

Simpósio IPNI Brasil



BOAS PRÁTICAS PARA
USO EFICIENTE DE
FERTILIZANTES NA
CULTURA DO CITROS

Uso da fertirrigação e hidroponia aberta

ROBERTO LYRA VILLAS BOAS
THAIS REGINA DE SOUZA

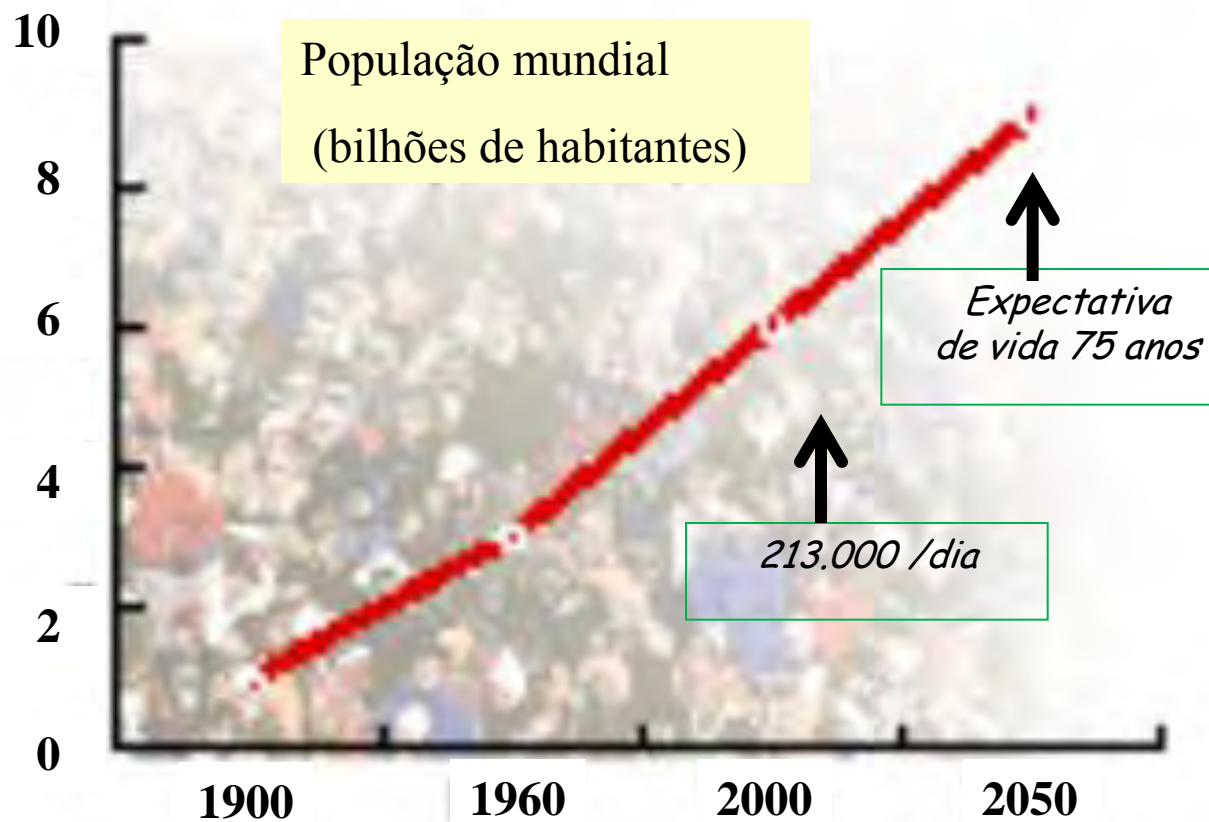
rlvboas@fca.unesp.br

08 e 09/OUTUBRO/2013
Bebedouro - SP

CONTEÚDO

- 1- *Fertirrigação uma nova revolução*
- 2- *Definições e conceitos*
- 3- *A fertirrigação com fator de eficiência dos fertilizantes*
- 4- *Porque a fertirrigação é mais eficiente*
- 5- *Onde pode haver problemas*
- 6- *Estratégias para cálculo da quantidade de nutrientes aplicadas via fertirrigação*
- 7- *Fatores que afetam a eficiência*
- 8- *Conhecimentos preliminares sobre manejo da fertirrigação*
- 9- *Uso da condutividade elétrica como controle da fertirrigação*
- 10- *Uso dos teores de nitrato, fosfato e potássio na solução do solo*
- 11- *A "seiva" da planta para manejo da fertirrigação*
- 12- *O uso da cor verde como ferramenta para manejo da fertirrigação*

1 - fertirrigação uma nova revolução



Demanda de alimentos

Produção de alimentos



Redução na relação quantidade de terra produtiva e número de habitantes

1970

3 800 m²
por pessoa



2010

2 200 m²
por pessoa



2050

1 700 m²
por pessoa



A revolução verde

A resposta virá do avanço tecnológico

*Norman Borlaug:
sem tecnologia de
ponta,
o mundo estaria
passando fome*



Premio Nobel da Paz, 1970

Fotos Corbis/Latinstock; Reuters

FERTIRRIGAÇÃO



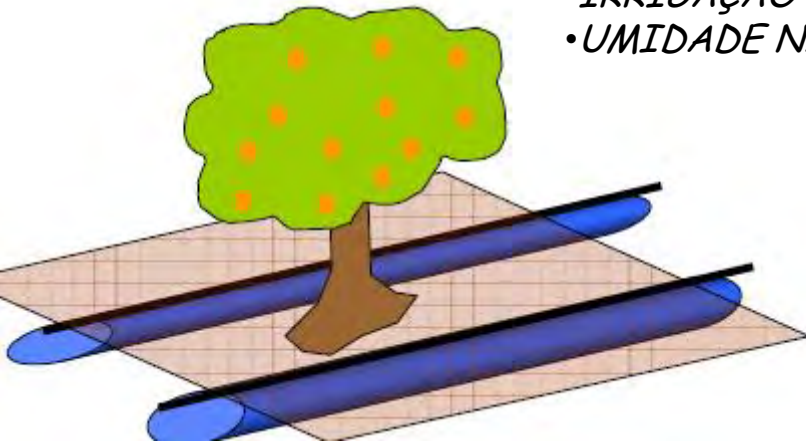
2- DEFINIÇÕES E CONCEITOS

hidroponia aberta

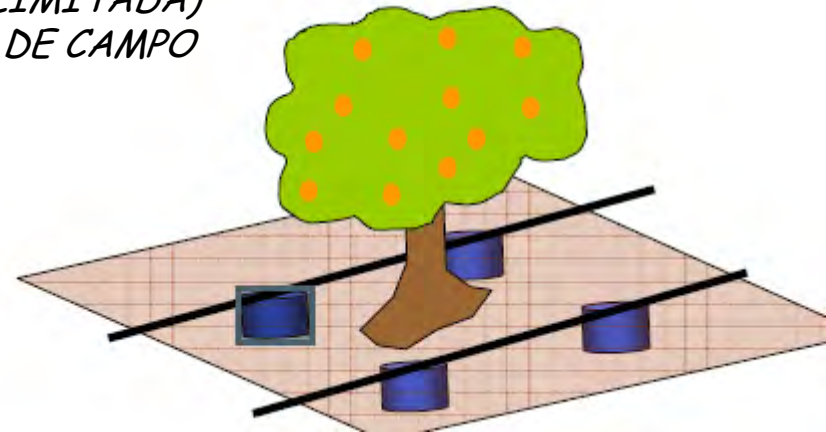
DEFINIÇÃO DE HIDROPONIA ABERTA:

APLICAÇÃO CONTINUA E BALANCEADA DE UMA MISTURA DE NUTRIENTES ATRAVÉS DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO, COM LIMITAÇÃO DA ZONA RADICULAR E MANUTENÇÃO DA UMIDADE DO SOLO NA CAPACIDADE DE CAMPO.

- *SOLUÇÃO NUTRITIVA*
- *IRRIGAÇÃO LOCALIZADA (LIMITADA)*
- *UMIDADE NA CAPACIDADE DE CAMPO*



Fertirrigação



Hidroponia aberta

VANTAGENS (SCHUMANN 2012 e STEVEN FALIVENE et al, 2005)

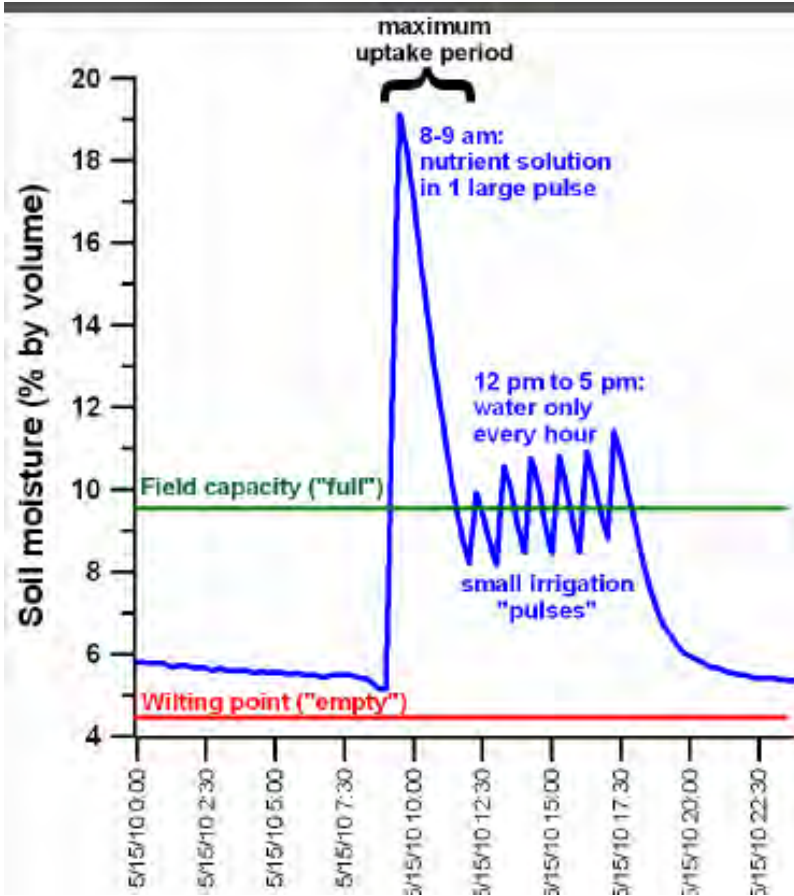
- AUMENTO DE PRODUTIVIDADE, ALTURA E VIGOR DAS PLANTAS, PRECOCIDADE;
- FACILIDADE DE ALTERAR A SOLUÇÃO DE SOLO (ALTA FREQUÊNCIA);
- MENOR PROBLEMAS COM SOLUÇÃO (REAÇÃO COM A AGUA);
- CONTROLE E MANEJO DOS NUTRIENTES ABSORVIDOS NOS ESTÁDIOS FISIOLÓGICOS;
- ÁREA RESTRITA: AUMENTA A CONCENTRAÇÃO DOS SAIS NO SOLO E A ABSORÇÃO;
- CONCENTRAÇÃO DE RAIZES FACILITA ABSORÇÃO DE ELEMENTOS COMO P (DIFUSÃO).

DESVANTAGENS HIDROPONIA ABERTA

- RESTRIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR
 - SISTEMA CONV. DE 25 A 35% DA ÁREA
 - HIDROPONIA ABERTA 8 - 15%
- RISCO DEVIDO A MANUTENÇÃO E SUPLEMENTAÇÃO DE AGUA E NUTRIENTES
- ELEVADA FREQUENCIA DE APLICAÇÃO (AUTOMAÇÃO)
- NECESSITA DE MELHOR CONTROLE DA UMIDADE (EXCESSO E FALTA)
- DEMANDA DE MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA

hidroponia aberta

características



Alta frequência (durante o dia 7 aplicações)

SCHUMANN 2012



Hidroponia aberta: plantas com 24 meses



Conventional methods



Advanced drip fertigation methods (OH)

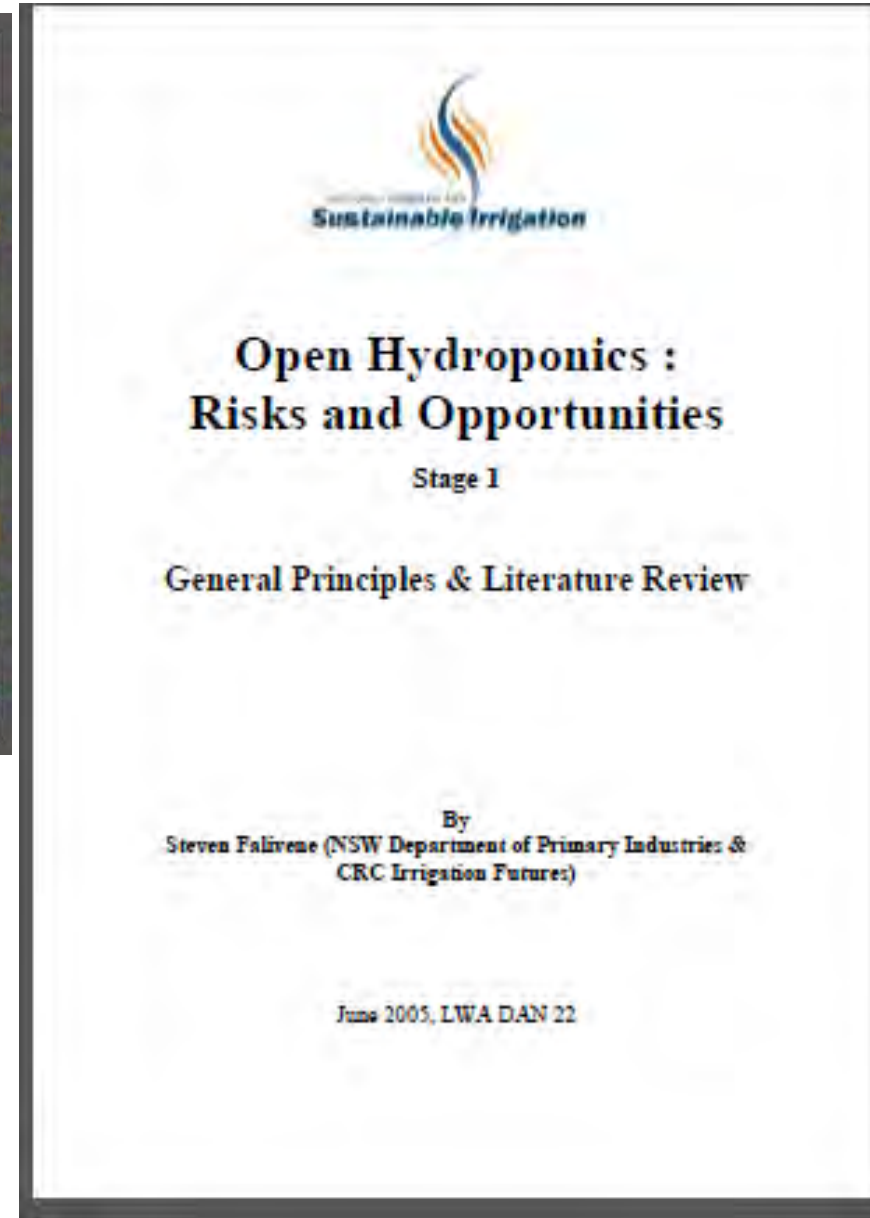
SCHUMANN 2012

OH = OPEN HYDROPONICS= HIDROPONIA ABERTA

LITERATURA SOBRE HIDROPONIA ABERTA



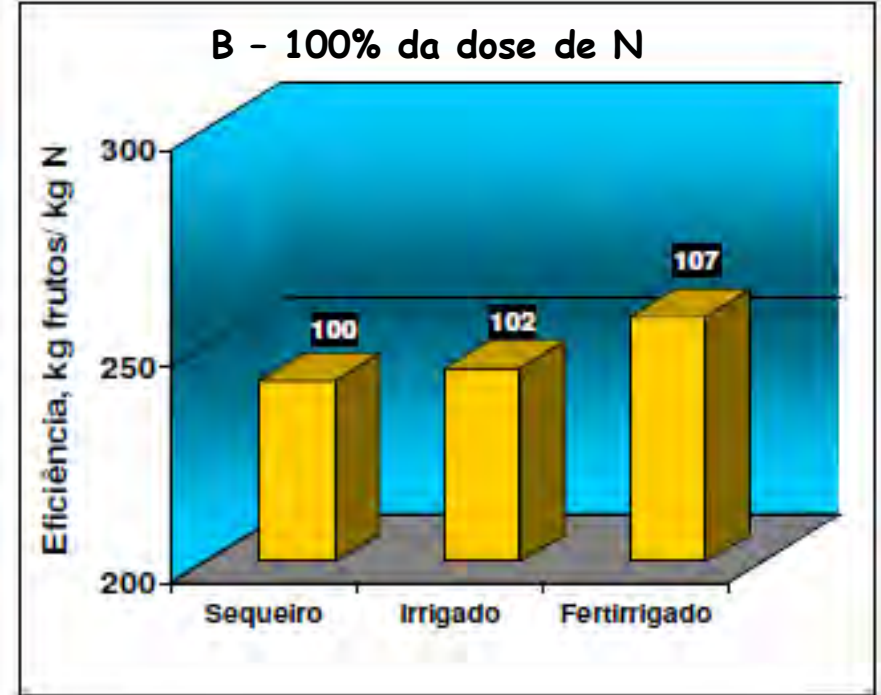
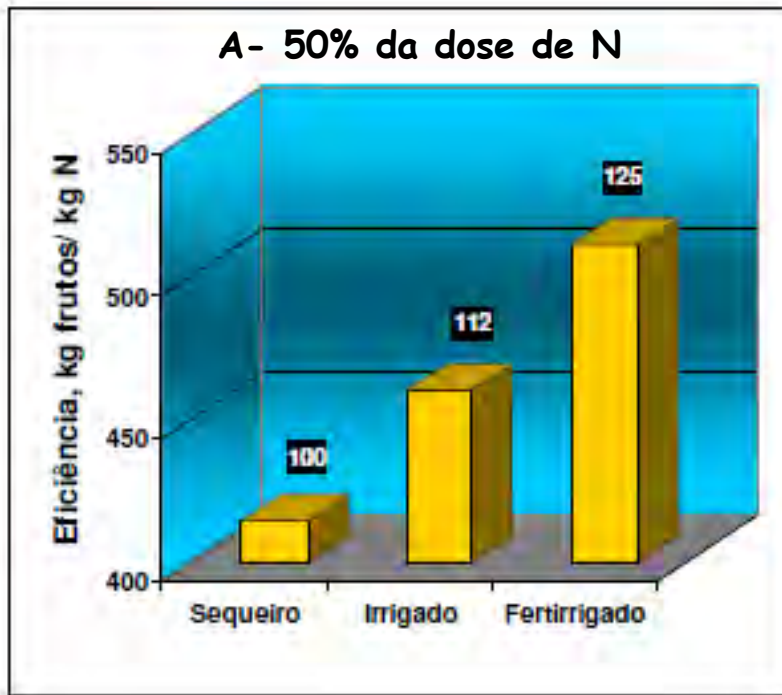
SCHUMANN et al, 2012



