteínas.
- Sintomas:
- → retardamento no crescimento
- → seca das margens da região apical das folhas
- → queda prematura de folhas (púrpura)
- → secamento e morte de ramos
- → queda sensível na produção

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## *ELEMENTOS ESSENCIAIS*

### *(SINTOMAS VISUAIS)*

#### *POTÁSSIO (K<sup>+</sup>)*

- **Funções:** Fotossíntese, potencial osmótico das células, metabolismo de proteínas e carboidratos.
- **Sintomas:**
- **Folhas mais velhas :**
- → pontuações amareladas, distribuição irregular
- → tamanho menor
- → aumento das pontuações amareladas
- → necrose das margens
- → queda das folhas (mortas)

#### *MAGNÉSIO (Mg<sup>2+</sup>)*

- **Funções:** Clorofila, polifosfatos Mg-ATP, ativador de reações enzimáticas, movimento de carboidratos.
- **Sintomas:**
- **Folhas velhas:**
- → Clorose entre as nervuras, Formação de verde escuro na forma de “V” invertido, pela intrusão de uma clorose bonzeada

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## *ELEMENTOS ESSENCIAIS*

### *(SINTOMAS VISUAIS)*

#### *CÁLCIO ( $Ca^{2+}$ )*

- **Funções:** Componente da lamela média, crescimento de meristemas, crescimento radicular, integridade da membrana citoplasmática
- **Sintomas:**
- **Folhas novas :**
- → Pequeno crescimento das raízes (escuras)
- → Folhas jovens e pontos de forma gelatinosa (imóvel, má formação da parede celular)
- → Desordem fisiológica (colapso interno).

#### *ENXOFRE ( $SO_4^{2-}$ )*

- **Funções:** aminoácidos e proteínas, constituinte da clorofila.
- **Sintomas:**
- **Folhas jovens**
  - Lâminas foliares uniformemente amareladas/cloróticas
  - manchas necróticas sobre um fundo verde
- → desfolhamento prematuro

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## *ELEMENTOS ESSENCIAIS*

### *(SINTOMAS VISUAIS)*

#### *ZINCO (Zn<sup>2+</sup>)*

- **Funções:** Cofator enzimático, síntese e conservação de auxinas (crescimento) e hormônios.
- **Sintomas:**
  - crescimento restrito na gema terminal (crescimento na forma de roseta, encurtamento de entrenós),
  - Folhas pequenas, recurvadas, engrossadas e inflexíveis (folhas novas)
  - podem exibir > ou < clorose, com aspecto mosqueado

#### *FERRO (Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>)*

- **Funções:** Ativador de enzimas, catalizador na síntese de clorofila, reações de oxiredução.
- **Sintomas:**
  - clorose típica, com reticulado verde das nervuras e limbo amarelado; Folhas jovens cloróticas, folhas velhas (verde escuro) e clorose internerval (folhas jovens).

#### *MANGANÊS (Mn<sup>2+</sup>)*

**Funções:** Síntese da clorofila, ativação enzimática, fotólise da água (Fotossistema II).

- **Sintomas:**
  - Ampla variedade de manchas cloróticas nas folhas jovens e velhas, clorose entre as nervuras (velhas e jovens), diminuição nos teores de carboidratos.

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## *ELEMENTOS ESSENCIAIS*

### *(SINTOMAS VISUAIS)*

#### **BORO** ( $H_3BO_3$ , $B(OH)_4^-$ ):

- **Funções:** Metabolismo de carboidratos, translocação de açúcares, atua na formação de pectina.
- **Sintomas:**
  - Pobre florescimento e polinização
  - frutos com tamanho reduzido
  - Plantas deficientes: produz inflorescências deformadas

- **COBRE** ( $Cu^{2+}$ ):

- **Funções:** Constituintes de certas enzimas (oxidase do ácido ascórbico, citocromo oxidase e plastocianina), participam de reações de óxidorredução.

- **Sintomas:**

- Plantas jovens: receberam altas doses de N e P.
- Plantas adultas, brotos jovens:
  - . ramos terminais pouco desenvolvidos
  - . perda de folhas
  - . morte dos ponteiros ou
  - . encurvamento dos ramos na forma de “S”

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Diagnose com Base na Análise de Tecidos

- *Caracteriza pela determinação da concentração de um elemento em uma amostra tomada de uma porção particular da planta;*
- *Existe uma relação entre o estado nutricional da planta e a performance da planta (composição foliar e estado nutricional);*
- *Crescimento da planta: potencial genético, luz, água, nutriente – demais fatores constantes – Função apenas do nutriente;*

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

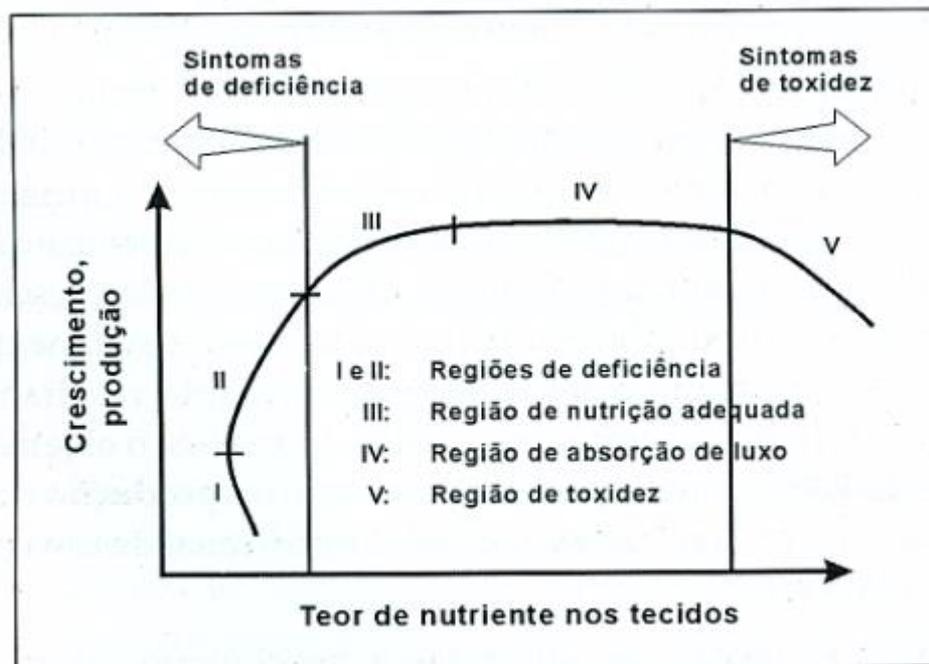


Figura 16. Relação entre crescimento ou produção e teores de nutrientes em tecidos de plantas.

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Diagnose com Base na Análise de Tecidos

- *Análise de solo e Análise de planta – Complementares – Importante para verificar se o programa de adubação está adequado;*
- *Parte da planta: FOLHA (sede do metabolismo);*
- *Uso da diagnose com base na análise de tecido: avaliação do estado nutricional da planta, probabilidade de resposta, equilíbrio nutricional, constatação de deficiência e toxidez, acompanhamento e ajuste do programa de fertilização;*
- *Etapas: obtenção de padrões de referência; normatização de amostragem, preparo das amostras e análise química dos tecidos; interpretação dos resultados;*

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Obtenção de Padrões de Referência (Normas)

- *O sucesso na interpretação de resultados de análises foliares depende da obtenção de padrões de referência (plantas normais);*
- *Plantas normais: plantas que contem em seus tecidos todos os nutrientes em quantidade e proporções adequadas – Lavouras muito produtivas (aspecto visual semelhante);*
- *Plantas cultivadas em condições controladas de nutrição (não sofrendo restrições nutricionais) - Experimentos;*

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Escolha do Tecido

- *Escolha do tecido: sensibilidade da resposta às variações no estado nutricional da planta nesse órgão; estabilidade da composição desse órgão em face outros fatores não nutricionais;*
- *Folhas recém maduras: refletem bem o estado nutricional da planta;*

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Amostragem, Preparo das amostras e Análise do Tecido Vegetal

### Coleta das Amostras

- *Fase muito importante (como para análise do solo) – responsável por 50% da variabilidade dos resultados;*
- *Dividir em talhões homogêneos (não ultrapassar 10 ha) ( idade, variedade e produtividade).*
- *Devem ser realizadas em talhões homogêneos, 80 folhas/talhões (20 plantas), Lenhosa (folhas do terço médio da brotação do ano);*

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Amostragem, Preparo das amostras e Análise do Tecido Vegetal

### Coleta das Amostras

- *Não se deve amostrar folhas sujas de terra, tecidos secos, doentes ou atacados por insetos – evitar amostrar folhas antes da evaporação do orvalho, logo após adubação foliar/solo ou aplicação de defensivo;*

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Coleta das Amostras (Folha diagnose em mangueira)



Coletar folhas do meio do último fluxo de vegetação de ramos com flores na extremidade.

