

II SIMPÓSIO PAULISTA SOBRE NUTRIÇÃO DE  
IPLANTAS APLICADA A SISTEMAS DE ALTA  
PRODUTIVIDADE: DIAGNOSE FOLIAR EM  
HORTALIÇAS

**Perspectivas de Uso de  
Métodos Diagnósticos  
Alternativos: Análise da Seiva e  
Medida Indireta da Clorofila**

*Leandro José Grava de Godoy (CER-UNESP)*

*Thais Regina de Souza (FCA-UNESP)*

*Roberto Lyra Villas Bôas (FCA-UNESP)*



Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp 

# 1. Introdução

- Novas técnicas de análise

**Melhorar fornecimento de nutrientes**

- Detectar pequenas variações nutricionais

**Técnicas – sensíveis e rápidas**

**Monitoramento → ajustes na adubação**

- Outras formas de monitorar o estado nutricional

**ANÁLISE DA SEIVA**

**MEDIDA INDIRETA DA CLOROFILA**



Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp

## 2. Análise da Seiva

### Definição de Seiva:

O material que se denomina seiva  
corresponde ao líquido contido nos  
tecidos condutores da planta



Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp 

## 2.1. Vantagens da Análise de Seiva

### Análise de Seiva x Análise de Folha

#### ▪ **Folha**

- acúmulo de nutrientes
- idade da folha
- definida e padronizada

#### ▪ **Seiva**

- análise pontual
- sensibilidade/estádios de desenvolvimento
- desequilíbrio nutricionais
- **sem padronização**



Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp 

## Análise da Seiva

Técnica de diagnóstico nutricional muito útil quando a adubação pode variar em poucos dias, o que ocorre com a

# FERTIRRIGAÇÃO



Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp 

## 2.2. Determinação da Análise de Seiva

### Coleta do Material:

- pecíolo - folha destinada à análise foliar
- pecíolo + nervura - folha destinada à análise foliar
- folha destinada à análise foliar
- ramo da brotação nova
- ramo da planta

**Horário coleta**  
**Processar o material rapidamente**



Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp

## 2.2. Determinação da Análise de Seiva

### Extração da Seiva (métodos):

- **auxílio de prensas** (Fontes et al., 2002; Blanco, 2004)
- **éter etílico - congelamento** (Cadahia & Lucena, 2000)
- **câmara de pressão**
- **coleta de exudatos** (Vitória & Sodek, 1999; Oliveira et al., 2003)
- **acetato de etila, 1-butanol, éter de petróleo e xileno**  
(Moreno & García-Martinez, 1980)

**Denominam seiva o  
material extraído**



Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp

## 2.2. Determinação da Análise de Seiva

### Auxílio de prensas (análise no campo)

- Limpar
- Cortar (2 a 3 cm) (1)
- Prensar (2)
- Extrair (3)
- Determinar concentração em kits de leitura rápida – MIE (3)



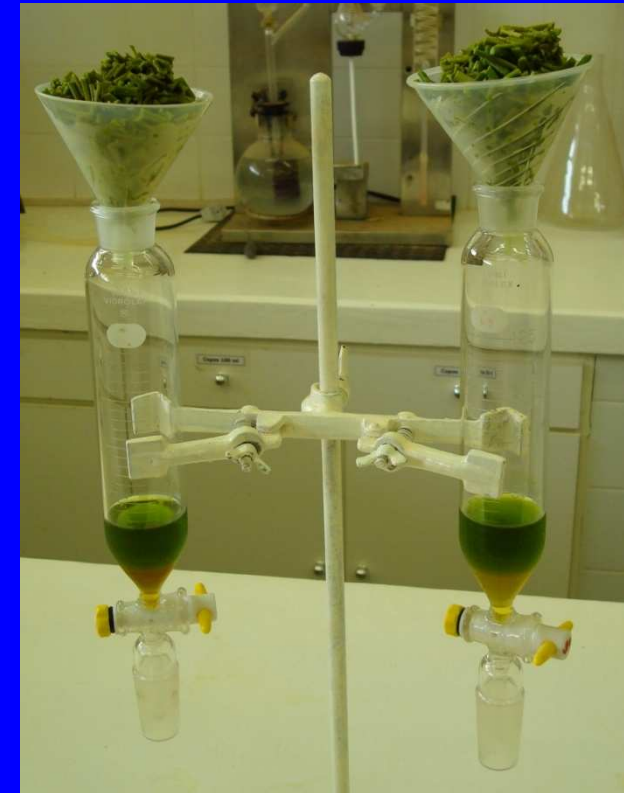


## 2.2. Determinação da Análise de Seiva

### Éter etílico (análise no laboratório)

- Limpar (água destilada / gaze)
- Cortar (2 a 3 cm)
- Introduzir em Éter Etílico (extração)
- Congelar
- Separar seiva do éter (funil de decantação)
- Determinar a concentração dos nutrientes

Diluição



Separação

FCAVR

Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp

Cadahia & Lucena (2000)

## 2.2. Determinação da Análise de Seiva

### Éter etílico (análise no laboratório)

10 ml de seiva = 20 a 30 gramas de tecidos para hortaliças  
= 40 a 100 gramas de tecidos cultura lenhosa

Cadahia & Lucena (2000)



Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp

## 2.3. Alguns Resultados

### 2.3.1. Concentração de nutrientes na seiva



Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp 

# Tomate

Hernando & Cadahia (1973)

## Análise da seiva

Relação  
(antagonismo):  
 $\text{NO}_3/\text{Cl}$   
 $\text{Ca}/\text{Mg}$

Nutrientes (mg L <sup>-1</sup> )	Floração	Plena Maturação
Nitrato	708	311
Cloro	3.700	7.780
Cálcio	130	370
Magnésio	290	1.240

# Podridão Apical Tomate



**Deficiência de Ca**

# Tomate

Segura & Cadahia (2000)

II SIMPÓSIO PAULISTA SOBRE NUTRIÇÃO DE  
IPLANTAS APLICADA A SISTEMAS DE ALTA  
PRODUTIVIDADE: DIAGNOSE FOLIAR EM  
HORTALIÇAS

soluções de N e Ca via fertirrigação

Tratamento	N (meq L <sup>-1</sup> )	Ca (meq L <sup>-1</sup> )
A	3,0	11,1 *
B	8,0	16,3
C	15,0	21,6

\* Ca presente na água de irrigação

Concentração de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e Cl<sup>-</sup> na seiva

1 – Crescimento do fruto  
2 – Colheita

Tratamento	Nitrato (mg L <sup>-1</sup> )		Cloro (mg L <sup>-1</sup> )	
	1	2	1	2
A	3.637 b	2.919 c	2.118 a	5.479 a
B	5.209 ab	4.071 b	1.109 ab	4.911 a
C	5.374 a	5.337 a	929 b	3.000 b

FCAVR

Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp

# Tomate

Segura & Cadahia (2000)

II SIMPÓSIO PAULISTA SOBRE NUTRIÇÃO DE  
IPLANTAS APLICADA A SISTEMAS DE ALTA  
PRODUTIVIDADE: DIAGNOSE FOLIAR EM  
HORTALIÇAS

Concentração de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> na seiva

Tratamento	Cálcio (mg L <sup>-1</sup> )		Magnésio (mg L <sup>-1</sup> )	
	1	2	1	2
A	412 b	444 b	462 a	1.184 a
B	641 a	765 a	449 a	532 b
C	650 a	823 a	398 a	481 b

1 – Crescimento do fruto

2 – Colheita

Rendimento de tomates (média de 3 repetições)

Tratamento	Produção (g planta <sup>-1</sup> )	Nº frutos por planta	Nº fruto com podridão
A	3.460	31,7	3
B	4.539	37,5	---
C	4.492	38,5	---



Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp

# Tomate

Segura & Cadahia (2000)

II SIMPÓSIO PAULISTA SOBRE NUTRIÇÃO DE  
IPLANTAS APLICADA A SISTEMAS DE ALTA  
PRODUTIVIDADE: DIAGNOSE FOLIAR EM  
HORTALIÇAS

## Análise da seiva

Dias após transplante	Tratamentos	NO <sub>3</sub>	P	K
		g mL <sup>-1</sup>		
36 Frutificação	T1	3.800 a	403 b	3.567 a
	T2	3.950 a	650 a	3.921 a
181 Colheita	T1	1.664 b	233 b	2.450 b
	T2	2.934 a	456 a	3.064 a

T1 – Apenas irrigado  
T2 – Fertirrigação completa

## Análise da folha

Dias após transplante	Tratamentos	NO <sub>3</sub>	P	K
		g kg <sup>-1</sup>		
36 Frutificação	T1	40,5 a	5,1 b	20,6 a
	T2	41,4 a	7,0 a	20,2 a
181 Colheita	T1	38,6 b	3,6 a	34,0 b
	T2	46,1 a	3,6 a	38,6 a



Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp



# Tomate

Cadahia (2000)

II SIMPÓSIO PAULISTA SOBRE NUTRIÇÃO DE  
IPLANTAS APLICADA A SISTEMAS DE ALTA  
PRODUTIVIDADE: DIAGNOSE FOLIAR EM  
HORTALIÇAS

## Tabelas de Recomendação - Seiva

Níveis	Nitrato (mg L <sup>-1</sup> )		Cálcio (mg L <sup>-1</sup> )	
	1	2	1	1
Baixo	3.637	2.919	412	444
Adequado	5.374	5.337	641-650	765-823

1 – Crescimento do fruto  
2 – Colheita

Níveis	Cloro (mg L <sup>-1</sup> )		Magnésio (mg L <sup>-1</sup> )	
	1	2	1	1
Elevado	2.118	5.479	462	1.184
Adequado	1.176	4.911	449	532
Baixo	929	3.000	398	481