STEVEN FALIVENE et al, 2005

3- A FERTIRRIGAÇÃO COMO FATOR DE EFICIÊNCIA DOS FERTILIZANTES

Laranja natal 4 anos, experimento por 5 anos

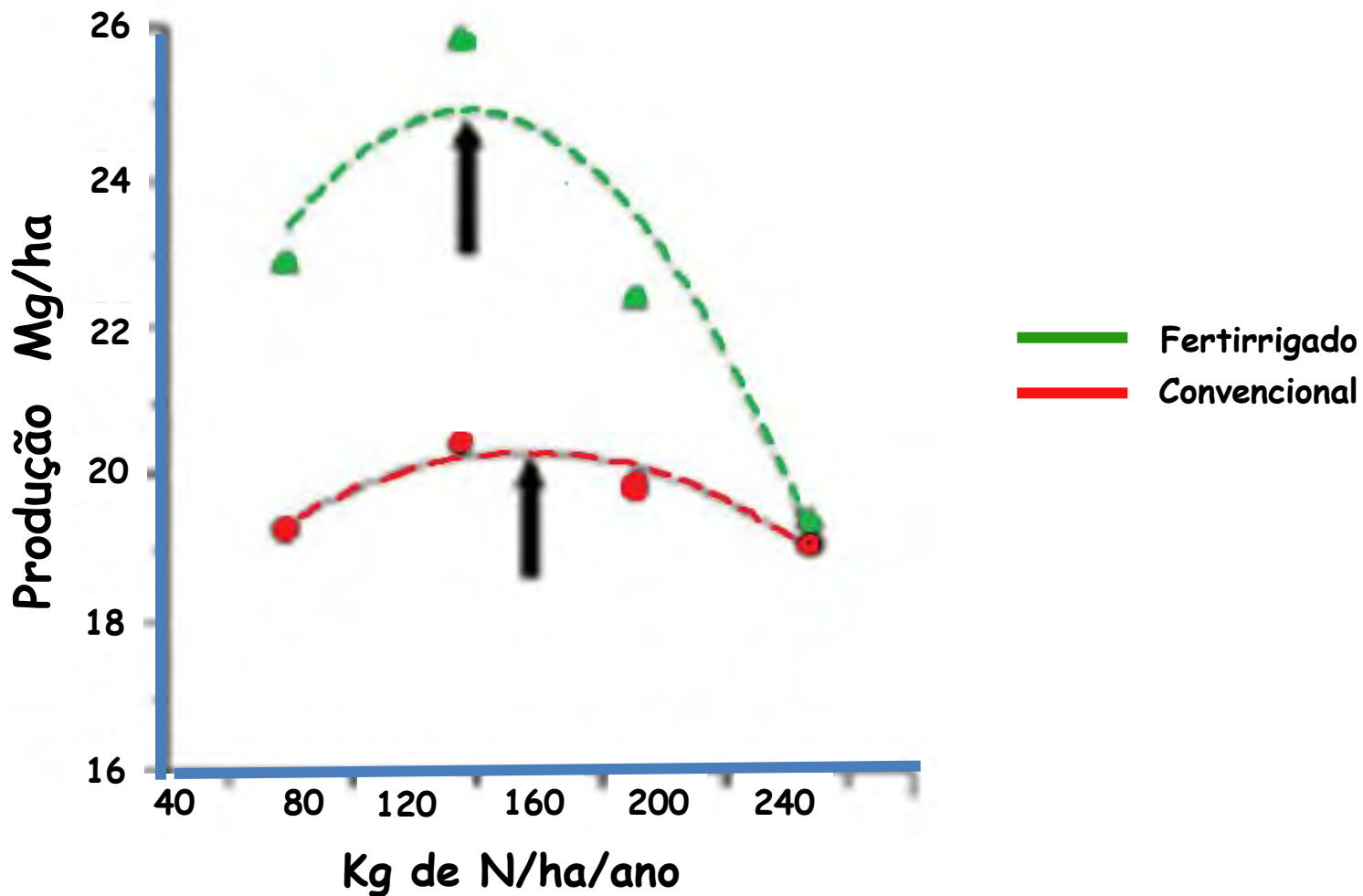


Eficiência do N aplicado na adubação sólida sem irrigação, sólida irrigada e fertirrigação em laranjeira.

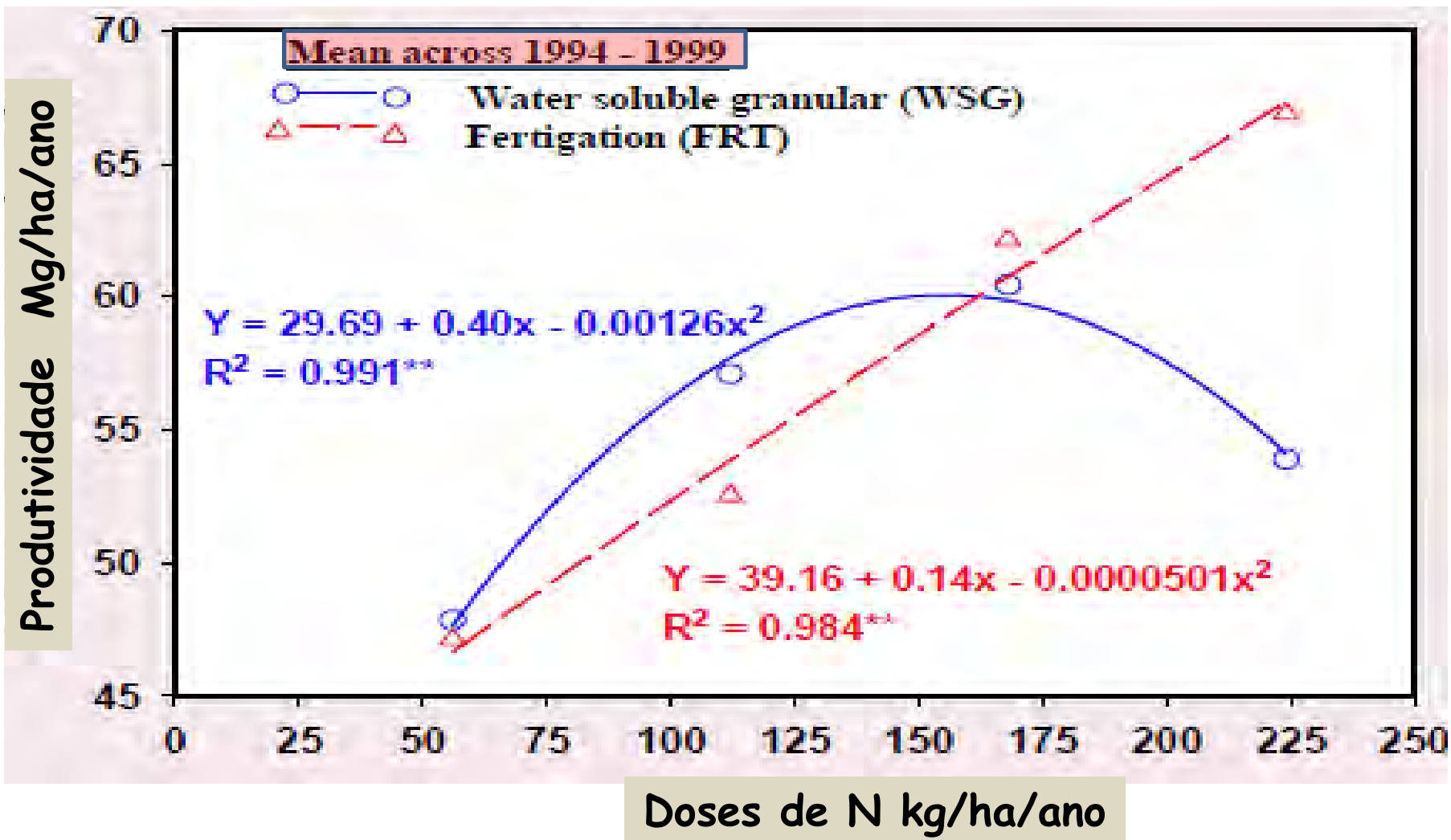
Fertirrigação x adubação convencional não irrigado = 25%

Fertirrigação x adubação convencional irrigado = 13%

Eficiência do uso de N fertirrigação x convencional



Schumann et al 2003



Alva et al., 2005;

Plantas com 25 anos White Marsh' grapefruit trees/ 'Sour orange' (268 trees/ha)

Tratamientos	Riego	Aplicaciones
A	Inundación	2/año
B	Inundación	5/año
C	Goteo	66/año
D	Goteo	66/año




% Recuperación del N procedente del fertilizante

Sistema	A	B	C	D
Parte aérea	54	56	64	57
Sistema radical	9	7	11	14
Árbol completo	63	63	75	71
Mayores eficiencias en los árboles de riego a goteo ⇒ Reducción de la dosis de N				
N-org. (0-90 cm)	13	14	12	12
N-min. (0-90 cm)	7	9	1	1
Total suelo	20	23	13	13
Órganos caídos	2,3	3,7	2,1	2,4
Agua de drenaje	0,1	0,1	0,0	0,0
Sistema	86,4	89,8	90,1	86,4





Eficiencia máxima: 75%

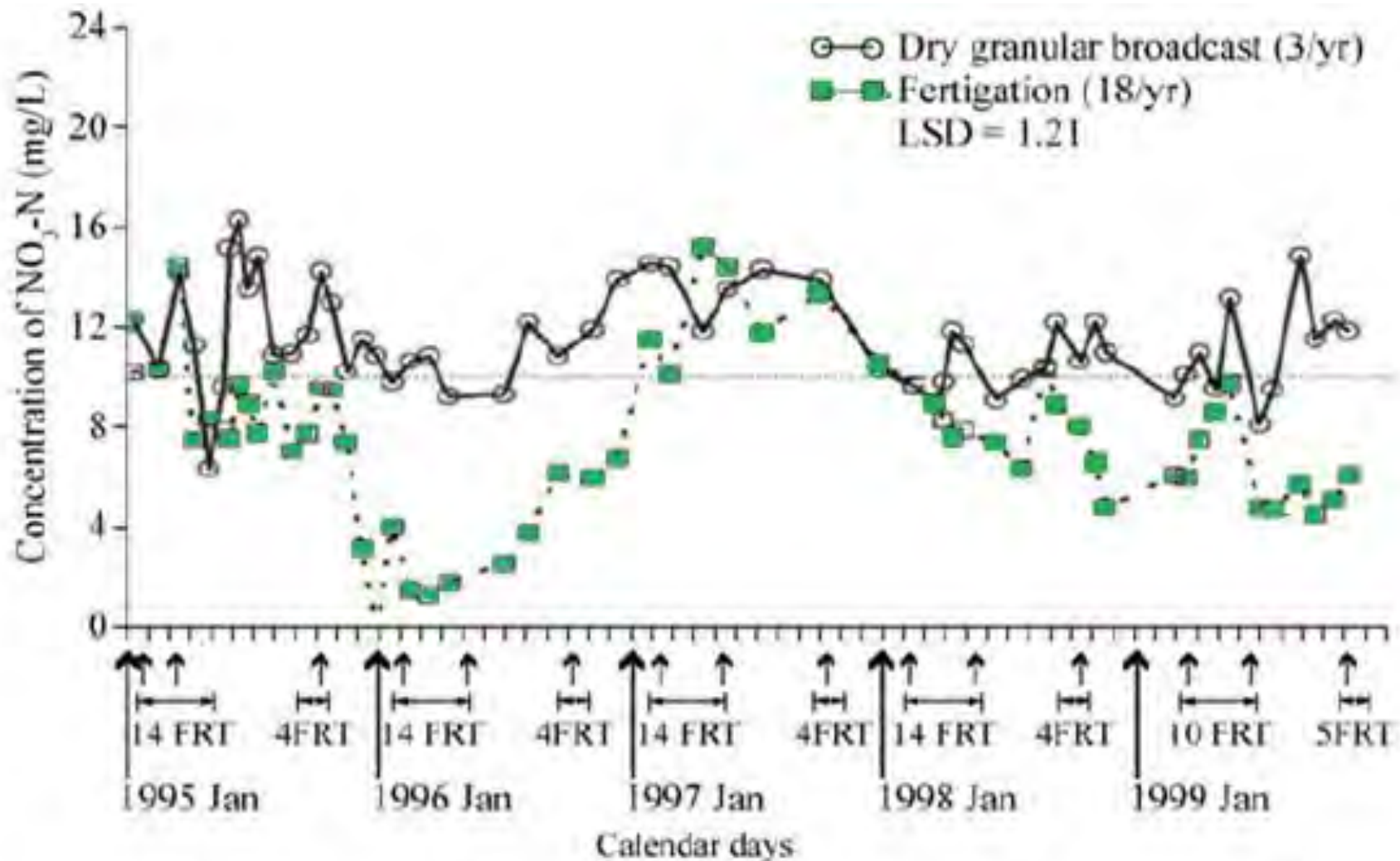


4- PORQUE A FERTIRRIGAÇÃO É MAIS EFICIENTE?

-  **facilita e uniformiza a aplicação de fertilizantes (inclusive micronutrientes); aplicação rápida; menores perdas;**
-  **distribuição homogênea de fertilizantes e localização onde de fato está sendo aplicada a água;**
-  **Parcelamento e sincronização com a necessidade nutricional das plantas;**







4- PORQUE A FERTIRRIGAÇÃO É MAIS EFICIENTE?

-  controle da profundidade de aplicação do fertilizante;
-  possibilidade de injeção de outros produtos químicos;
-  diminuição na contaminação de águas subterrâneas com nutrientes contidos nos fertilizantes.
-  O sistema possui ferramentas para rápida correção da dose de fertilizante aplicado.



Concentração de nitrato em águas subsuperficiais em função do modo de aplicação de Nitrogênio (Alva, dados não publicados)

5- ONDE PODE HAVER PROBLEMAS?

-  ***maiores cuidados com as características das fontes de fertilizantes em função da aplicação nos bulbos (pH, CE);***
-  ***uso de fertilizantes de qualidade com alto grau de pureza e solúveis;***
-  ***misturas de produtos que gerem subproduto de baixa solubilidade;***
-  ***Entupimento por algas e filamentos de fungos;***
-  ***Fertirrigação em períodos chuvosos;***
-  ***Envolve novos conhecimentos → capacitação técnica***

6- Estratégias para cálculo da quantidade de nutrientes aplicados via fertirrigação



$$\text{kg/ha de Nutriente} = \frac{\text{kg /ha de nutriente absorvido pela planta/ano} - \text{kg /ha de Nutriente disponível no solo}}{\text{Eficiência}}$$

Curva de acúmulo

$$\text{K kg/ha} = \frac{(180 - 70) \times 110}{0,8} = 165 \text{ kg de K}_2\text{O} = 274 \text{ kg kCl/ha}$$

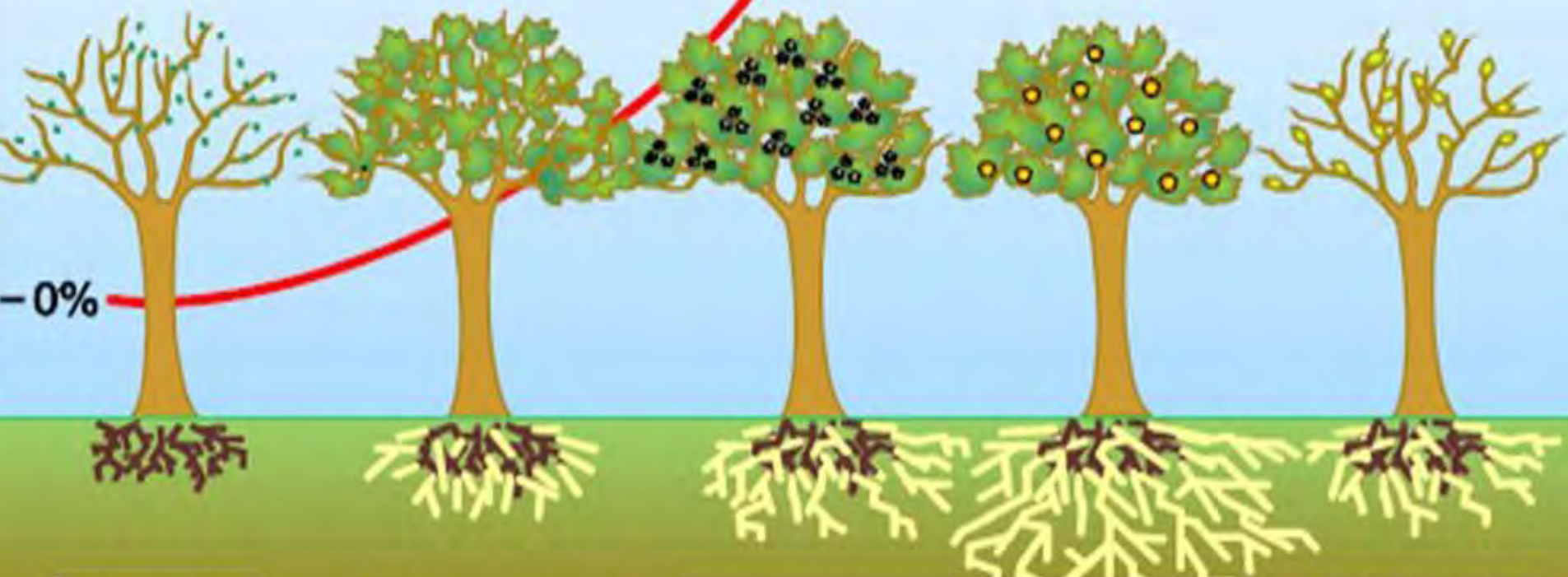
Tendo no solo $3 \text{ mmol}_c \text{ de K/dm}^3$ e considerando que será disponibilizado para a cultura