No caso de realizar coleta de folhas antes da florada, deve-se coletar folhas recém maduras do meio do penúltimo fluxo.

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Coleta das Amostras (Folha diagnose em mangueira)

### **POSIÇÃO DA FOLHA NA ÁRVORE:**

→ ALTURA MÉDIA DA COPA (nos quatro pontos cardeais, em ramos normais e recém-maduros)

→ Coletar as folhas na parte mediana do penúltimo fluxo do ramo ou do fluxo terminal, desde que este tenha pelo menos quatro meses de idade

### **REPRESENTATIVIDADE DO POMAR:**

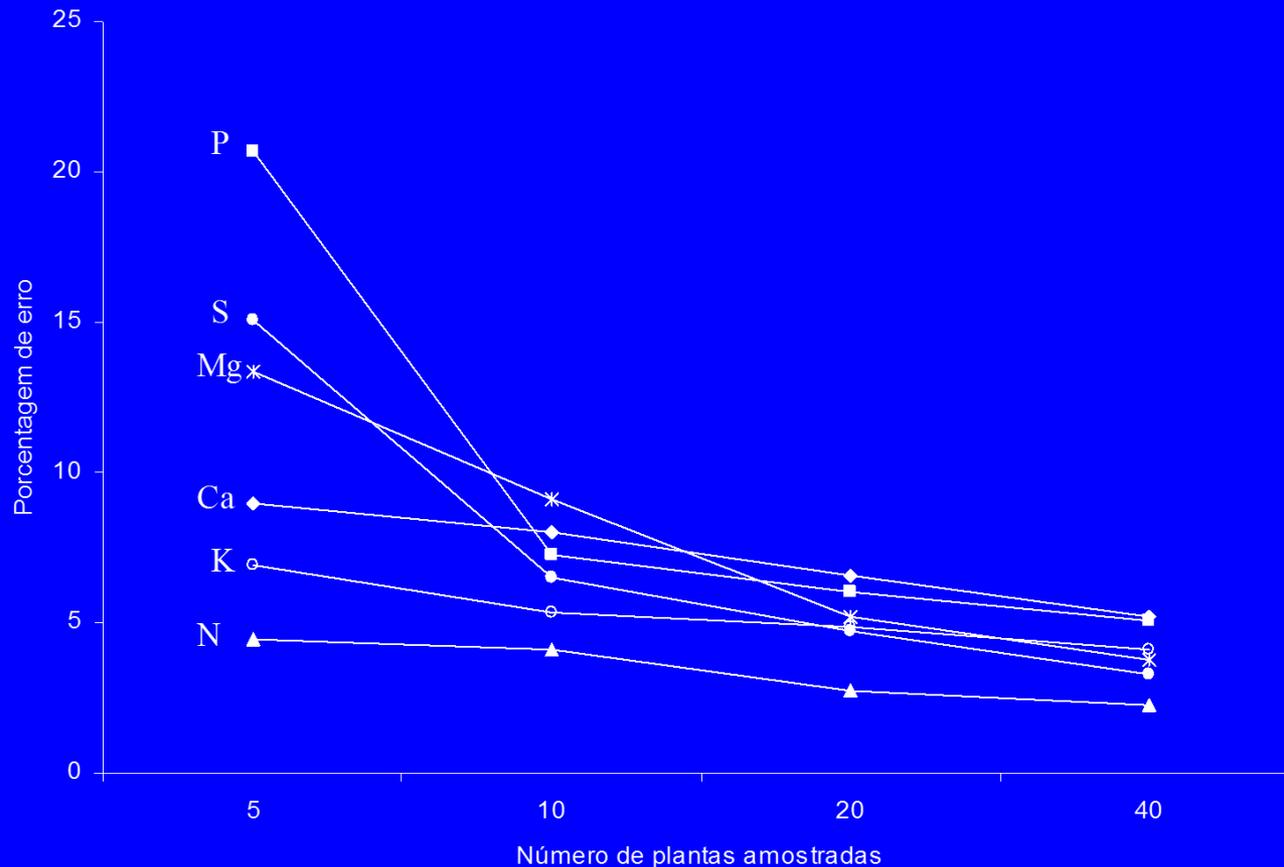
→ IDADE, VARIEDADE,  
PRODUTIVIDADE

**NÚMERO DE ÁRVORES POR TALHÃO:** 20 (4 folhas por planta)

**PERÍODO:** Florescimento ou, preferencialmente, antes;  
Amostrar folhas, anualmente, pois o N-foliar condiciona a dose a ser aplicada de adubo nitrogenado.

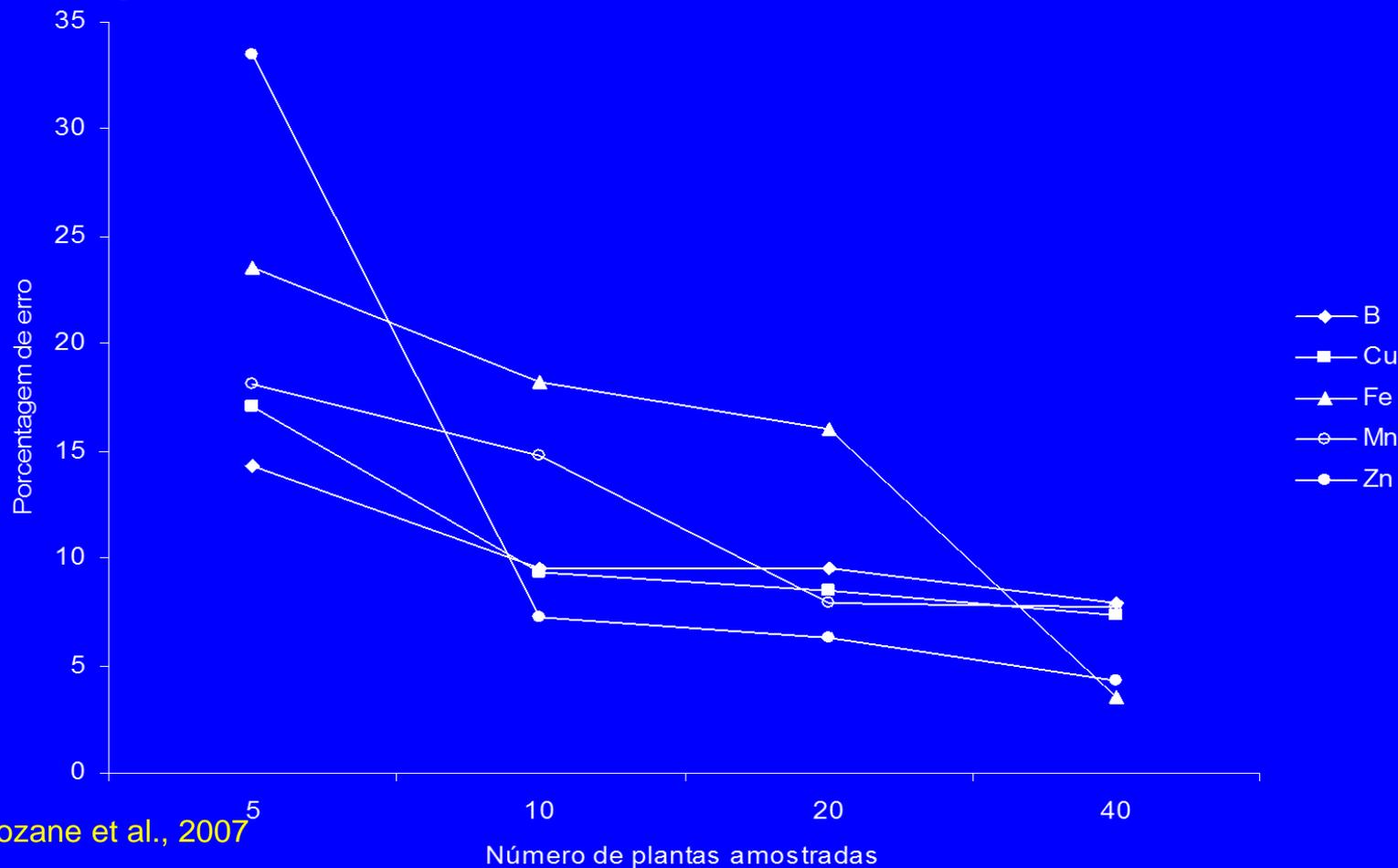
# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