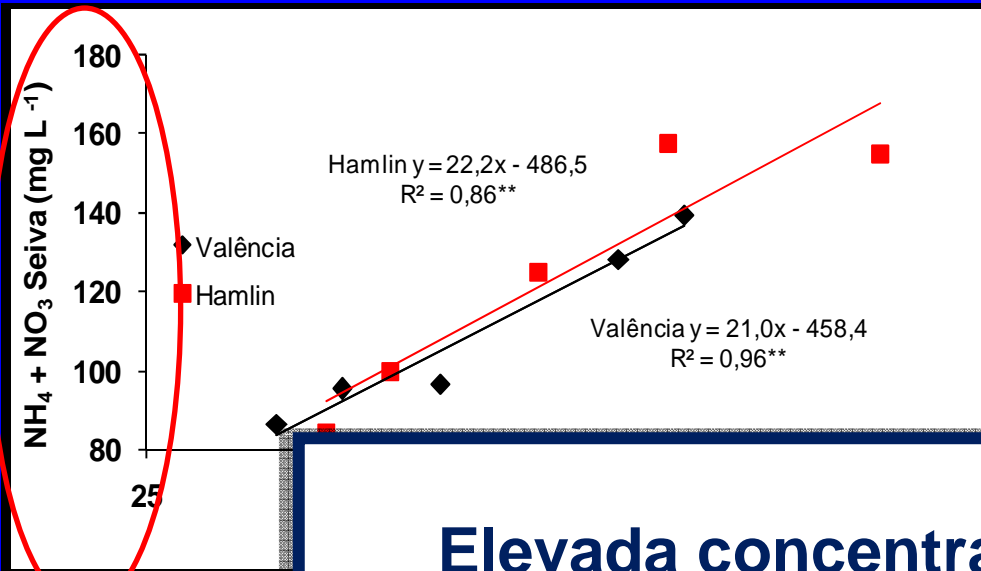


Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp

# Laranja – Valência / Hamlin



## N Foliar x N Seiva

N Foliar - 23 a 27 g kg<sup>-1</sup>  
 N Seiva Valência - 25 a 107 mg L<sup>-1</sup>  
 N Seiva Hamlin - 24 a 113 mg L<sup>-1</sup>

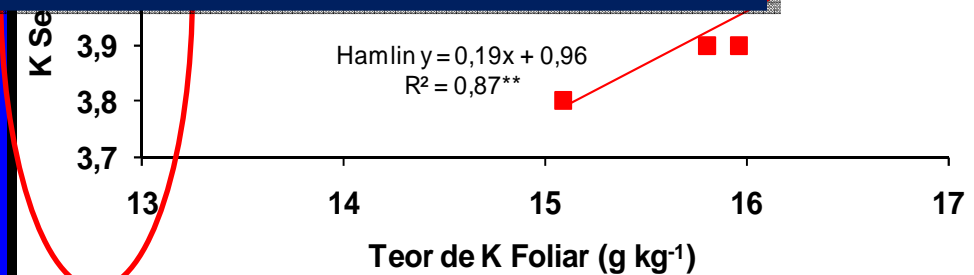
## Elevada concentração de K na seiva

**K Fo**  
**K F**

K Seiva Valência - 3,3 a 4,5 g L<sup>-1</sup>  
 K Seiva Hamlin - 2,9 a 3,8 g L<sup>-1</sup>

## Função – Ativador Enzimático

(Malavolta et al., 1997)



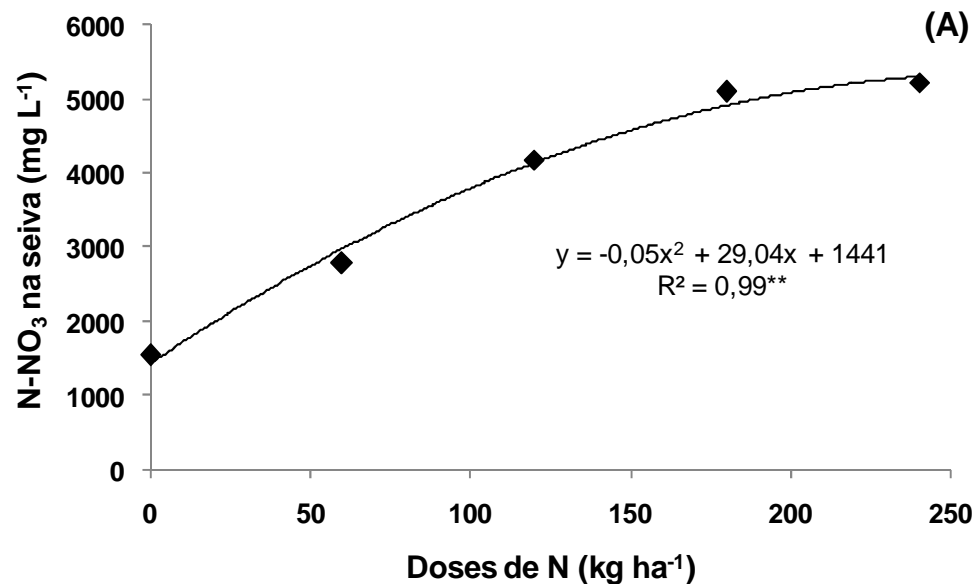
Faculdade de Ciências Agrárias  
 do Vale do Ribeira