$0.9 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$

- 100%

Curva de acúmulo
de nutrientes

- 0%



brotação

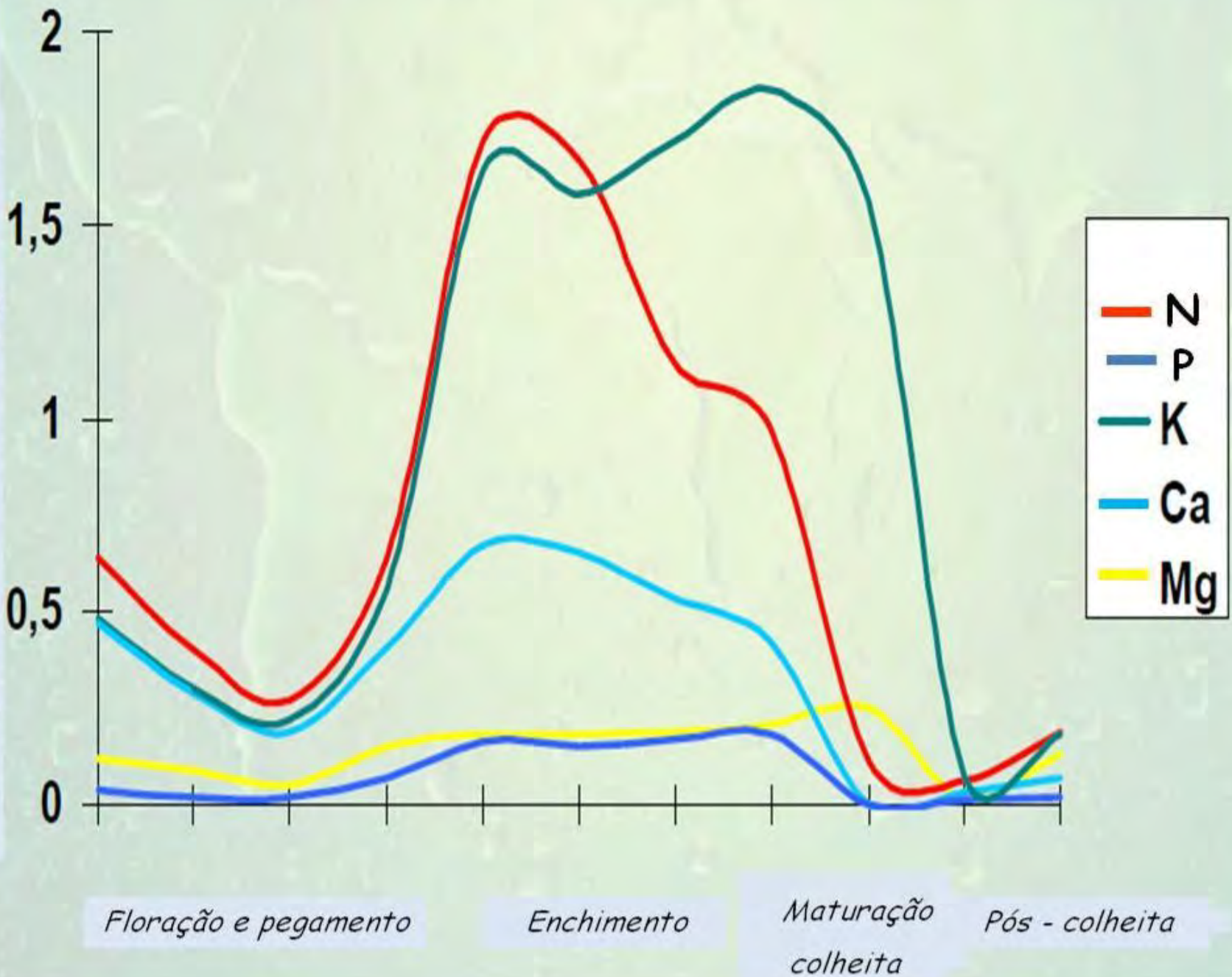
crescimento

Floração e
pegamento

Crescimento e
maturação

Pós colheita

Absorção de nutrientes (kg/ha/dia)



Pode-se extrapolar a partir da produção pendente...

Espécie	N	P2O5	K2O	MgO	CaO	S
	-----g/t de fruta fresca -----					
Laranja	1773	506	3194	367	1009	142
Mandarim	1532	376	2465	184	706	111
Limão	1638	366	2086	509	658	74
pomelo	1058	298	2422	183	673	90

Horverda, 2003

Pode-se aproximar melhor a demanda a medida que outros órgãos são considerados

	Unidade	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Nutrientes: formação de folha	kg/ha	85	18	108
Nutrientes para produção de frutos	kg/t	1,77	0,51	3,19
	70 t/ha	124	35	223
Total (foliar + fruto)	kg/ha	209	53	331

Nitrógeno absorbido del fertilizante y su distribución

	Porcentajes relativos (g/100 g árbol completo)			
Órganos	A	B	C	D
Fruto	26	29	24	22
T. Órganos jóvenes	47	51	39	39
T. Órganos viejos	39	37	47	41
PARTE AÉREA	86	88	86	80
SIST. RADICAL	14	12	14	20
N absorbido árbol (g)	78	79	94	88

Legaz 2003

Completa-se a demanda inserindo a eficiência em função do sistema de irrigação

Eficiência de Aprov. dos nutrientes	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
Sulco	40- 60	10- 20	65-75
Aspersão	60- 70	15-25	70-80
gotejo	75- 85	25-35	80-90

		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Total (foliar + fruto)	kg/ha	208	54	332
Ef. de gotejamento		80	30	85
kg/ha para 70 t/ha		260	180	390

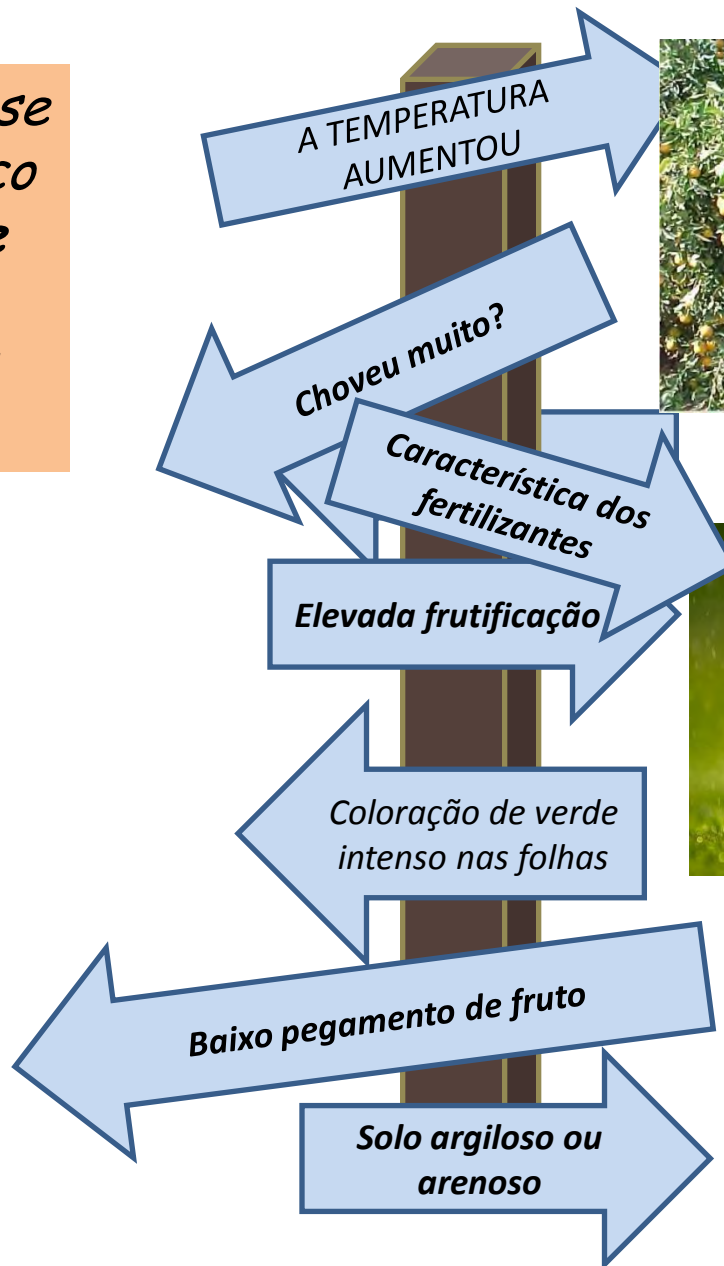
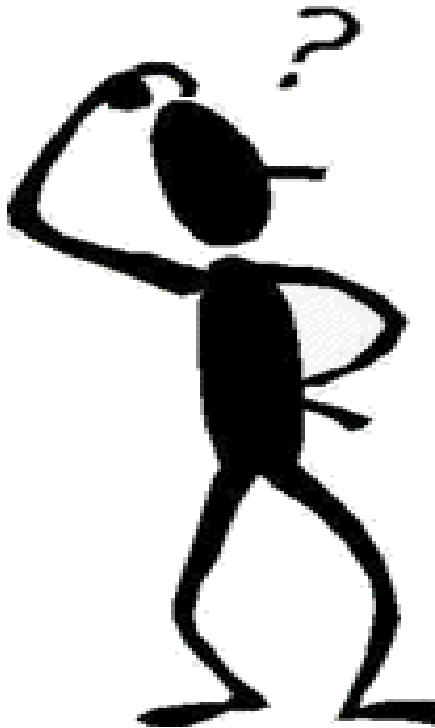
7-Fatores que afetam a eficiência e a disponibilidade de nutrientes

clima {
Chuvas intensas
Seca prolongada
Temperatura/ umidade relativa do ar
Luz (dias nublados)
Estresse

manejo da cultura {
Controle de plantas daninhas
Doenças e pragas
Irrigação/sistema e manejo
Adubos/Adubação (quant.)/ parcelamento
Modo de aplicação
Manejo da entrelinha

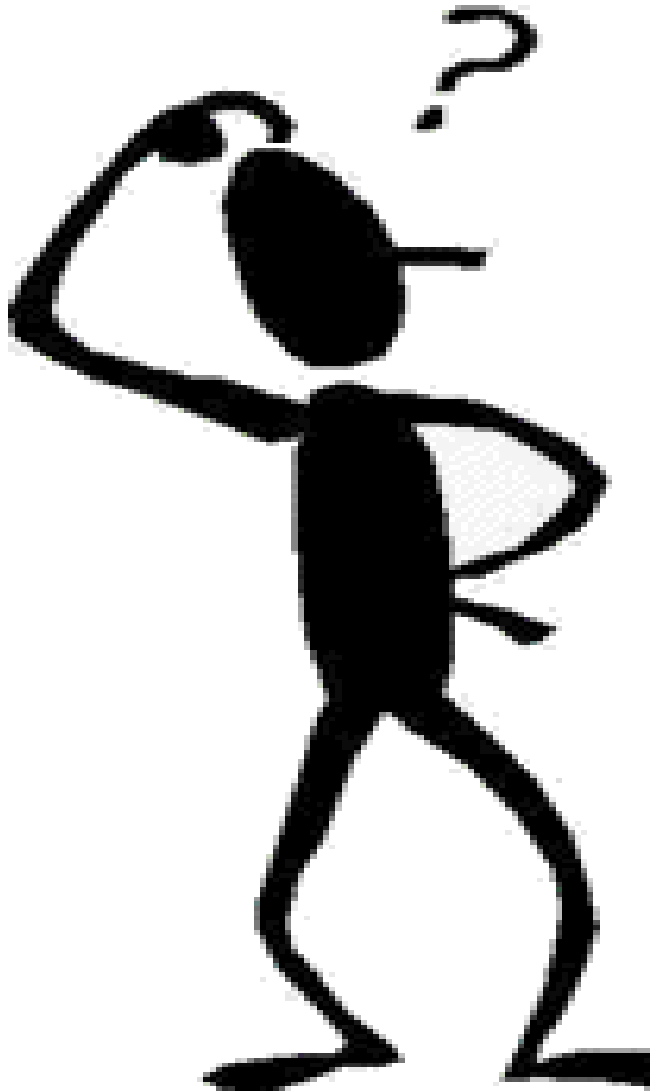
Solo {
Tipo de solo
Fertilidade do solo

O técnico no campo baseia-se no seu conhecimento prático para fazer os ajustes de adubação, usando as ferramentas disponíveis: análise de solo e foliar



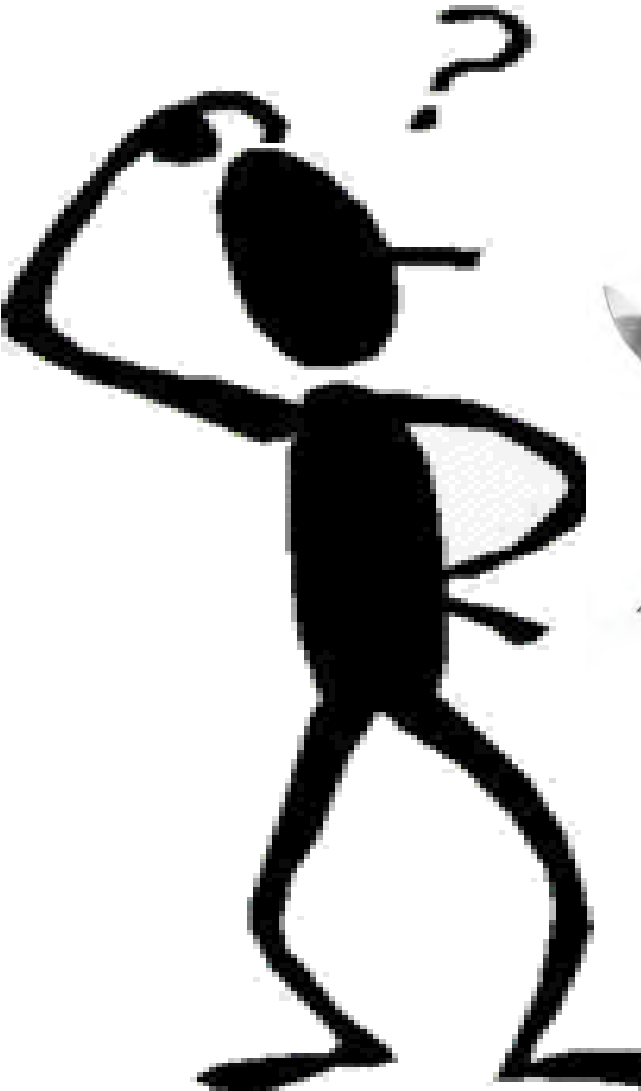
Porém na fertirrigação há outras ferramentas que podem auxiliar nesta recomendação

Para a adubação convencional as ferramentas disponíveis são:



**Análise de solo
Análise foliar**

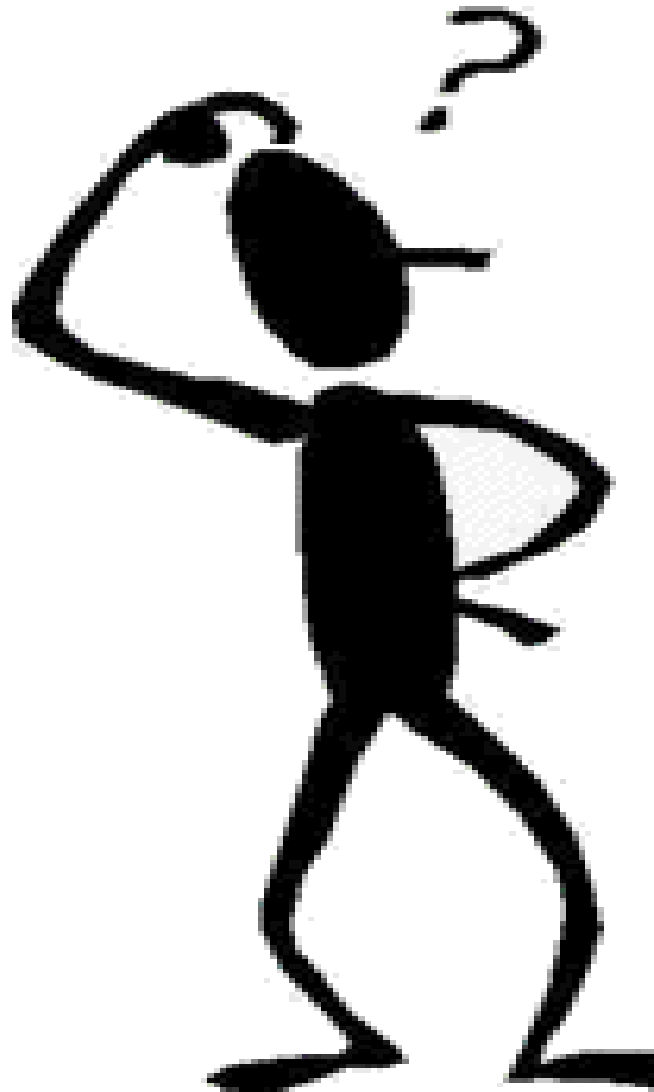
Para a fertirrigação além da duas há:



na solução do solo:

- *condutividade elétrica*
- *teor de nitrato*
- *teor de K*
- *pH da solução*
- *teor de Ca*
- *teor de fosfato*
- *outras*

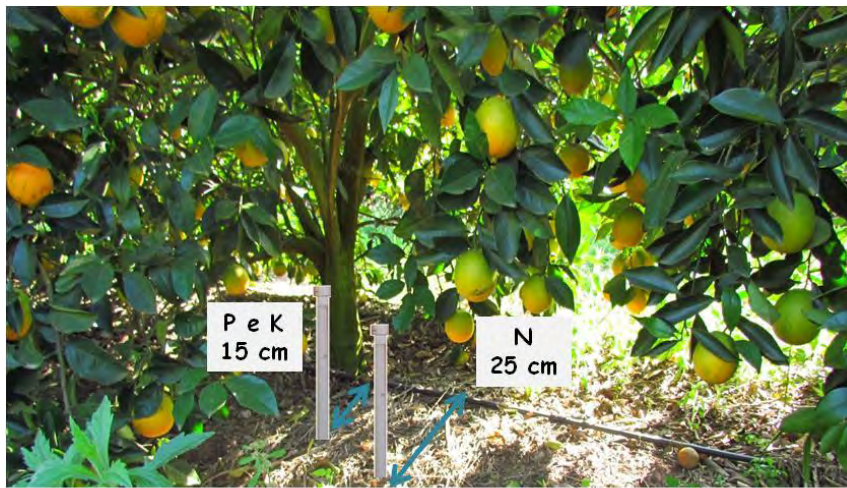
Para a fertirrigação além da duas há:



na planta:

- nitrato e potássio na seiva*
- intensidade de cor verde*

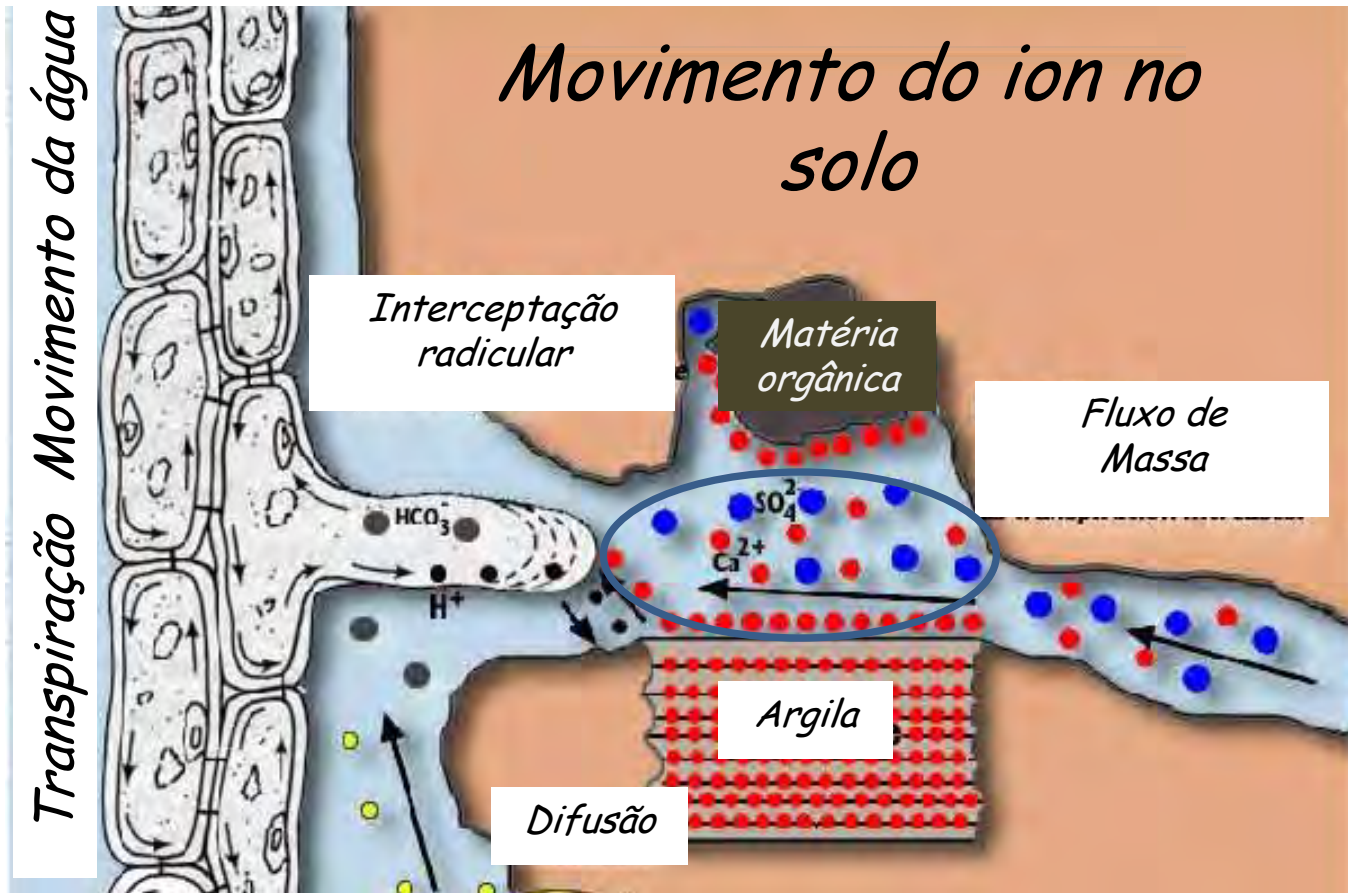




8-Alguns conhecimentos preliminares



SOLUÇÃO DO SOLO



Extrator de Solução do Solo

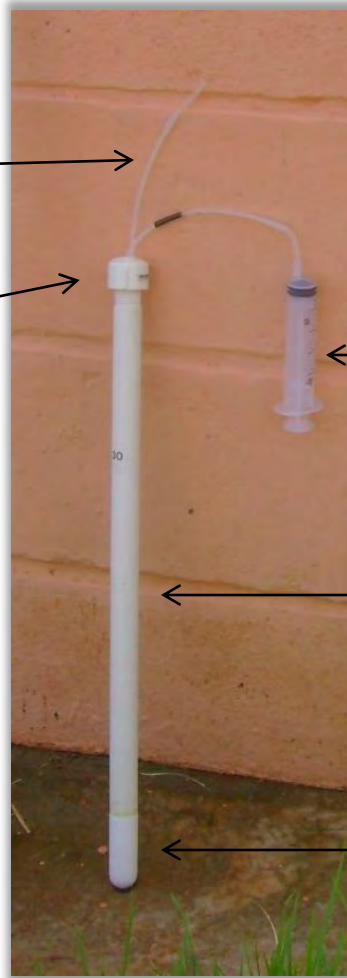
Aplicação do vácuo

Vedação

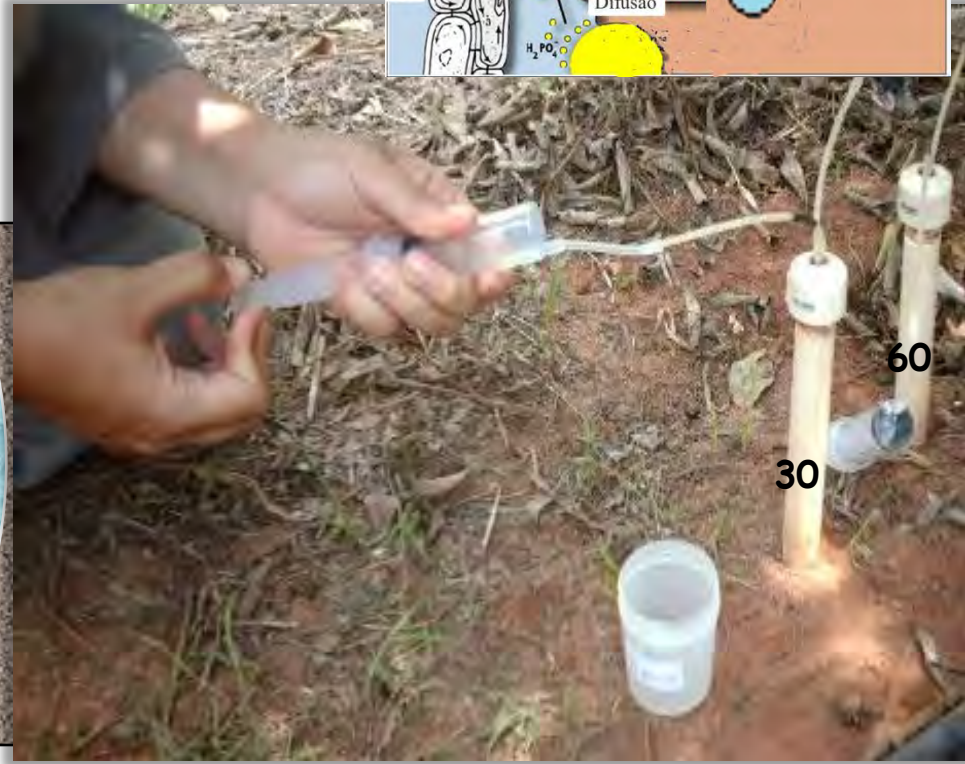
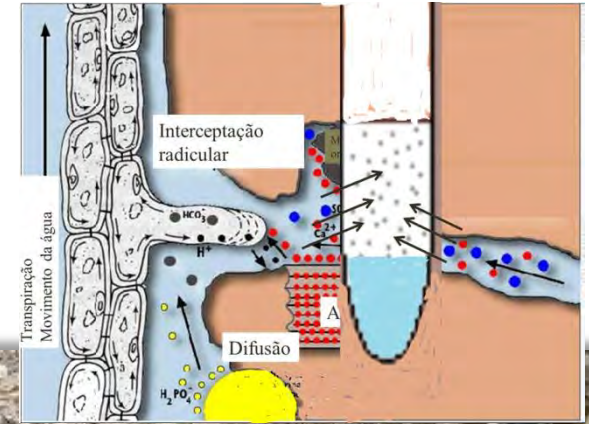
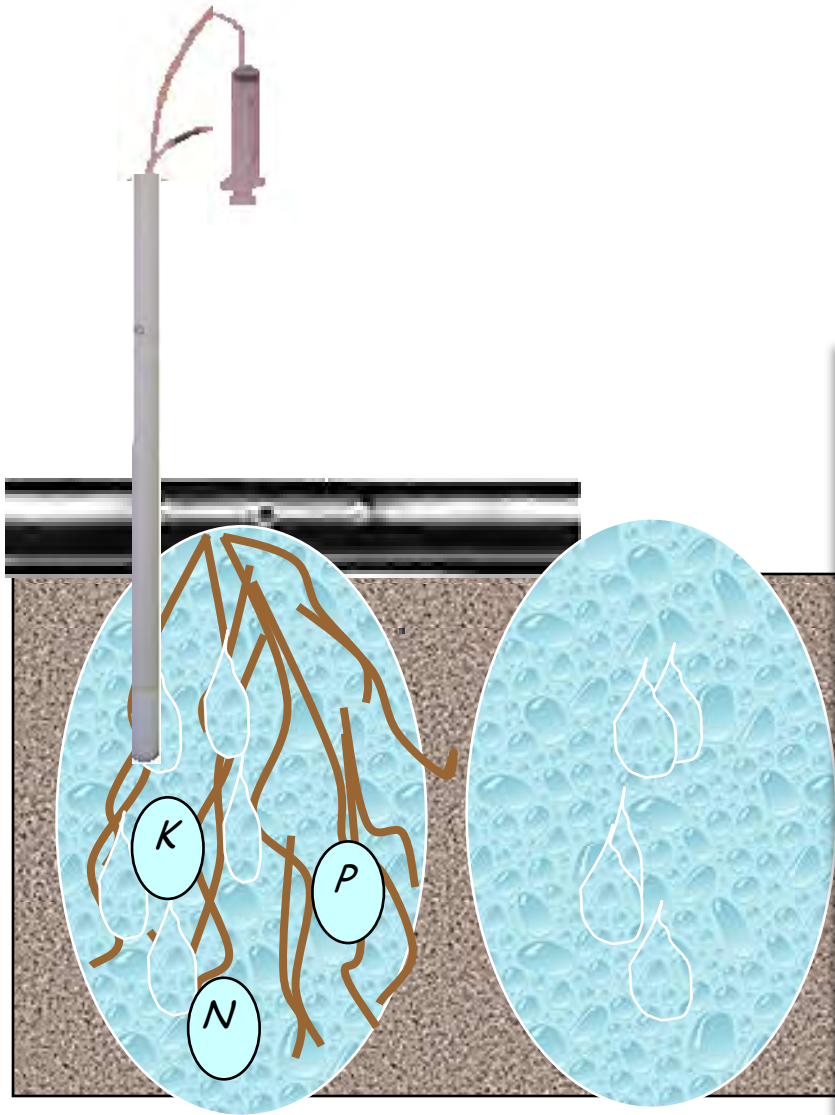
Coleta da solução

Tubo de PVC

Cápsula porosa



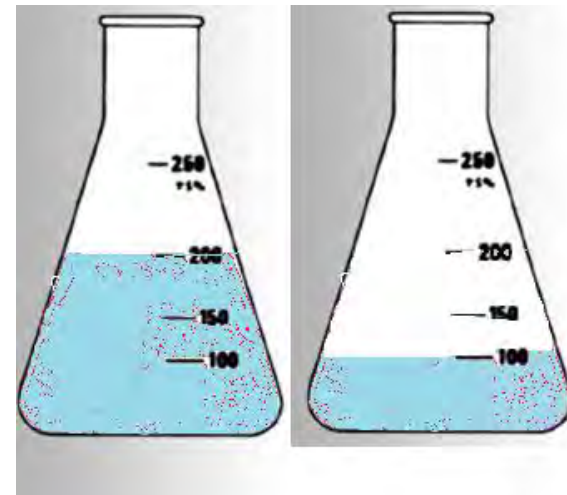
Posicionamento e profundidade dos extratores



Posicionamento e profundidade dos extratores



Como considerar a umidade do solo?

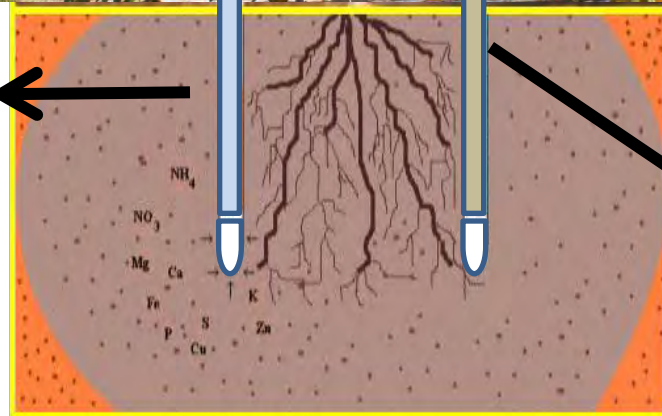


1,01 dS/m

2,00 dS/m

Volume menor de água no solo os sais de concentram (↑ CE) e num volume maior diluem (↓ CE)

Tensiômetro
ou
Medidor de umidade



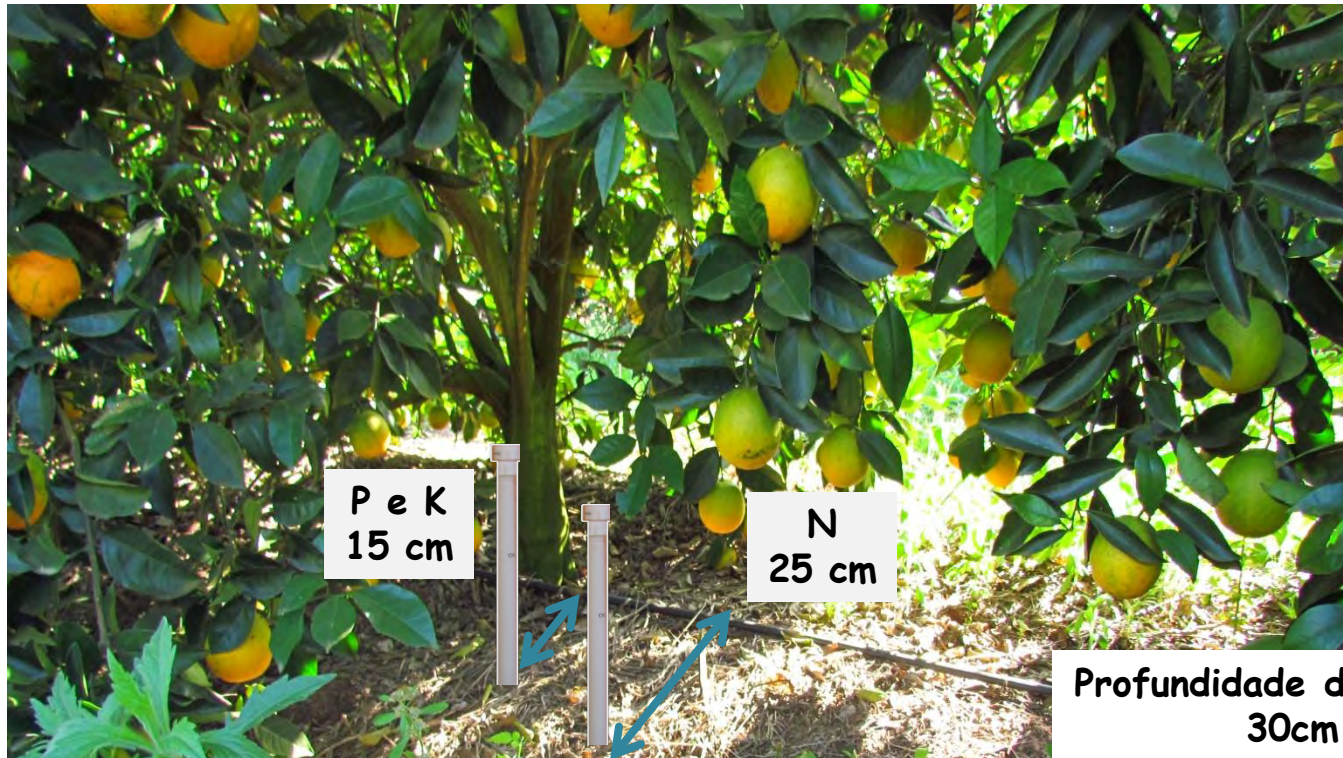
Extrator de solução

Foto: Dias et al 2004

Onde e quando retirar a solução?

Vácuo 4 horas após fertirrigação

Extração da solução 2 horas após o vácuo

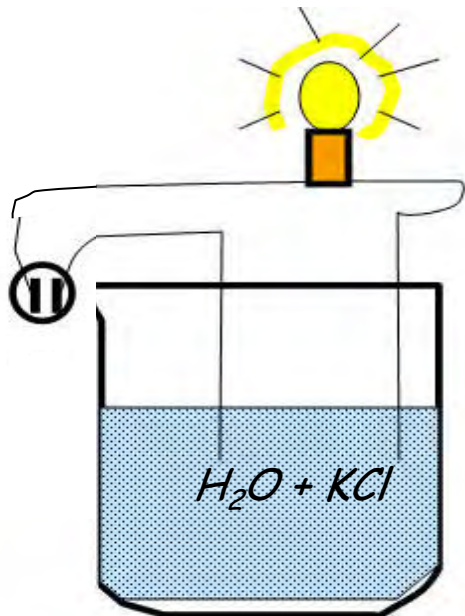


SALOMÃO, 2009

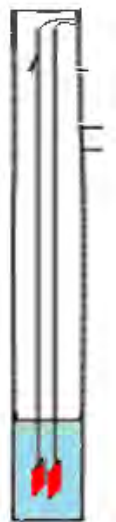
O que se determina na solução do solo?

nutrientes na solução do solo	FORMA QUÍMICA
Nitrogênio	NO_3^- , NH_4^+
Fósforo	H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}
Potássio	K^+
Cálcio	Ca^{+2}
Magnésio	Mg^{+2}
Enxofre	SO_4^{-2}
Micronutrientes	H_2BO_3^- , Cu^{+2} , Fe^{+2} , Fe^{+3} , Mn^{+2} , Mn^{+4} , Zn^{+2}

Condutividade elétrica - CE



Água + adubo
Bom condutor de
eletricidade



CONDUTIVIMETRO



1,41 dS/m
1410 mS/cm

A UNIDADE DE CORRENTE ELÉTRICA É O **SIEMENS**

Como relacionar condutividade elétrica com os fertilizantes?