Porcentagem de erro amostral de macronutrientes, em função do número de plantas a serem coletadas por talhão homogêneo, em pomar de mangueira variedade Palmer, em regime não irrigado



# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

Porcentagem de erro amostral de micronutrientes, em função do número de plantas a serem coletadas por talhão homogêneo, em pomar de mangueira variedade Palmer, em regime não irrigado



# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

COMPOSIÇÃO QUÍMICA FOLIAR: É AFETADA POR FATORES EXTERNOS E INTERNOS DA PLANTA

**ÉPOCA** → FLORESCIMENTO

- Tabela 1 - Valores médios de análise foliar da mangueira, em diferentes épocas de amostragens. (*Adaptado de Avilan, 1971*)

---

- | Nutriente    | Estádio Fisiológico  |  |                        |
|--------------|----------------------|--|------------------------|
|              | Antes da<br>Floração | Plena floração e<br>formação de frutos | Maturação<br>de frutos |
|              | g kg <sup>-1</sup>   |  |                        |
| • Nitrogênio | 12,2                 | 11,0                                   | 10,4                   |
| • Fósforo    | 1,1                  | 1,0                                    | 1,0                    |
| • Potássio   | 7,5                  | 5,8                                    | 5,3                    |
| • Cálcio     | 20,4                 | 26,0                                   | 24,1                   |

---

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Preparo e Remessa das Amostras ao Laboratório

- *É importante que a amostra cheguem ao laboratório ainda verde (no mesmo dia) acondicionada em saco plástico e mantida em baixa temperatura – Pode armazenar em saco plástico em refrigerador (5°C);*
- *Lavagem rápida com água destilada, secar em papel toalha, acondicionar em saco de papel (estufa de circulação forçada de ar 70-75°C) até atingir peso constante;*

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Preparo e Remessa das Amostras ao Laboratório

- *Amostra com terra – lavagem com HCl 0,1 mol/L por 10 min;*
- *No laboratório: moagem do material seco (moinhos de facas, aço inox), mineralização (mufla 450°C ou digestão ácida), dosagem (ex. absorção atômica);*

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Interpretação dos Resultados de Análise Foliar

- *Comparações com padrões ou normas;*

## Nível Crítico e Faixa de Suficiência

- *Nível Crítico: Teor de determinado nutriente que se associa a 90% da produtividade ou crescimento máximo;*
- *Norma: Experimento com doses crescentes de nutrientes;*

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Interpretação dos Resultados de Análise Foliar

### *Comparações com padrões ou normas*

### **Nível Crítico e Faixa de Suficiência**

- *Desvantagem: Não relaciona adequadamente a variação no teor de nutriente com a idade da planta; não considera a interação dos nutrientes (qual nutriente mais limitante);*
- *Faixa de Suficiência: Teor de nutriente comparado com as faixas consideradas insuficientes, adequadas e tóxicas – semelhança nas vantagens e desvantagens (NC);*

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Interpretação dos Resultados de Análise Foliar

**Tabela 8.** Concentração de nutrientes obtida em folhas de mangueira 'Tommy Atkins', coletadas mensalmente durante um ciclo de produção (a partir da pós-colheita).

| Data     | N    | P    | K    | Ca   | Mg  | B  | Cu  | Fe  | mg/kg |     |     |
|----------|------|------|------|------|-----|----|-----|-----|-------|-----|-----|
|          |      |      |      |      |     |    |     |     | mg/kg |     |     |
| 16/01/98 | 20,2 | 1,43 | 10,7 | 12,7 | 2,5 | 30 | 16  | 72  | 272   | 22  | 20  |
| 12/02/98 | 18,3 | 1,10 | 8,2  | 15,1 | 3,0 | 25 | 25  | 88  | 363   | 33  | 14  |
| 04/03/98 | 21,0 | 1,50 | 9,6  | 17,3 | 3,0 | 39 | 18  | 119 | 472   | 30  | 53  |
| 15/04/98 | 17,9 | 1,50 | 10,6 | 15,9 | 2,9 | 33 | 27  | 72  | 572   | 30  | 32  |
| 15/05/98 | 16,9 | 1,10 | 6,7  | 12,6 | 3,3 | 65 | 28  | 106 | 498   | 27  | 53  |
| 12/06/98 | 18,6 | 1,10 | 9,6  | 16,3 | 2,9 | 41 | 19  | 81  | 598   | 18  | 108 |
| 16/07/98 | 16,9 | 0,90 | 8,7  | 18,2 | 3,2 | 89 | 23  | 116 | 689   | 22  | 155 |
| 17/08/98 | 11,9 | 1,10 | 7,0  | 15,5 | 3,2 | 31 | 171 | 37  | 723   | 85  | 128 |
| 11/09/98 | 16,5 | 1,10 | 6,0  | 17,0 | 3,0 | 57 | 266 | 78  | 729   | 105 | 165 |
| 20/10/98 | 15,1 | 1,20 | 7,2  | 21,3 | 3,4 | 38 | 181 | 85  | 786   | 187 | 153 |
| 13/11/98 | 14,3 | 1,00 | 8,4  | 21,7 | 3,0 | 62 | 163 | 103 | 891   | 126 | 241 |

Fonte: Silva et al. (1998).

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Interpretação dos Resultados de Análise Foliar

**Tabela 10** . Influência da posição da folha no broto e características dos ramos sobre a composição em macronutrientes.

| Posição         | N      | P      | K      | Ca    | Mg    |
|-----------------|--------|--------|--------|-------|-------|
|                 |        |        | %      |       |       |
| Base            | 1,17b  | 0,117a | 0,88a  | 1,82b | 0,35a |
| 3ª folha        | 1,21ab | 0,115a | 0,85a  | 1,89b | 0,36a |
| 6ª folha        | 1,23ab | 0,115a | 0,78ab | 1,92b | 0,35a |
| Ápice           | 1,30a  | 0,107b | 0,73b  | 2,07a | 0,36a |
| Ramos c/ frutos | 0,98a  | 0,091a | 0,69b  | 2,42a | 0,34a |
| Ramos s/ frutos | 1,10a  | 0,085a | 0,76a  | 2,43a | 0,36a |

Fonte: Koo & Young (1972).

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Interpretação dos Resultados de Análise Foliar

**Tabela 11.** Recomendações para a interpretação de resultados de análise de folhas para a cultura da manga, baseadas em trabalhos da literatura.

| Nutrientes | Faixas de teores      |                            |           |
|------------|-----------------------|----------------------------|-----------|
|            | Deficiente            | Adequado                   | Excessivo |
|            |                       | g/kg                       |           |
| N          | < 8,0                 | 12,0 a 14,0                | > 16,0    |
| P          | < 0,5                 | 0,8 a 1,6                  | > 2,5     |
| K          | < 2,5                 | 5,0 a 10,0                 | >12,0     |
| Ca         | < 15,0 <sup>(1)</sup> | 20,0 a 35,0 <sup>(2)</sup> | > 50,0    |
| Mg         | < 1,0                 | 2,5 a 5,0                  | > 8,0     |
| S          | < 0,5                 | 0,8 a 1,8                  | > 2,5     |
|            |                       | mg/kg                      |           |
| B          | < 10                  | 50 a 100                   | > 150     |
| Zn         | <10                   | 20 a 40                    | > 100     |
| Mn         | <10                   | 50 a 100                   | nd        |
| Fe         | < 15                  | 50 a 200                   | nd        |
| Cu         | < 5                   | 10 a 50                    | nd        |
| Cl         | nd                    | 100 a 900                  | > 1600    |

nd = não definido.

<sup>(1)</sup> Este teor não provoca sintomas visíveis de deficiência desse nutriente na planta, mas afeta a qualidade dos frutos.

<sup>(2)</sup> Teores observados quase sempre em solos originados de substrato calcário.