# Rúcula

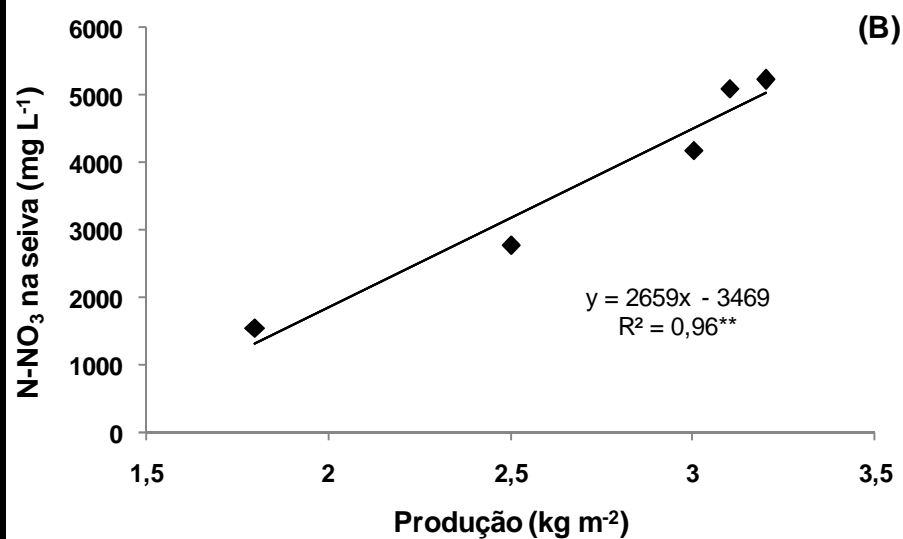
Purquerio (2005)

II SIMPÓSIO PAULISTA SOBRE NUTRIÇÃO DE  
IPLANTAS APLICADA A SISTEMAS DE ALTA  
PRODUTIVIDADE: DIAGNOSE FOLIAR EM  
HORTALIÇAS



Dose de N x N-NO<sub>3</sub> Seiva

Produção x N-NO<sub>3</sub> Seiva



FCAVR

Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp

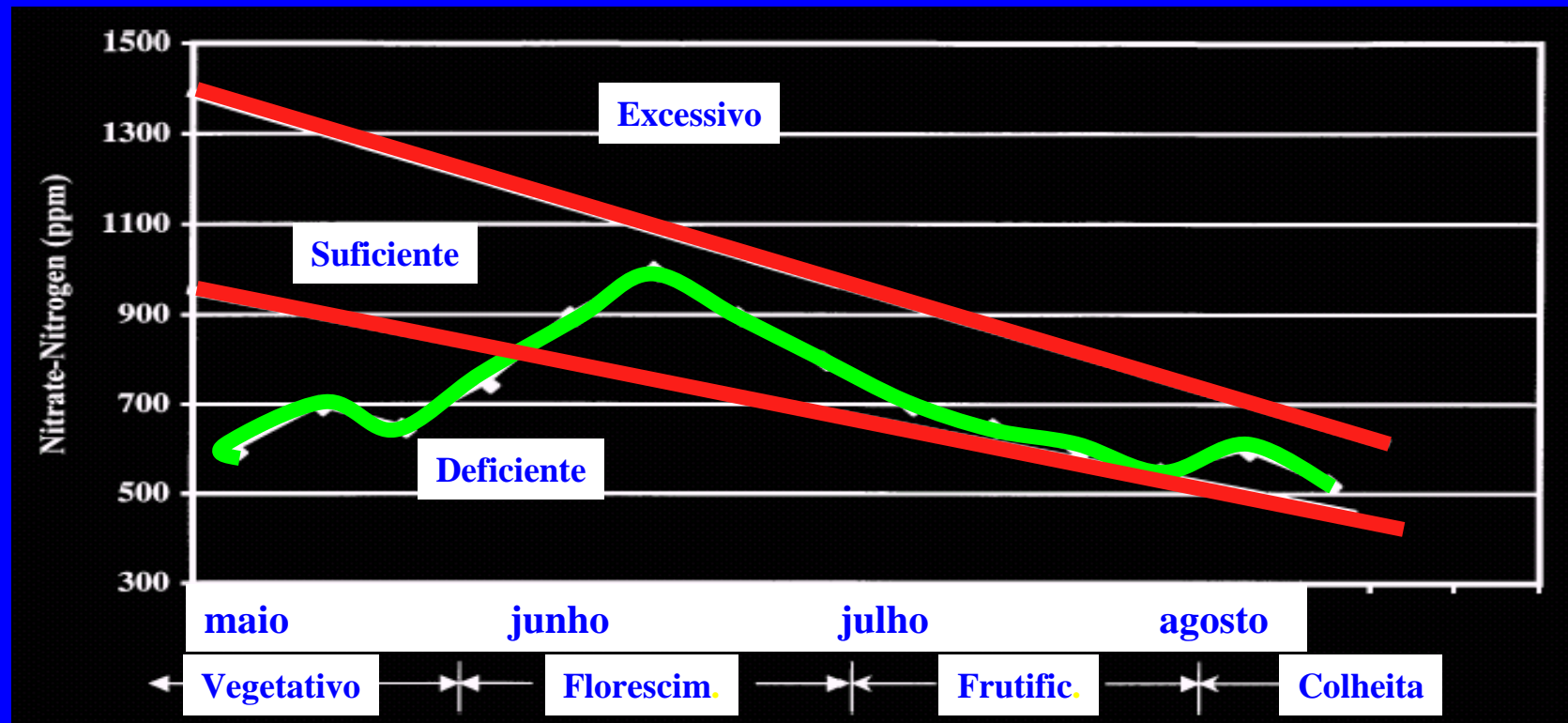
**Análise da seiva extraída com prensa  
X  
Análise do tecido no laboratório**