Fertilizantes	CE dS/m
Sulfato de Amônio	2,1
Nitrato de Amônio	1,5
Uréia	0,07
Map	0,8
Ácido Fosfórico	1,7
Nitrato de Potássio	1,2
Cloreto de Potássio	1,7
Sulfato de Potássio	1,4
Nitrato de Cálcio	1,1
Nitrato de Magnésio	0,9

A CE será de 1,1 dS/m quando 1 g de Nitrato de Cálcio é misturada em 1 Litro de água

*1 g Nitrato de K/L (1,2dS/m)
1 g de Map /L (0,8 dS/m)
Solução 2,0 dS/m*



Outros usos da CE

Determinar a velocidade de deslocamento do fertilizantes;

Determinar tempo mínimo de injeção para obter uniformidade nos talhões



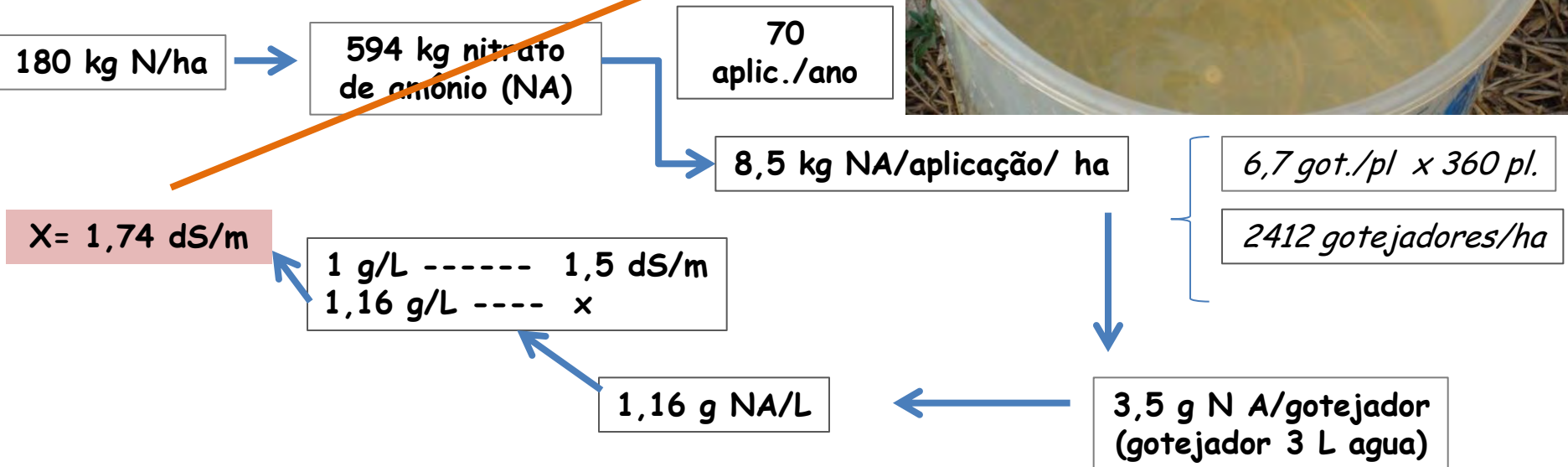
Descrição do sistema:

- linha lateral de 150 m, emissores a cada 1,5 m,
- tempo da água ou solução percorrer a tubulação: 25 minutos.

T injeção (min)	T lavagem (min)	Uniformidade %
50	50	100
50	0	25
25	25	95

Outros usos da CE

Checar se a adubação programada é a que efetivamente esta chegando à planta



Avaliar se a adubação não está causando estresse às plantas

REDUÇÃO DO RENDIMENTO AFETADO PELA SALINIDADE EM LARANJEIRA

% de redução	CE no ext. de Sat. do solo	CE na água de irrigação	Lâmina de lixiviação
	----- dS/m -----		----- % -----
0	< 1,7	< 1,1	6
10	2,3	1,6	10
25	3,2	2,2	14
50	4,8	3,2	20

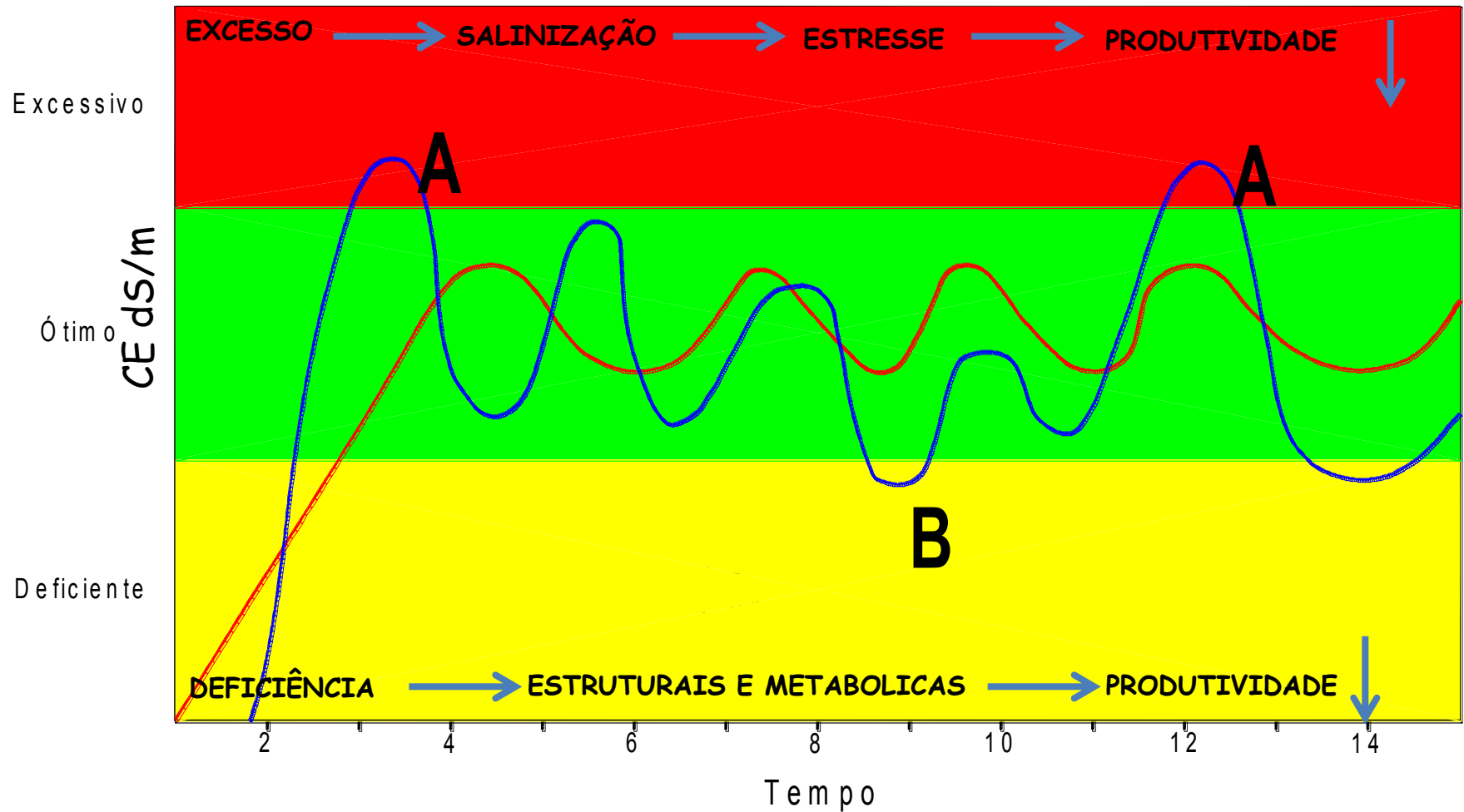
A FERTIRRIGAÇÃO:

PERMITE AJUSTE DINÂMICO DA DOSE DE FERTILIZANTE APLICADO;

NÃO USAR O AJUSTE DA ADUBAÇÃO LIMITA OS RESULTADOS FAVORÁVEIS DA TÉCNICA !

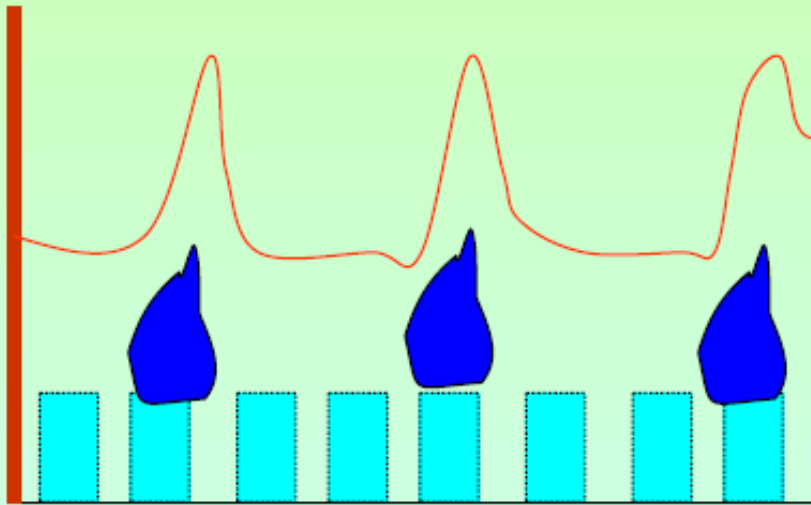


9- USO DA CONDUTIVIDADE ELETRICA DA SOLUÇÃO DO SOLO COMO CONTROLE

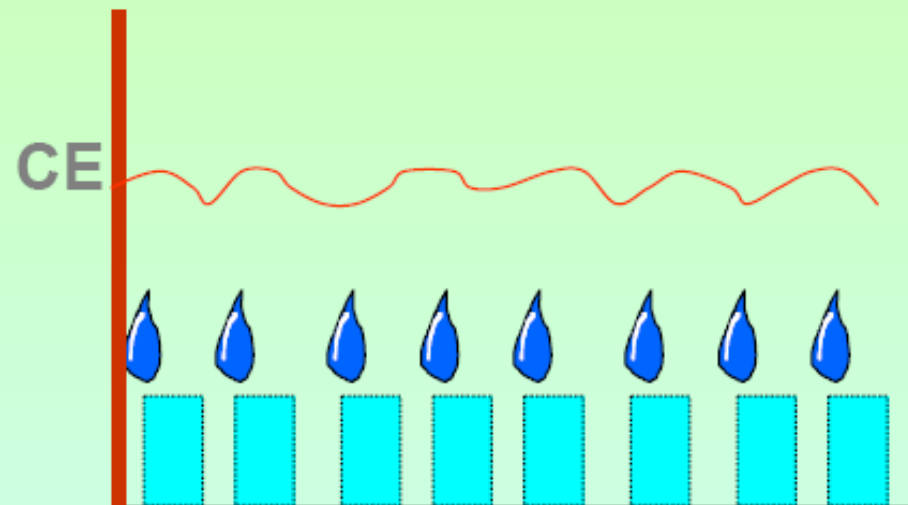


A CE É ALTERADA PELA FREQUÊNCIA COM QUE A FERTIRRIGAÇÃO É APLICADA?

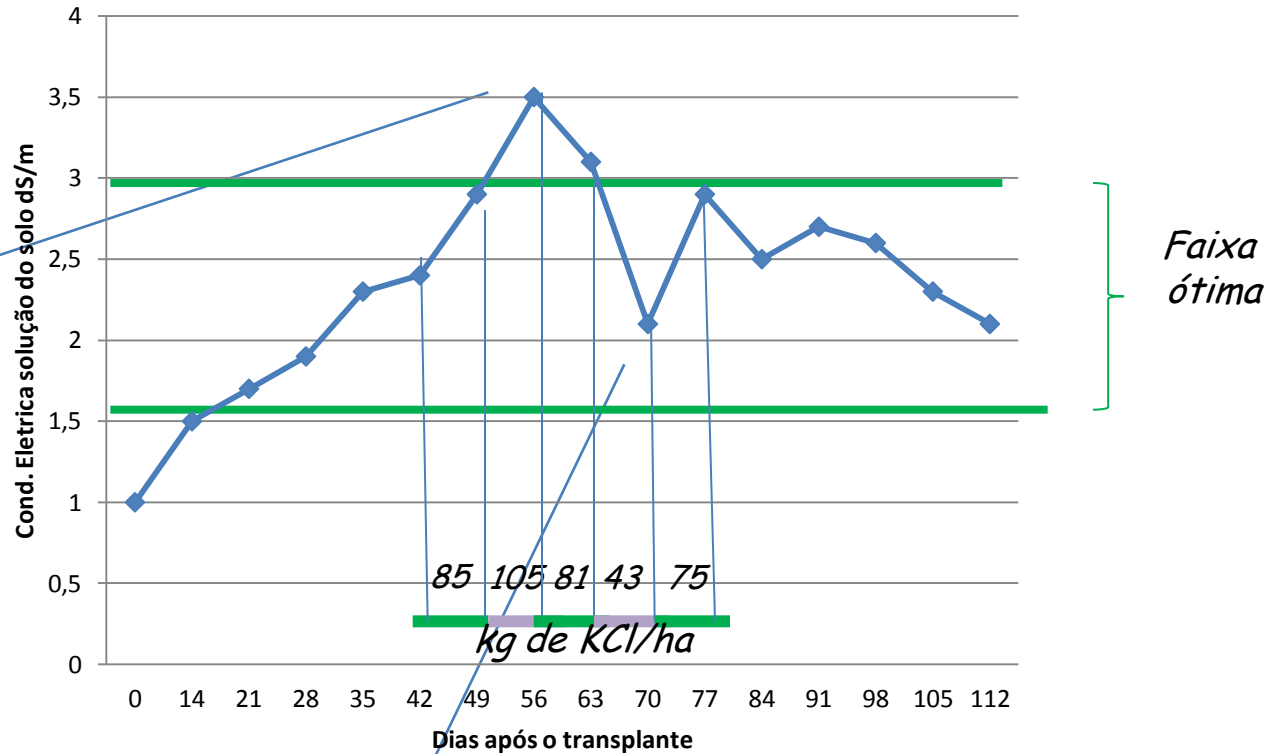
PERIÓDICA: a cada 10 dias



Fertirrigação diária



Como utilizar a CE no acompanhamento da fertirrigação?



Aumento da CE sobra de adubo no solo

Diminuir a adubação

Diminuição da CE: irrigação em excesso
Chuva ou absorção pela planta

Aumentar adubação

Solução do solo: safra 2007/2008 e 2008/2009

Solução do solo – Valência 30 e 60 cm Média 11 coletas

Solução do solo – Hamlin 30 e 60 cm Média 11 coletas

Idade das plantas 5 e 6 anos.

Tratamento	pH	CE dS m ⁻¹
Prof. 30 cm		
T1 (0%)	5,7	0,2
T2 (25%)	5,2	0,4
T3 (50%)	3,8	0,7
T4 (100%)	3,6	1,0
T5 (200%)	3,3	1,6
Tratamento	117,9 **	106,0 **

Tratamento	pH	CE dS m ⁻¹
Prof. 30 cm		
T1 (0%)	6,1	0,1
T2 (25%)	5,2	0,4
T3 (50%)	4,6	0,6
T4 (100%)	4,0	0,9
T5 (200%)	3,6	1,5
Tratamento	90,3 **	91,7 **

A CE é sensível para discrimina as doses

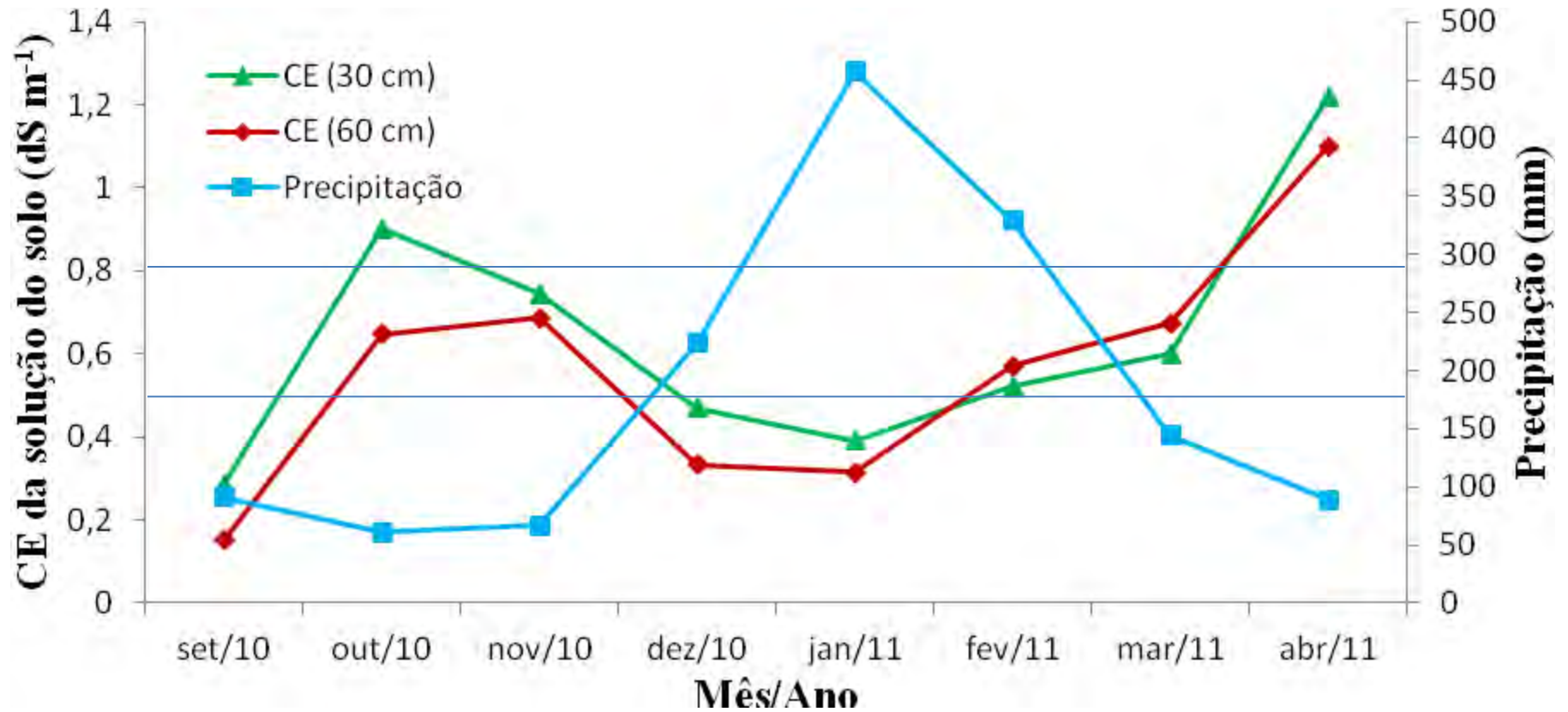
Tratamento	pH	CE dS m ⁻¹
Prof. 60 cm		
T1 (0%)	5,6	0,1
T2 (25%)	5,0	0,3
T3 (50%)	3,8	0,6
T4 (100%)	3,4	1,0
T5 (200%)	3,5	1,5
Tratamento	202,4 **	149,1 **