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Interpretação dos Resultados de Análise Foliar

Quadro 18. Teores de macro e micronutrientes de uma amostra de folhas de cafeeiro da região de Viçosa, MG, e suas comparações (diagnóstico) com a faixa crítica determinada para a região

|                              | Macronutriente       |           |           |           |           |           |
|------------------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                              | N                    | P         | K         | Ca        | Mg        | S         |
|                              | dag kg <sup>-1</sup> |           |           |           |           |           |
| Amostra                      | 3,40                 | 0,13      | 1,30      | 1,03      | 0,58      | 0,05      |
| Faixa Crítica <sup>(1)</sup> | 2,47-3,15            | 0,15-0,19 | 2,13-2,89 | 0,92-1,20 | 0,35-0,56 | 0,16-0,22 |
|                              | Micronutriente       |           |           |           |           |           |
|                              | Mn                   | Fe        | Cu        | Zn        | B         |           |
|                              | mg kg <sup>-1</sup>  |           |           |           |           |           |
| Amostra                      | 95                   | 65        | 21        | 4         | 41        |           |
| Faixa Crítica                | 115-286              | 57-94     | 13-29     | 6-12      | 29-52     |           |

Fonte: <sup>(1)</sup> Martinez et al. (2003a).

*Os resultados não informa qual nutriente mais limitante, como poderão ser corrigido – deve ser utilizado análise de solo, exigência da cultura e histórico da área;*

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Fertigramas

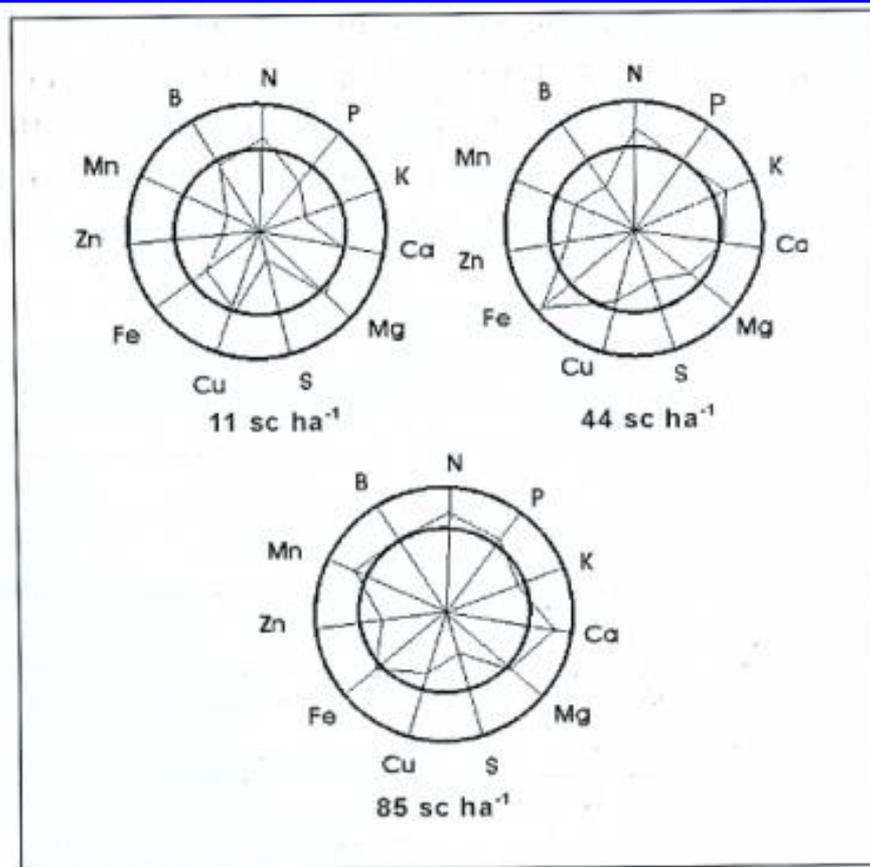


Figura 17. Fertigrama representativo do equilíbrio nutricional em lavouras cafeeiras com produtividade de 11, 44 e 85 sacas por hectare da região de Viçosa, MG.

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Interpretação dos Resultados de Análise Foliar

### Desvio do Percentual Ótimo – DOP

- *Nível Crítico: percentual do desvio do teor do nutriente em relação à norma;*

$$DOP = [(C \times 100) / C_{ref}] - 100$$

em que C = teor do nutriente na amostra; e  $C_{ref}$  = teor do nutriente preconizado pela norma para as mesmas condições de amostragem.

*Exemplo:*

$$DOP = [(3,40 \times 100) / 2,81] - 100 = +21$$

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Interpretação dos Resultados de Análise Foliar

### Desvio do Percentual Ótimo – DOP

Quadro 19. Teores de macro e micronutrientes em uma amostra de folhas de cafeeiro da região de Viçosa, MG, teores dos nutrientes preconizados pela norma para as mesmas condições da amostragem ( $C_{ref}$ ) e o respectivo desvio percentual ótimo (DOP)

|                                   | Macronutriente |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------|----------------|------|------|------|------|------|
|                                   | N              | P    | K    | Ca   | Mg   | S    |
| Amostra (dag kg <sup>-1</sup> )   | 3,40           | 0,13 | 1,30 | 1,03 | 0,58 | 0,05 |
| $C_{ref}$ (dag kg <sup>-1</sup> ) | 2,81           | 0,17 | 2,51 | 1,06 | 0,46 | 0,19 |
| DOP                               | 21             | -23  | -48  | -3   | 26   | -74  |
|                                   | Micronutriente |      |      |      |      |      |
|                                   | Mn             | Fe   | Cu   | Zn   | B    |      |
| Amostra (mg kg <sup>-1</sup> )    | 95             | 65   | 21   | 4    | 41   |      |
| $C_{ref}$ (mg kg <sup>-1</sup> )  | 201            | 75   | 21   | 9    | 40   |      |
| DOP                               | -53            | -13  | 0    | -55  | 2,5  |      |

# Métodos com Base no Estado Nutricional das Plantas

## Interpretação dos Resultados de Análise Foliar

- *Métodos de interpretação que considera a relação entre dois ou mais nutrientes: Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS), Diagnóstico da Composição Nutricional (CND);*

# IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DAS FRUTAS



↑ Qualidade

↓ Danos

Mecânicos

Patógenos

Distúrbios  
fisiológicos

**Distúrbios  
fisiológicos**

**Sintomas  
internos**

**Obstrução  
pendúculo**

**Desintegração/cor  
da polpa**

**Fendilhamento  
da semente**



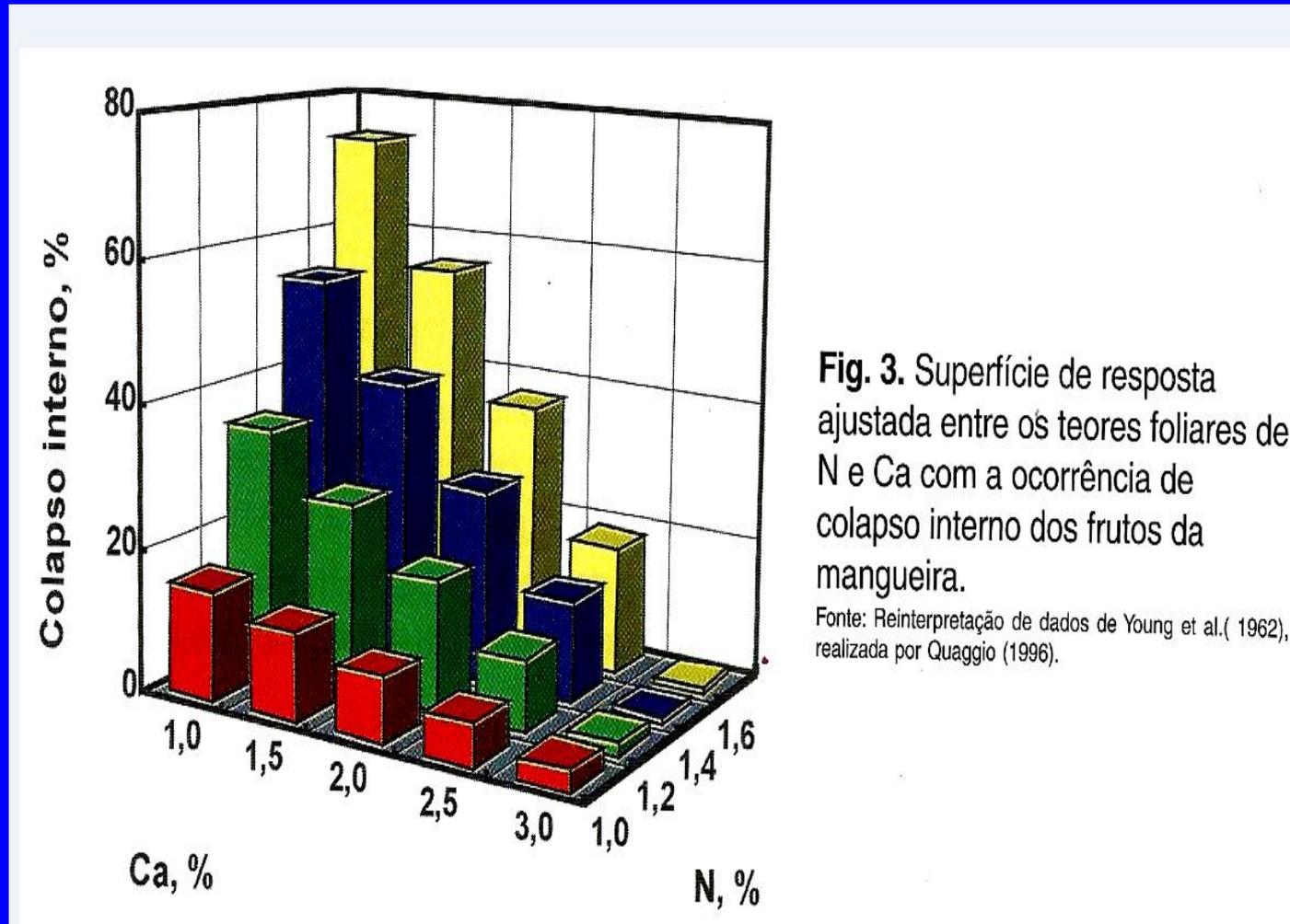
# Desordens fisiológicas associadas a nutrição da cultura da mangueira