Cultura	Correlação (r <sup>2</sup> )	Referência
Brócolis	0,80	Kubota et al., 1997
Alface	0,77	Hartz et al., 1993
Pimenta	0,89	Hartz et al., 1993
Batata	0,83	Vitosh & Silva, 1994
Batata	0,66	Rosen et al., 1995
Milho doce	0,65	Hartz et al., 1993
Tomate	0,64	Krueskopf et al., 2002
Tomate	0,83	Hartz et al., 1993



**Para N-NO<sub>3</sub>**

## Avaliação do teor de nitrato na seiva da planta de pimenta



Hartz et al., 1994

## 2.3.2. Diferenças: variedades e culturas

### Concentração de N-NO<sub>3</sub> na seiva

#### Variedades de **Laranja**:

- Variedade 'Hamlin' (precoce) - 100 mg L<sup>-1</sup>
- Variedade 'Valência' (tardia) - 83 mg L<sup>-1</sup>

(Souza, 2010)

#### Variedades de **Tomate**:

- Variedade 'Caruzo' - 800 mg L<sup>-1</sup>
- Variedade 'Tropic' - 1.105 mg L<sup>-1</sup>

(Coltman 1987 e 1988)

Plantas lenhosas N na  
seiva na forma de proteína  
e aminoácido

Cadahia & Lucena (2000)



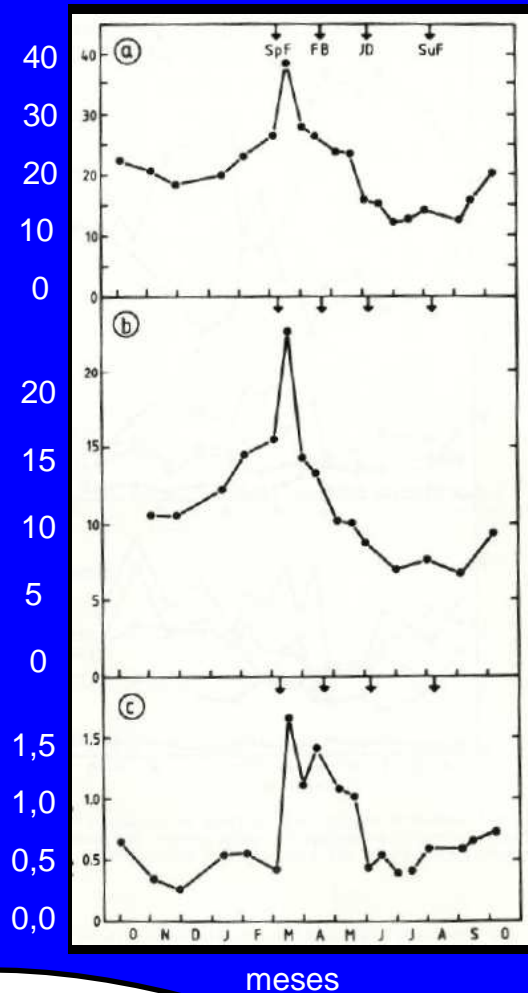
Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp

II SIMPÓSIO PAULISTA SOBRE NUTRIÇÃO DE  
IPLANTAS APLICADA A SISTEMAS DE ALTA  
PRODUTIVIDADE: DIAGNOSE FOLIAR EM  
HORTALIÇAS

Valores  
baixos  
de  
 $N-NO_3$   
na seiva



N Total ( $\mu\text{g cm}^{-3}$ )

N aminoácido ( $\mu\text{g cm}^{-3}$ )

N - NO<sub>3</sub> ( $\mu\text{g cm}^{-3}$ )

Laranja - Washington Navel  
92 a 97% de N = aminoácidos livres  
(prolina e asparagina)  
3 a 8% de N = nitrato

*Moreno & García-Martínez (1983)*

FCAVR

Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp

## 2.3.3. Fatores que afetam a concentração de nutrientes na seiva

### *Grande número de fatores:*

- Estádio de desenvolvimento da cultura;
- Precipitação - água no solo;
- Adubação - solução do solo;
- Transpiração - temperatura, hora do dia, idade das planta (Bonato, 1998).



Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp

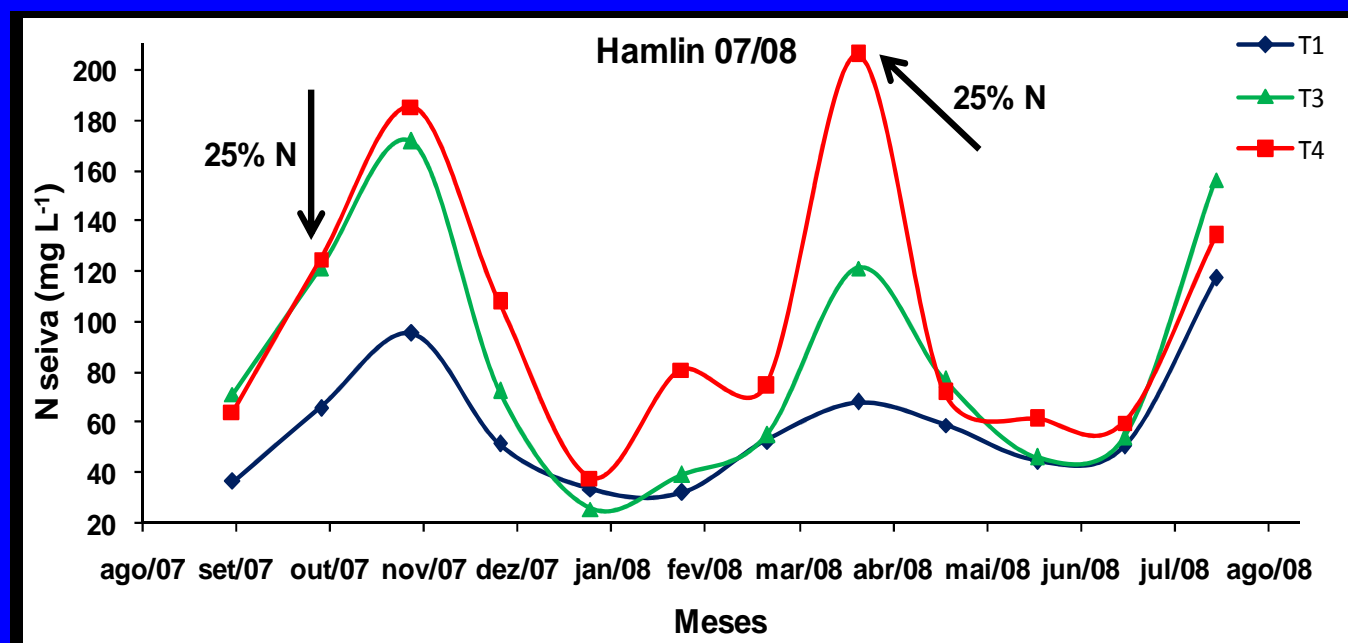


# Laranja Hamlin Fertirrigação

(Souza, 2010)

II SIMPÓSIO PAULISTA SOBRE NUTRIÇÃO DE  
IPLANTAS APLICADA A SISTEMAS DE ALTA  
PRODUTIVIDADE: DIAGNOSE FOLIAR EM  
HORTALIÇAS

## Estádio de desenvolvimento da cultura



Dose N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O: T1 - 0, T2 - 50%, T4 - 100%

Seiva responde de forma  
rápida a adubação



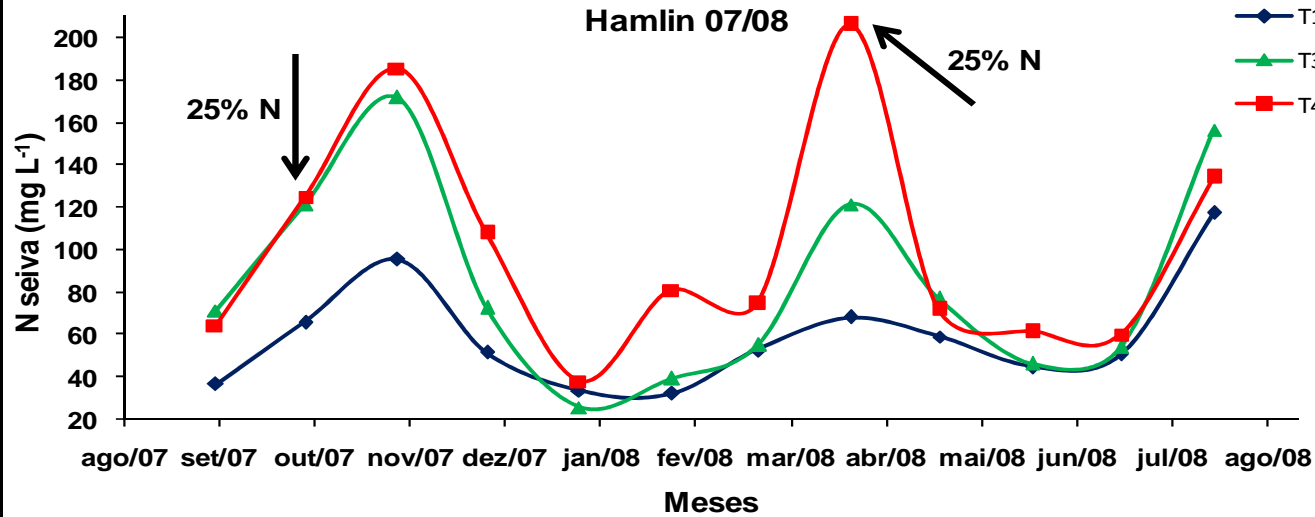
Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira



unesp

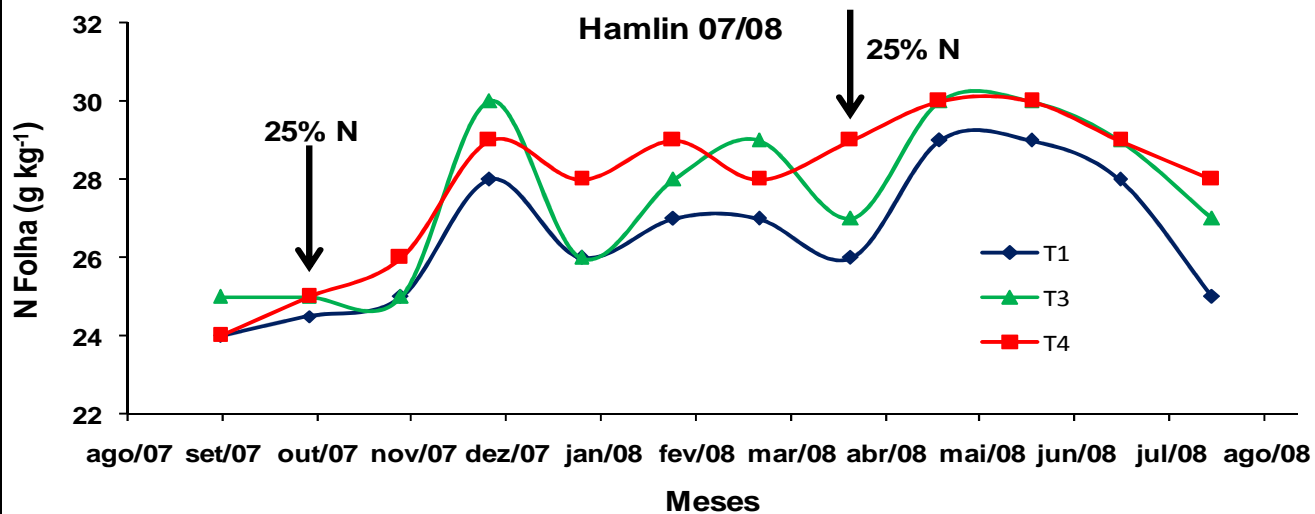
# Laranja Hamlin Fertirrigação

II SIMPÓSIO PAULISTA SOBRE NUTRIÇÃO DE  
IPLANTAS APLICADA A SISTEMAS DE ALTA  
PRODUTIVIDADE: DIAGNOSE FOLIAR EM  
HORTALIÇAS



(Souza, 2010)

Seiva mais sensível

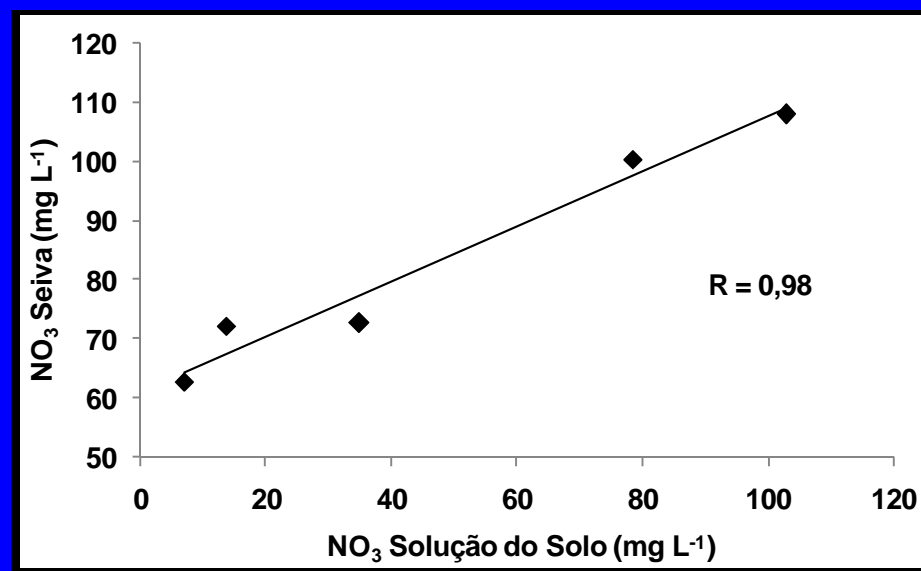
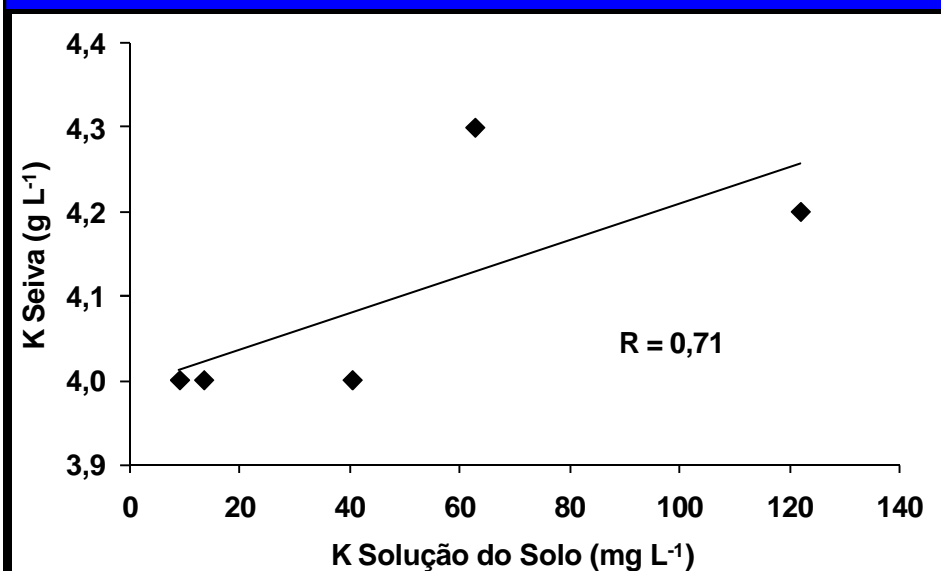