Tratamento	pH	CE dS m ⁻¹
Prof. 60 cm		
T1 (0%)	6,3	0,1
T2 (25%)	5,3	0,3
T3 (50%)	5,1	0,4
T4 (100%)	4,2	1,0
T5 (200%)	3,7	1,4
Tratamento	115,9 **	82,2 **

A adubação estava chegando até 60 cm

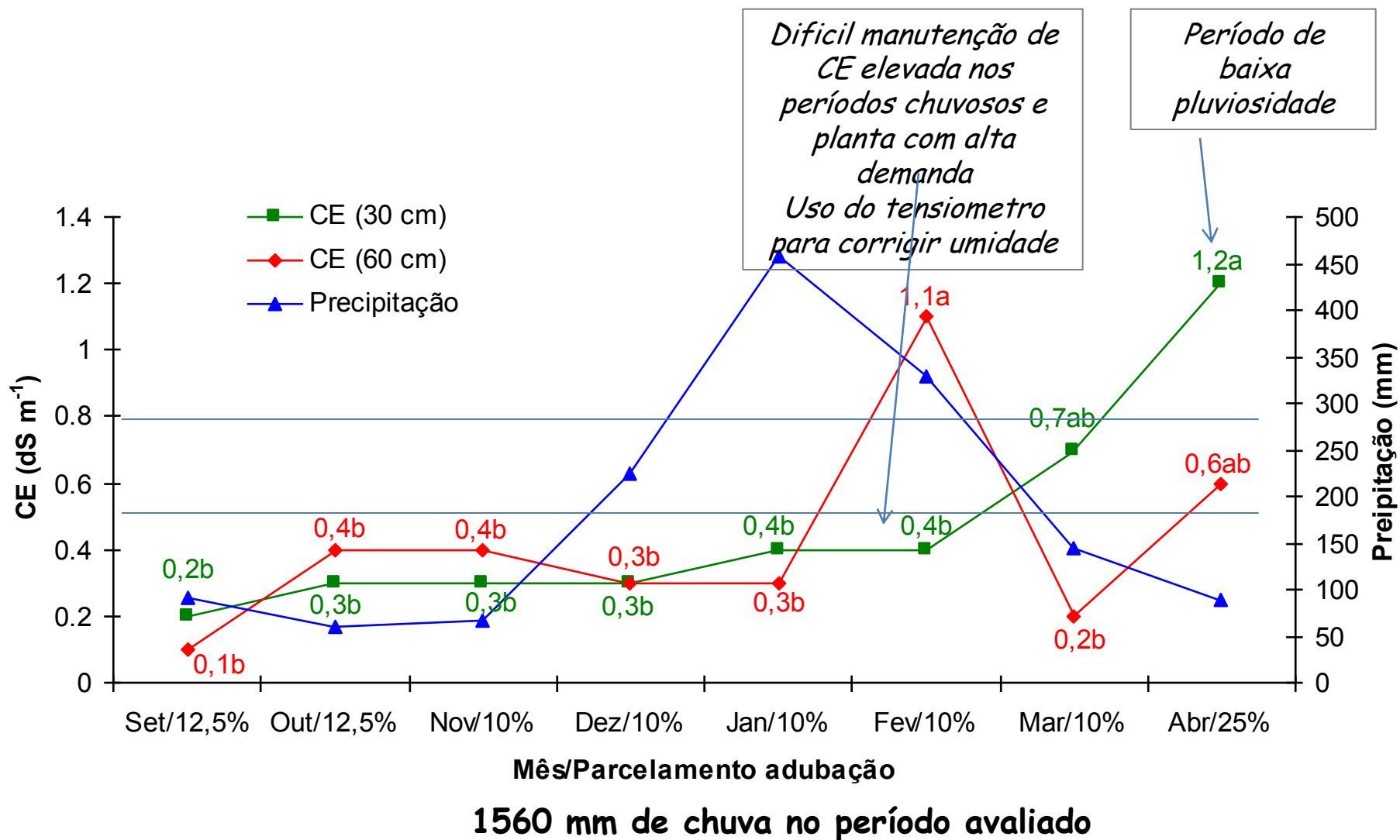
Observar pH nas 2 profundidades

Hammlin /swingle 2010/ 2011 - 8 anos, 7 x 4 m,

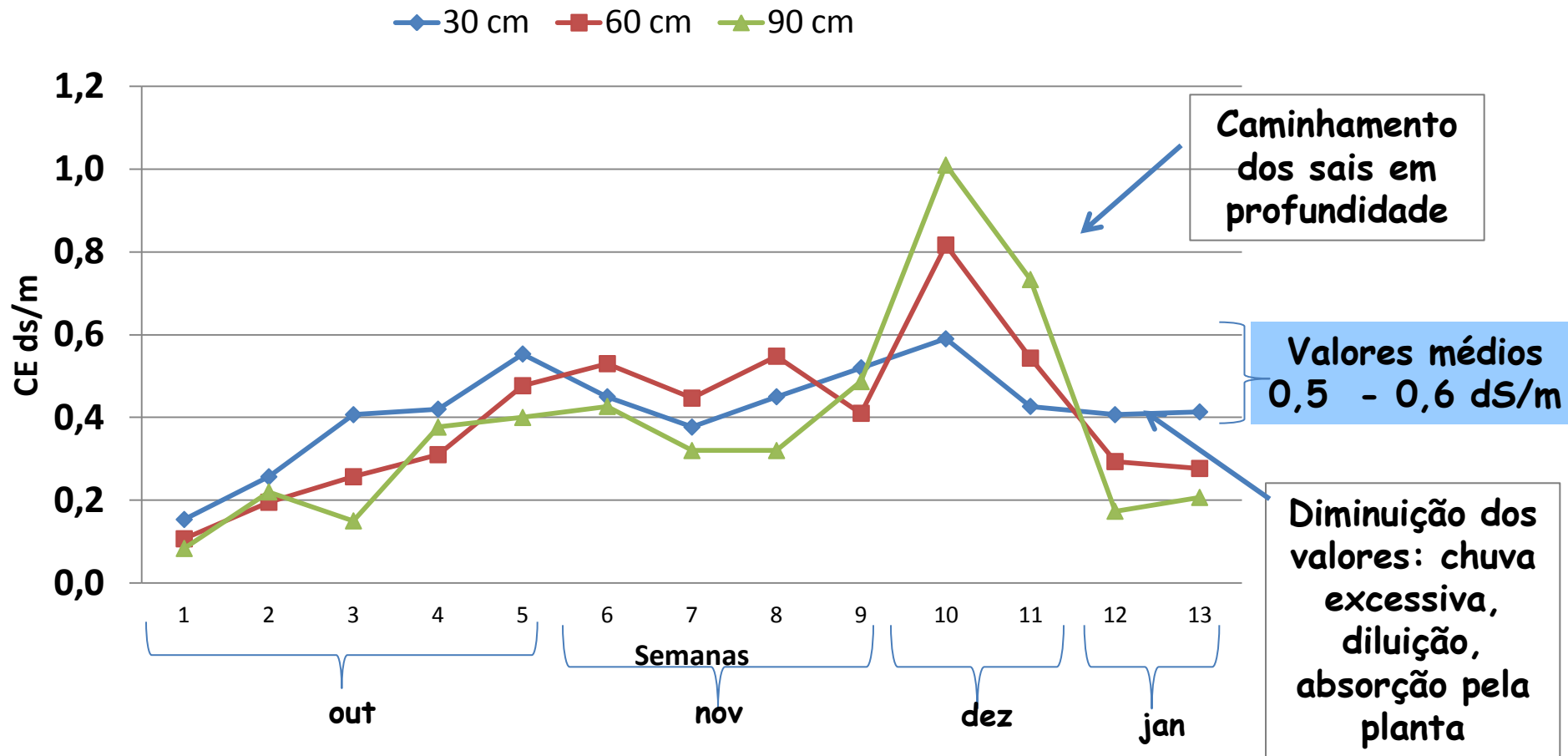


Fiori , 2012 (dados não publicados)

Valência/Citrumelo 'Swingle', 8 anos, 7 x 4 m, safra 2010/2011



Safra 2011/2012, valência/swingle 8 anos, Argissolo



Acompanhamento da CE na fazenda EMU - safra 2011/2012

Souza, 2012 dados não publicados

Outras medidas específicas da solução do solo e as "ferramentas" para determinação



(10-500mg/l) C/ 100 TIRAS



Solução do solo – Hamlin 30 e 60 cm - 2007/2008

Tratamento	N-NH ₄	N-NO ₃	K
	----- mg L ⁻¹ -----		

Prof. 30 cm

T1 (0%)	6,4	11,5	7,6
T2 (25%)	8,5	22,6	20,1
T3 (50%)	7,7	31,1	28,4
T4 (100%)	23,3	52,9	58,1
T5 (200%)	59,8	97,4	85,7
Tratamento	46,1 **	52,9 **	40,0 **

Prof. 60 cm

T1 (0%)	9,4	10,1	10,1
T2 (25%)	8,3	23,6	18,4
T3 (50%)	7,4	25,6	18,7
T4 (100%)	16,9	61,4	48,6
T5 (200%)	31,2	91,6	86,1
Tratamento	17,1 **	65,1 **	46,0 **

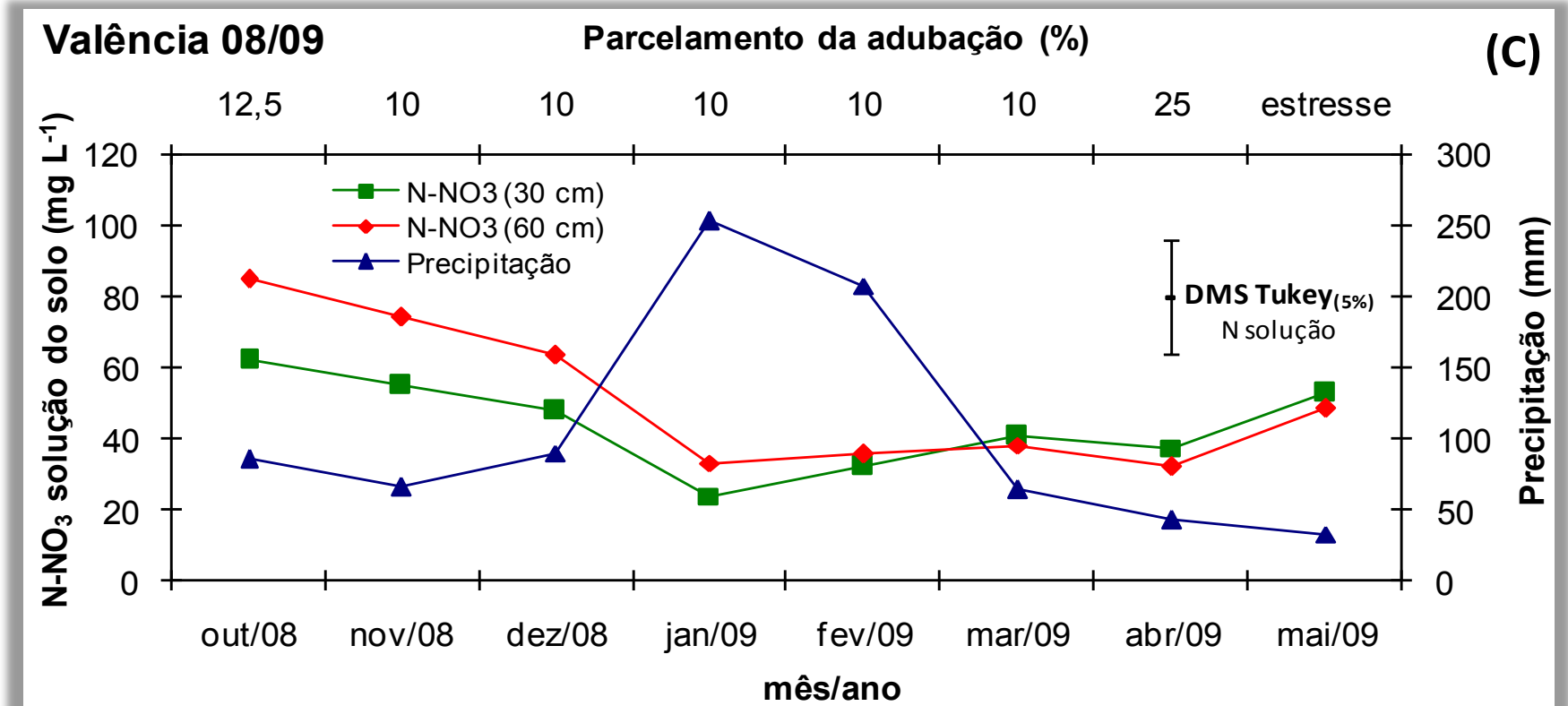


O N-NO₃, NH₄ e K foram sensíveis para discriminar as doses; elevado valor de NH₄ (pH)

Houve aumento de NO₃, NH₄ e K também em profundidade

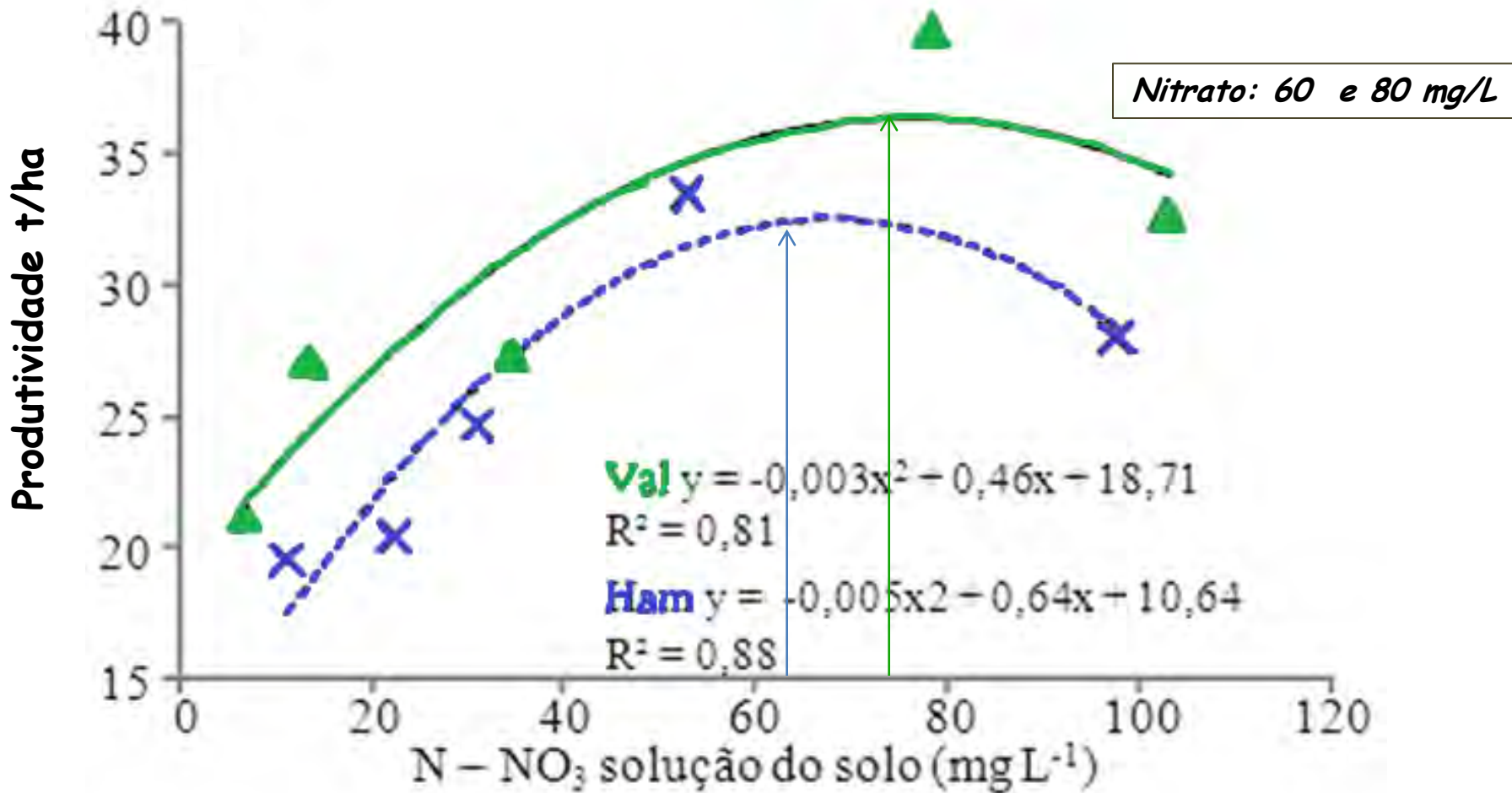
Observar o elevado teor de NH₄ x pH

Efeito das chuvas na lixiviação do NO_3^- na solução de solo

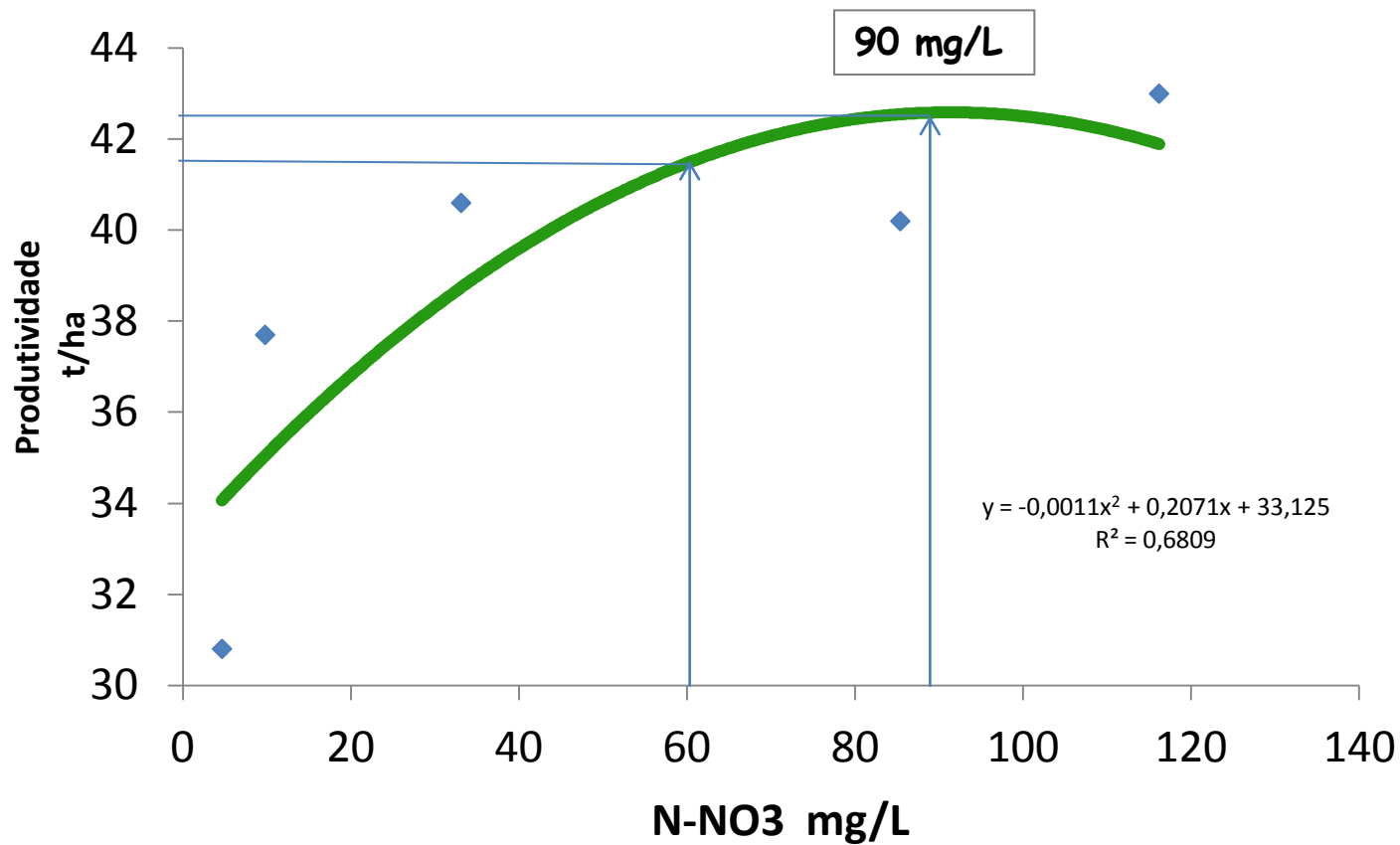


(Souza, 2010)