↑ N

↓ Ca

# Desordens fisiológicas associadas a nutrição da cultura da mangueira



**Fig. 3.** Superfície de resposta ajustada entre os teores foliares de N e Ca com a ocorrência de colapso interno dos frutos da mangueira.

Fonte: Reinterpretação de dados de Young et al. (1962), realizada por Quaggio (1996).

# PHYSIOLOGICAL DESORDERS AND FRUIT YIELD OF MANGO CV. PALMER ASSOCIATED TO BORON NUTRITION (Casa Nova-BA)

*Luirick Felix Silva Barbosa, Ítalo Herbert Lucena Cavalcante, Augusto Miguel Nascimento Lima (Rev. Bras. Frutic. vol.38 no.1 2016)*

## Tratamento:

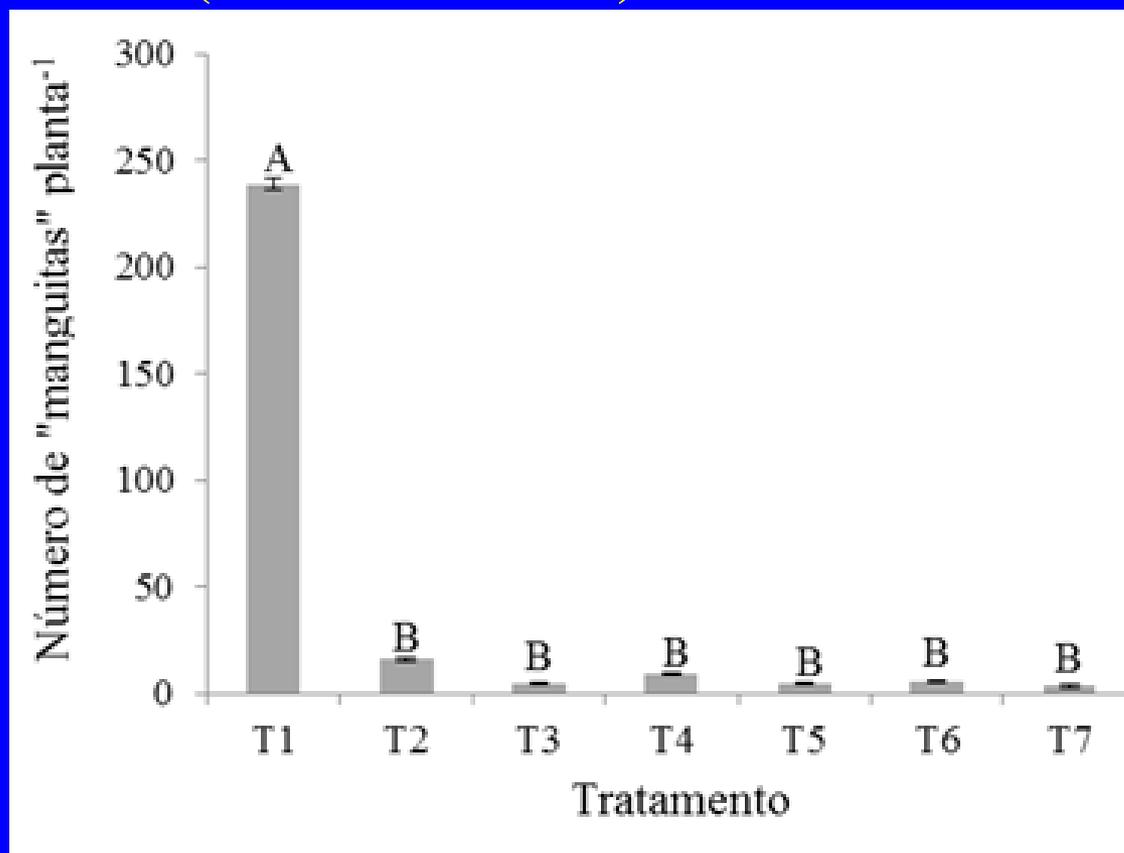
- T1 = Duas fertirrigações com 50 g planta<sup>-1</sup> de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (Adub. Produtor);
- T2 = T1 + cinco pulverizações com H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> [duas primeiras (0,3%) e demais (0,2%)];
- T3 = T1 + cinco pulverizações com H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> [duas primeiras (0,3%) e demais (0,4%)];
- T4 = T1 + cinco pulverizações com H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> [duas primeiras (0,3%) e demais (0,6%)];
- T5 = T1 + duas pulverizações com H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (0,3%) + três fertirrigações (10 g planta<sup>-1</sup> de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>);
- T6 = T1 + duas pulverizações com H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (0,3%) + três fertirrigações (20 g planta<sup>-1</sup> de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>);
- T7 = T1 + duas pulverizações com H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (0,3%) + três fertirrigações (40 g planta<sup>-1</sup> de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>).