Folha demora um  
pouco mais a  
dar reposta de  
efeito da adubação

# Seiva x Solução do Solo

II SIMPÓSIO PAULISTA SOBRE NUTRIÇÃO DE  
IPLANTAS APLICADA A SISTEMAS DE ALTA  
PRODUTIVIDADE: DIAGNOSE FOLIAR EM  
HORTALIÇAS

correlação positiva com a concentração de nutrientes na  
Solução do Solo



Faculdade de Ciências Agrárias  
do Vale do Ribeira

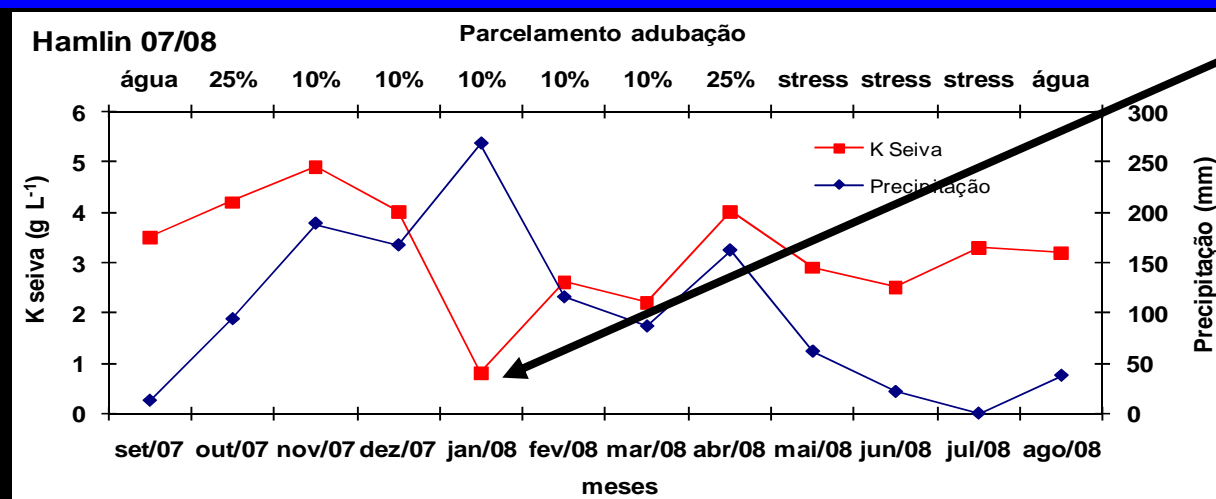
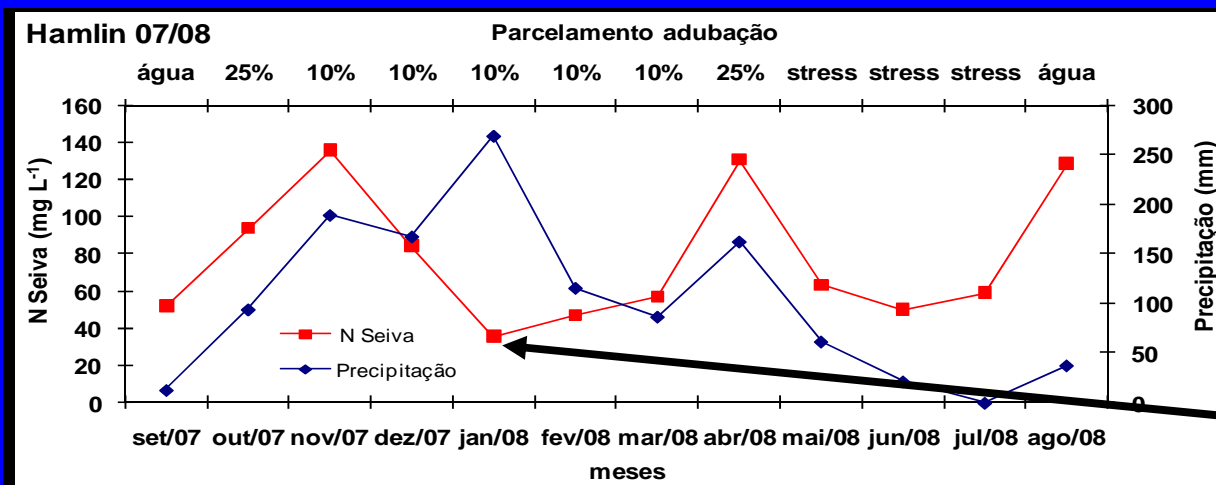


(Souza , 2010)

# Laranja Hamlin Fertirrigação

II SIMPÓSIO PAULISTA SOBRE NUTRIÇÃO DE  
IPLANTAS APLICADA A SISTEMAS DE ALTA  
PRODUTIVIDADE: DIAGNOSE FOLIAR EM  
HORTALIÇAS

(Souza, 2010)



↑ Precipitação

↓ Concentração na seiva

Janeiro/2008  
270 mm