Hamlin e Valência / Swingle 30 cm – safra 2007/2008

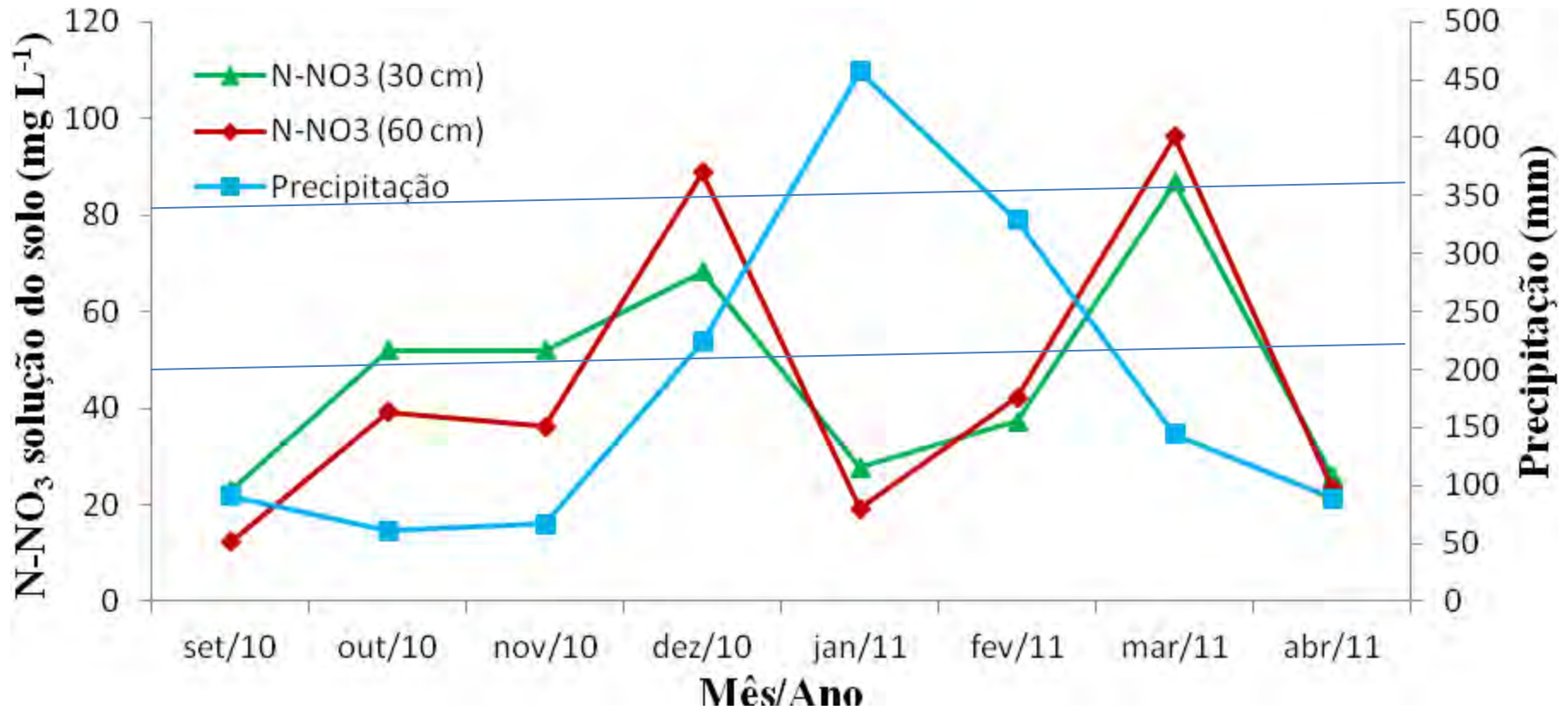


Variedade Valência/Swingue média dos anos 2008, 2009, 2011



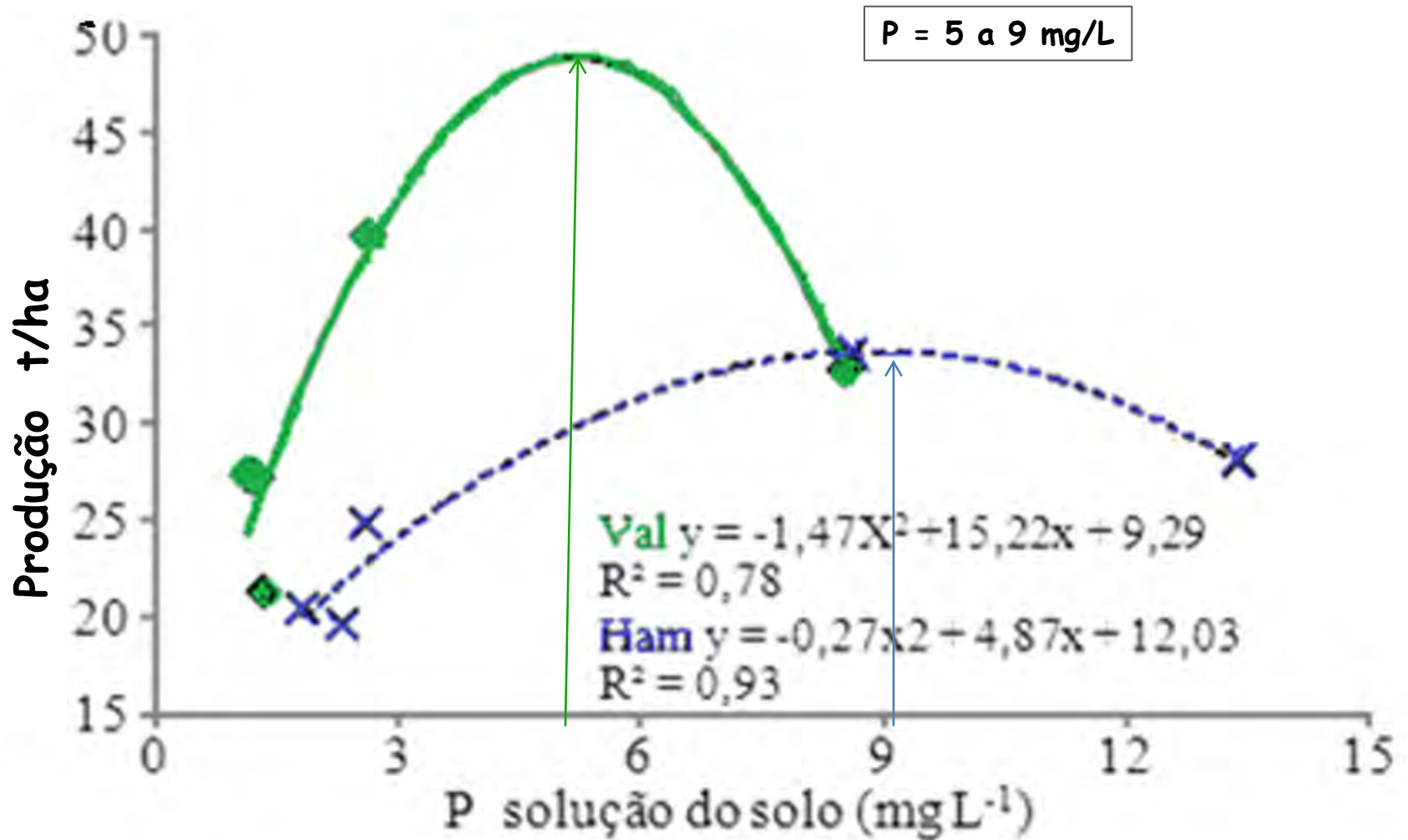
Souza, 2013 dados não publicados

Hammlin/Swingle, oito anos, 7 x 4 m 9/2010 à 8/2011,



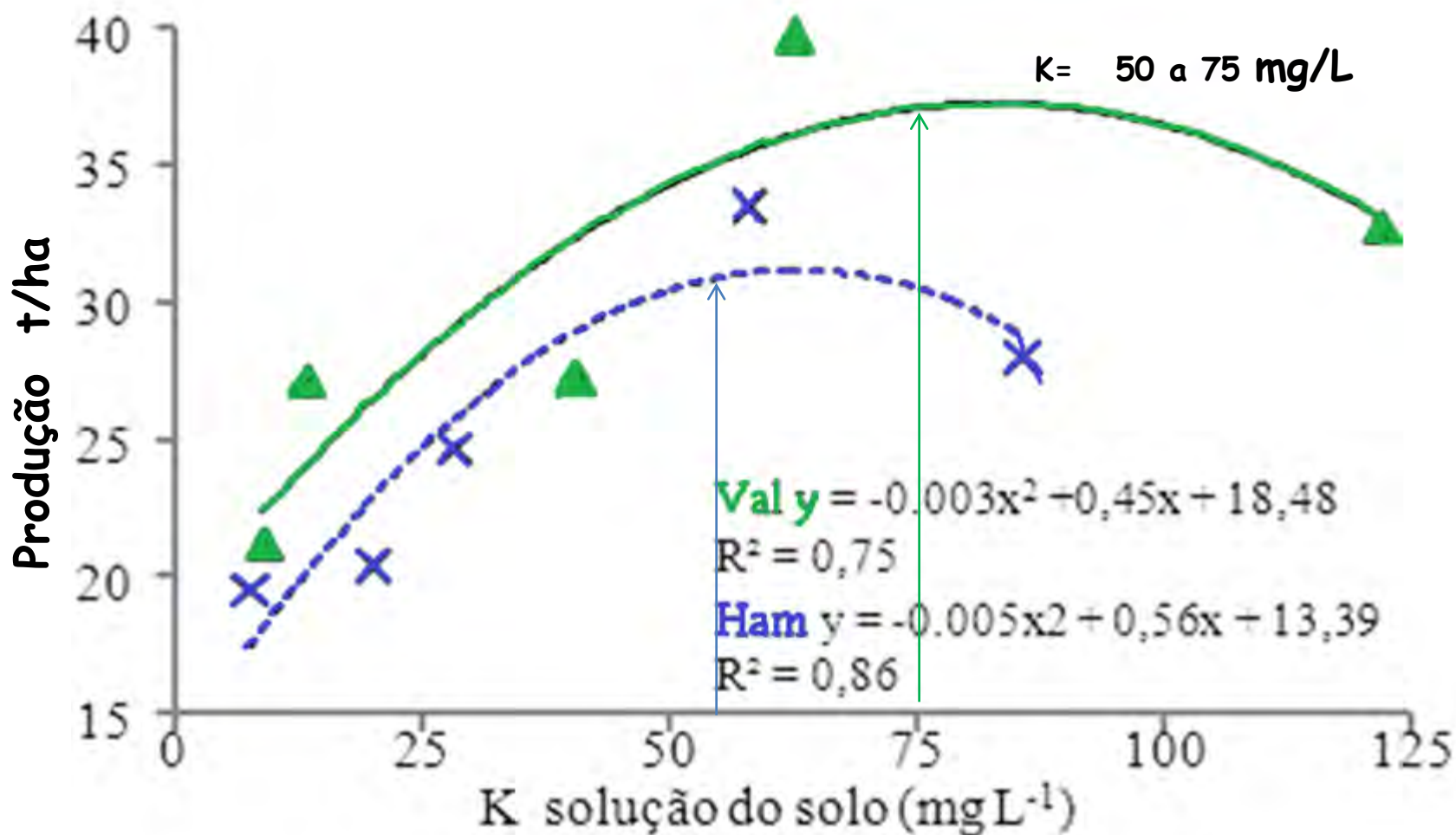
Fiori, 2012 (dados não publicados)

Hamlin e Valência / Swingle 30 cm – safra 2007/2008



Souza et al. 2012

Hamlin e Valência / Swingle 30 cm – safra 2007/2008



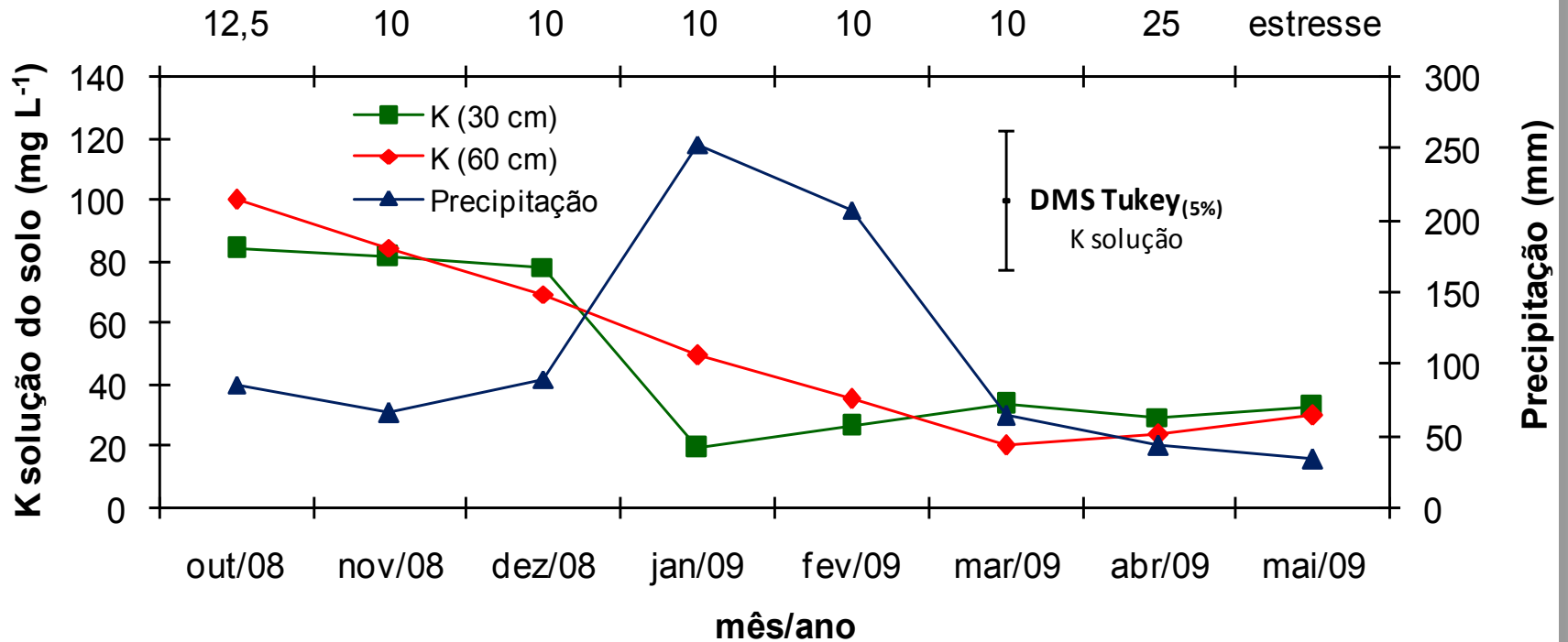
Valência / Swingle

Extrator à 30 cm – safra 2007/2008

Valência 08/09

Parcelamento adubação (%)

(C)



A planta como referência para o controle da adubação



Outras determinações :

- medida convencional (teor de nutrientes na matéria seca)*
- medida rápida (nutrientes que a planta extraiu e que ainda não incorporou como açúcar);*
- a cor verde da planta.*



Análise do teor de nutrientes na folha:

- monitoramento da planta
- permite detectar problemas nutricionais quantitativos e qualitativos;
- padrões específicos para determinado estado fisiológico
- **DEMONSTRA EFEITO ACUMULADO**

Análise do teor no tecido fresco:

- monitoramento mais freqüente da planta;
- permite detectar variação dos teores NO_3^- e K^+
- são testes rápidos e a campo;
- sem padronização

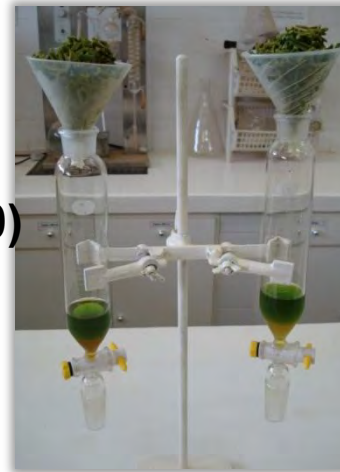
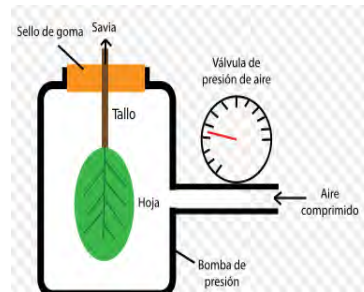
Análise de Seiva

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)