# PHYSIOLOGICAL DESORDERS AND FRUIT YIELD OF MANGO CV. PALMER ASSOCIATED TO BORON NUTRITION (Casa Nova-BA)

**FIGURA** - Frutos de manga Palmer caracterizados como “manguita” ou “castanha”.

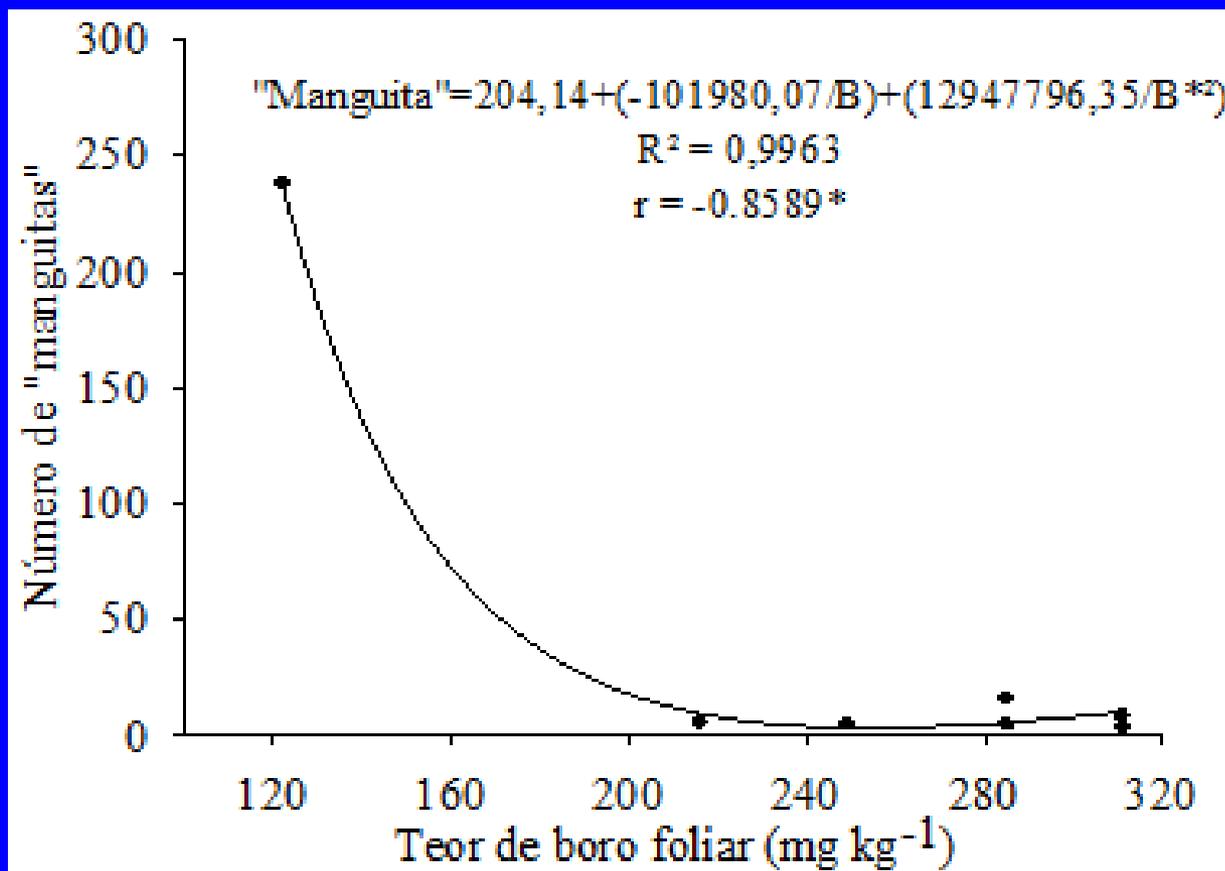


# PHYSIOLOGICAL DESORDERS AND FRUIT YIELD OF MANGO CV. PALMER ASSOCIATED TO BORON NUTRITION (Casa Nova-BA)



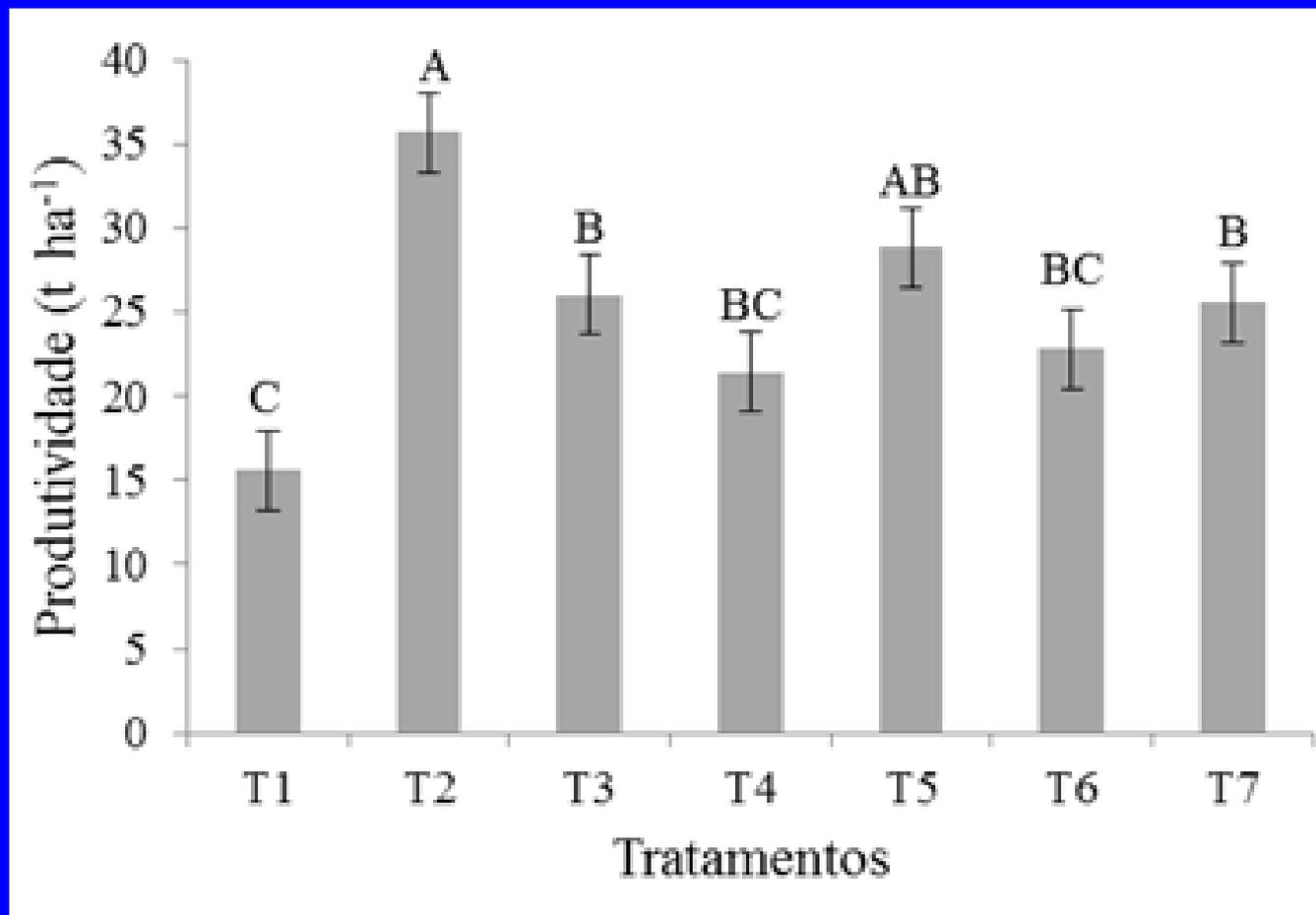
**FIGURA -** Número médio de frutos que apresentaram desordem fisiológica em função do manejo de adubação boratada na mangueira Palmer, com respectivas barras de erro padrão (n= 8). Barras com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,01$ ).

# PHYSIOLOGICAL DESORDERS AND FRUIT YIELD OF MANGO CV. PALMER ASSOCIATED TO BORON NUTRITION (Casa Nova-BA)



**FIGURA -** Correlação entre o teor de boro foliar e número de “manguitas” em mangueira Palmer. \*Significativo para ( $p < 0,05$ ).

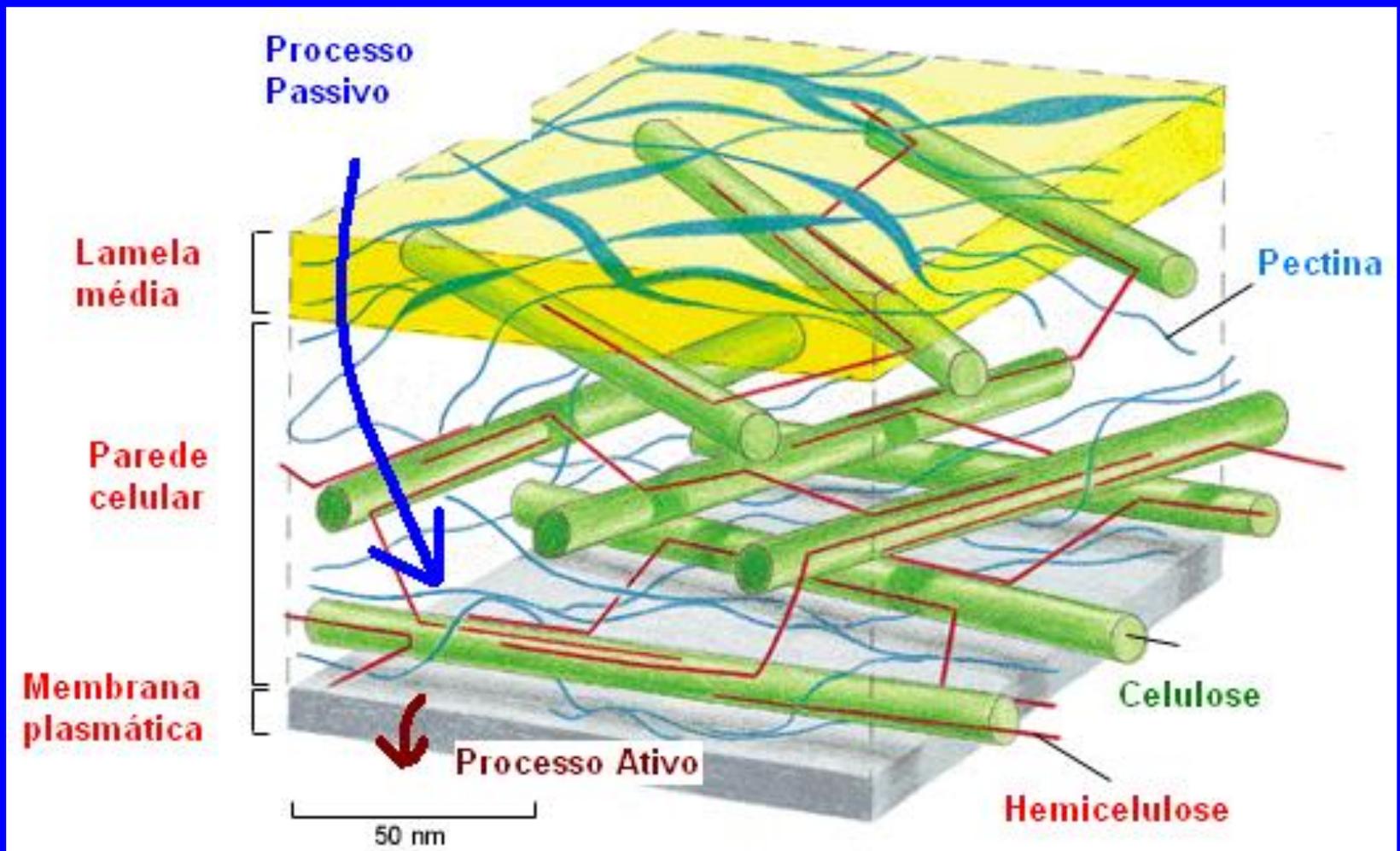
# PHYSIOLOGICAL DESORDERS AND FRUIT YIELD OF MANGO CV. PALMER ASSOCIATED TO BORON NUTRITION (Casa Nova-BA)



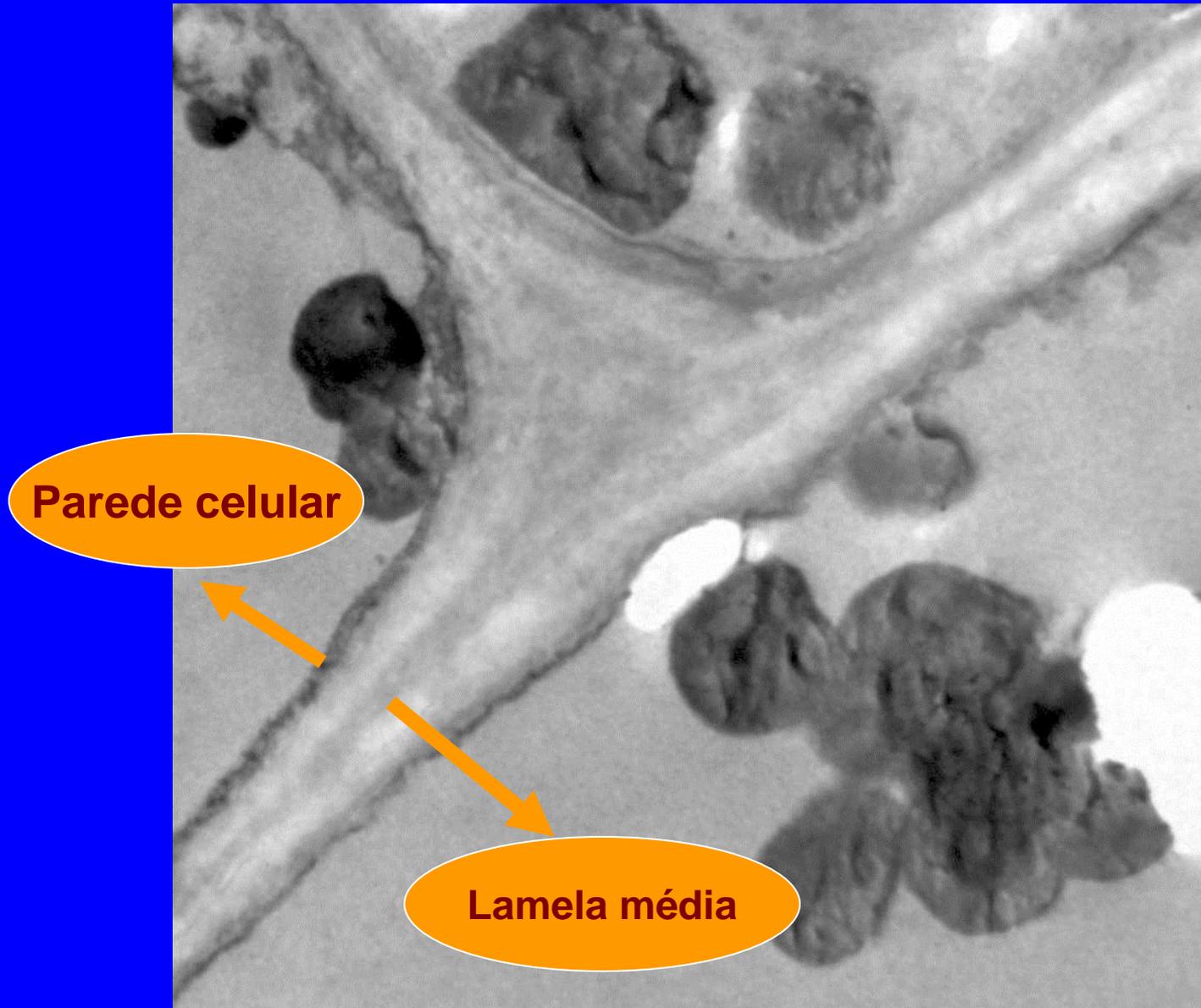
**FIGURA -** Produtividade (t ha<sup>-1</sup>) de manga Palmer em função do manejo de adubação boratada com respectivas barras de erro padrão (n= 8). Barras com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,01$ ).

# Importância do Ca na Nutrição

~30-50% do Ca nas plantas => Parede celular



# Importância do Ca na Nutrição



# Ca - Pós-colheita

Tabela. Ca na casca e na polpa de frutos de manga, submetidos à imersão por 90 minutos em solução de  $\text{CaCl}_2$  armazenadas sob refrigeração

| Armazenamento<br>(dias) | Tratamentos ( $\text{Ca Cl}_2$ ) |        |        |
|-------------------------|----------------------------------|--------|--------|
|                         | 0%                               | 2%     | 4%     |
| Cálcio na casca         |                                  |        |        |
| 0                       | 0,280a                           | 0,318b | 0,443c |
| 8                       | 0,243a                           | 0,369b | 0,424c |
| 15                      | 0,292a                           | 0,365b | 0,461c |
| 22                      | 0,327a                           | 0,417b | 0,484c |
| Cálcio na polpa         |                                  |        |        |
| 0                       | 0,054a                           | 0,062b | 0,074c |
| 8                       | 0,067a                           | 0,089b | 0,123c |
| 15                      | 0,090a                           | 0,109b | 0,134c |
| 22                      | 0,103a                           | 0,124b | 0,146c |

Fonte: Júnior & Chitarra (1999); Letras iguais na horizontal não diferem entre si, Tukey ( $p < 0,05$ )

# Ca - Pré-colheita

Tabela. Ca aplicado em pré-colheita (40; 60 e 90 dias após floração) e os valores obtidos para as medidas de textura e atividade de enzimas em mangas, armazenadas a 10°C

| Tratamentos              | Determinações  |   |   |
|--------------------------|----------------|---|---|
|                          | Textura<br>(N) | Poligalacturonase<br>(U.min <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> ) | β-galactosidase<br>(nkat.mg <sup>-1</sup> ) |
| Controle                 | 83,23a         | 136,59a   | 523,00a                                     |
| CaCl <sub>2</sub> a 2,5% | 89,87ab        | 130,41a   | 460,19ab                                    |
| CaCl <sub>2</sub> a 5,0% | 94,44b         | 127,97a   | 437,90b                                     |

Nutrição da PLANTA

Os pomares estão com nível adequado de Ca??

LEVANTAMENTO DO ESTADO  
NUTRICIONAL

## LEVANTAMENTO DO ESTADO NUTRICIONAL

Seqüência de limitação por deficiência (em pomares de baixa produtividade: < 250 kg de frutos por planta) foi:

B > Cu = Zn > Ca > N > Fe > Mn > P > K = Mg

Bahia: 63 pomares com árvores com 7 anos

Fonte: Pinto (2003)

**Tabela. Efeito da adubação e da gessagem na incidência de colapso interno em frutos de mangueira**

| N     | Gesso | Frutos por planta |             |             | Fruto normal |        |
|-------|-------|-------------------|-------------|-------------|--------------|--------|
|       |       | média             | Com colapso | Sem colapso | 1º ano       | 4º ano |
| g/pl  | t/ha  |                   |             |             | %            |        |
| Test. | 0     | 139               | 76          | 63          | 15           | 40     |
| 150   | 2,9   | 245               | 52          | 193         | 40           | 97     |
| 300   | 2,9   | 198               | 90          | 108         | 33           | 58     |
| 600   | 2,9   | 176               | 48          | 128         | 35           | 89     |

Fonte: Pinto et al (1994)

**Tabela. Composição mineral de frutos de mangueira, sem e com sintomas de distúrbio**

| Nutriente             | Polpa        |              | Casca        |              |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                       | Sem sintomas | Com sintomas | Sem sintomas | Com sintomas |
| g kg <sup>-1</sup>    |              |              |              |              |
| N                     | 8,7 a        | 9,4 a        | 7,6 b        | 9,4 a        |
| K                     | 11,2 a       | 10,2 a       | 8,4 a        | 11,9 a       |
| Ca                    | 0,5 a        | 0,3 b        | 2,3 a        | 1,9 b        |
| Mg                    | 1,2 a        | 0,9 b        | 2,8 a        | 2,5 b        |
| B mg kg <sup>-1</sup> | 9,0 a        | 9,8 a        | 12,8 b       | 14,8 a       |
| N/Ca                  | 17,2 b       | 31,0 a       | 3,3 b        | 5,0 a        |
| N/B                   | 1008,1 a     | 967,2 b      | 598,5 a      | 644,0 a      |
| Ca/B                  | 59,8 a       | 33,6 a       | 180,6 a      | 129,6 b      |
| K/Ca                  | 22,3 a       | 32,2 a       | 3,7 b        | 6,7 a        |

# Equilíbrio nutricional



# Sistemas FERTICALC E NUTRICALC

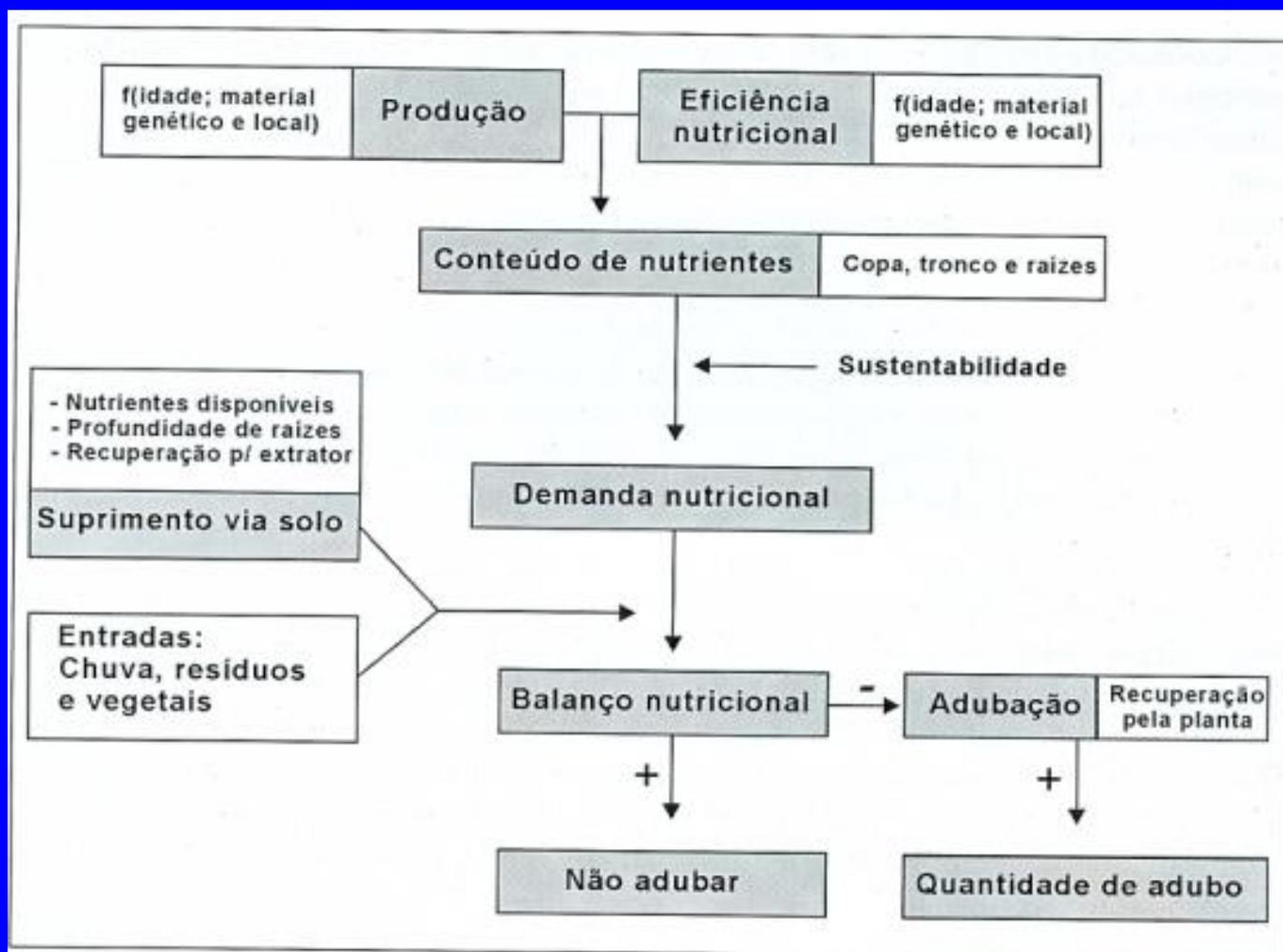


Figura 13. Modelo conceitual do sistema de balanço nutricional NUTRICALC utilizado na recomendação de adubação para eucalipto.

Fonte: Barros et al. (1995).



**FRUTVASF**

Grupo de Pesquisa Fruticultura no Vale do São Francisco

**(Site: <http://www.frutvasf.univasf.edu.br>)**

**Equipe (MULTIDISCIPLINAR):**

Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante (UNIVASF)

[italo.cavalcante@univasf.edu.br](mailto:italo.cavalcante@univasf.edu.br)

Dr. Augusto Miguel Nascimento Lima (UNIVASF)

[augusto.lima@univasf.edu.br](mailto:augusto.lima@univasf.edu.br)

Dr. Renato de Mello Prado (UNESP, Jaboticabal, SP)

Contato: [rmprado@fcav.unesp.br](mailto:rmprado@fcav.unesp.br)

Dr. Lourival Ferreira Cavalcante (UFPB, Areia, PB)

[lofeca@cca.ufpb.br](mailto:lofeca@cca.ufpb.br)

Dra. Karla dos Santos Melo de Sousa (UNIVASF)

[Karla.smsousa@univasf.edu.br](mailto:Karla.smsousa@univasf.edu.br)

Dr. Marcos Sales Rodrigues (UNIVASF)

[marcos.rodrigues@univasf.edu.br](mailto:marcos.rodrigues@univasf.edu.br)

Dr. Ernani Machado de Freitas Lins Neto (UNIVASF)

[ernani.linsneto@univasf.edu.br](mailto:ernani.linsneto@univasf.edu.br)

Dra. Inez Vilar de Moraes Oliveira (Embrapa Semiárido)

[inezvilar@yahoo.com](mailto:inezvilar@yahoo.com)



**FRUTVASF**

Grupo de Pesquisa Fruticultura no Vale do São Francisco

## AGRADECIMENTOS:



MSc. Gilberto J. Nogueira e Silva (Bioservice Consultoria Ltda)



**FRUTVASF**

Grupo de Pesquisa Fruticultura no Vale do São Francisco

***MUITO OBRIGADO!!!***

*Augusto Lima (augusto.lima@univasf.edu.br)*

*Ítalo Cavalcante (italo.cavalcante@univasf.edu.br)*