Extração da Seiva em Citrus



Coletar - Ramo



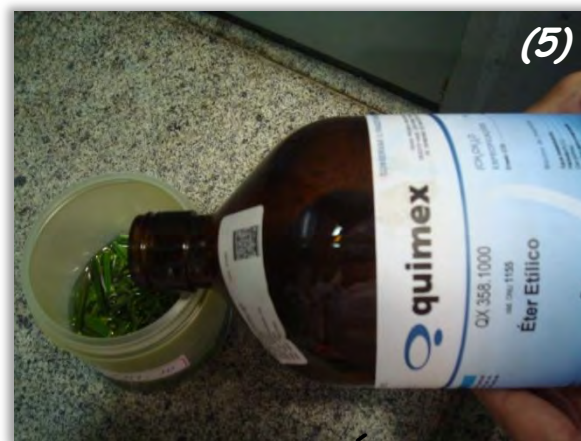
Separar Ramo/Folha



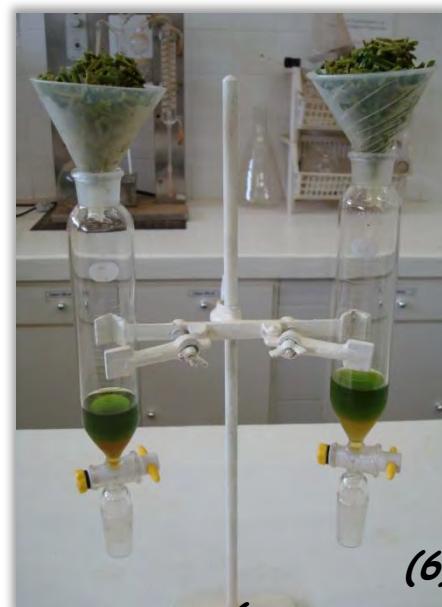
Limpar



Cortar



*Introduzir em Éter Etílico
Congelar*



Separar Éter/Seiva



Seiva

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

Para N-NO₃

Cultura	Correlação (r ²)	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

**Valência/Swingle, oito anos, espaçamento 7 x 4 m
Safrá 09/2010 à 08/2011,**

Tratamento	N-NO₃	N-NH₄	NT
	----- mg L ⁻¹ -----		
T1 (0%)	74,5	14,2	88,5
T2 (25%)	135,5	26,0	161,2
T3 (50%)	160,2	29,2	190,0
T4 (100%)	217,5	34,0	252,0
T5 (200%)	285,2	28,7	313,7
Teste F	35,5**	10,0**	34,2**
C. V. (%)	15,45	17,68	14,64
Regressão	L**	Q**	L**
R ²	0,95**	0,94**	0,92**

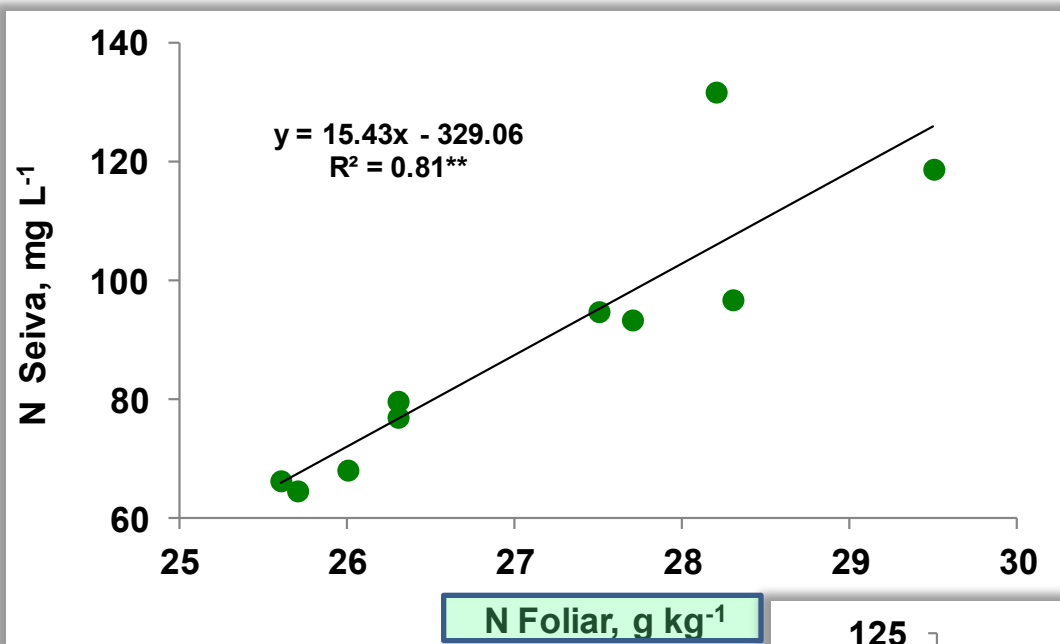
**A concentração da seiva variou
com a dose aplicada**

**A seiva foi sensível
para discriminar doses.**

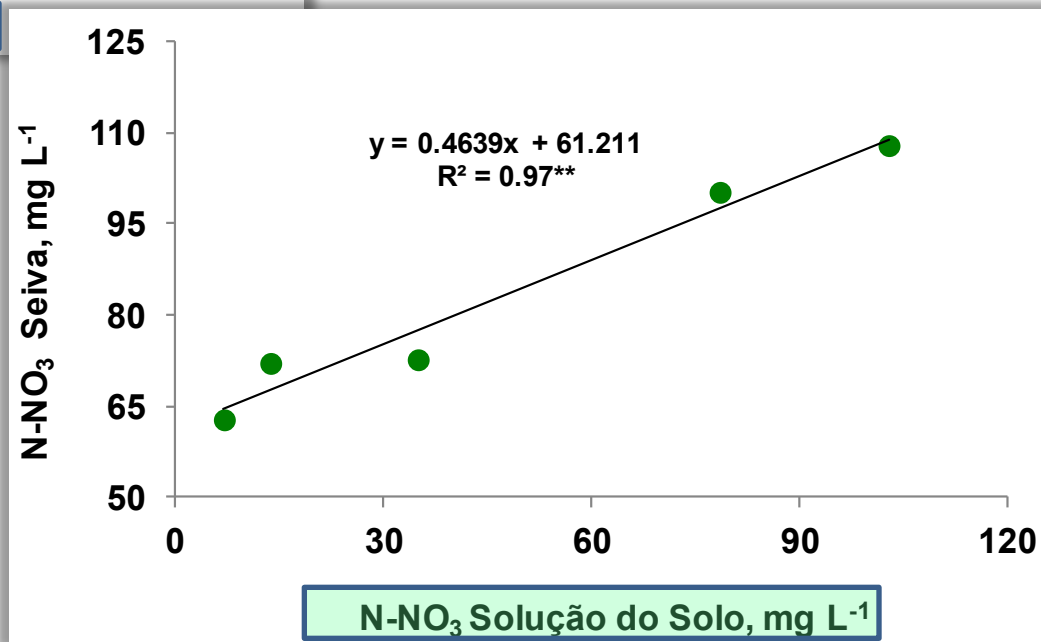
Bardivieso, 2012 (dados não publicados)

Plantas Cítricas - Análise do Extrato de Seiva

Hamlin e Valência / Swingle safra 2007/2008



Relação seiva x teor foliar

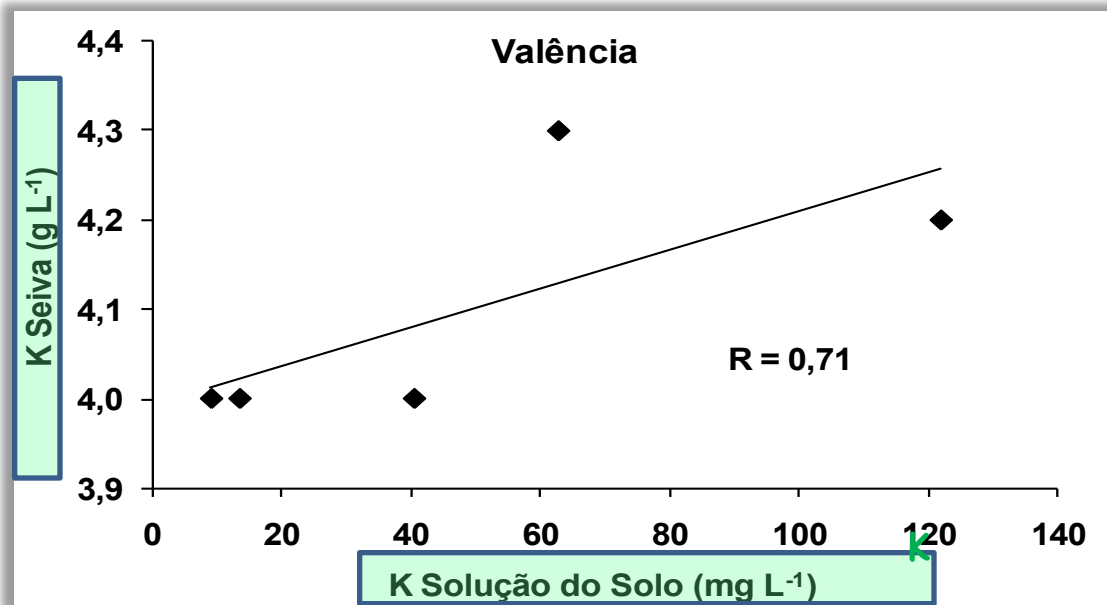


Relação seiva x Solução do solo

(Souza, 2010)

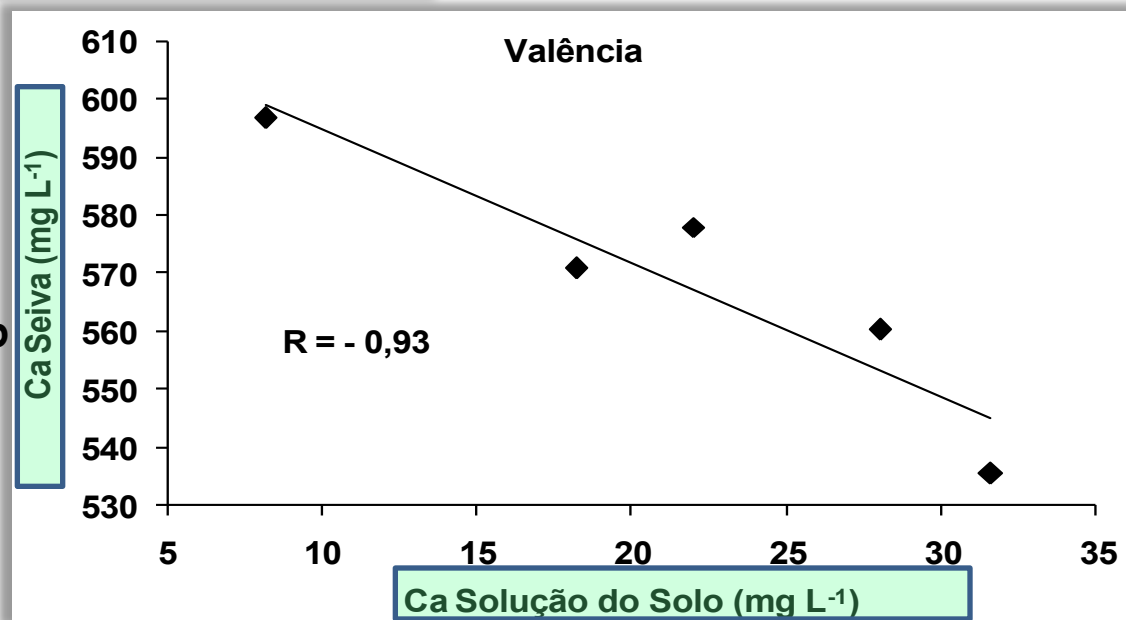
Plantas Cítricas - Análise do Extrato de Seiva

Valência / Swingle safra 2010/2011



K
Relação seiva x Solução do solo

Ca Relação seiva x Solução do solo



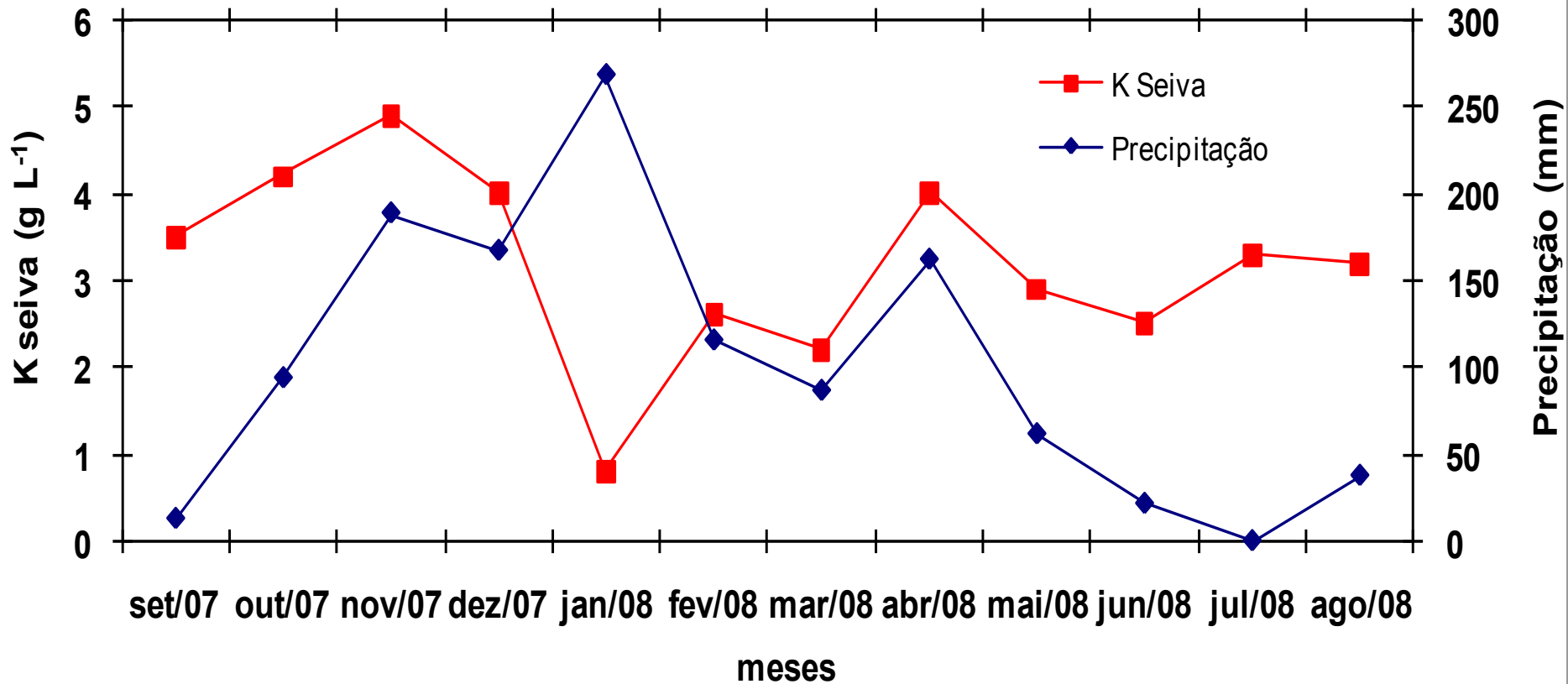
Bardaviesso, 2012 (dados não publicados)

Diferentes estádios de desenvolvimento da cultura *Hamlin* - safras 2007/2008 e 2008/2009

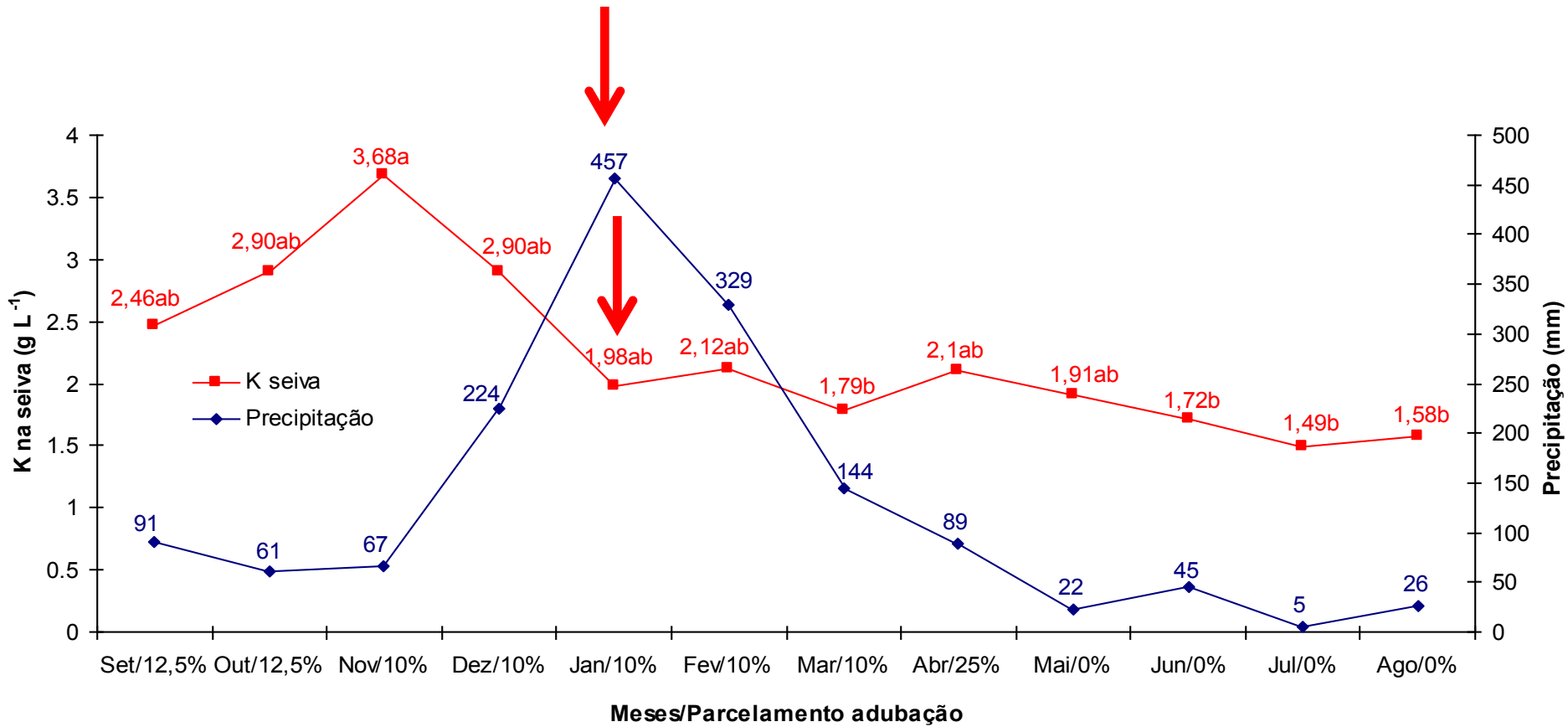
Hamlin 07/08

Parcelamento adubação

água 25% 10% 10% 10% 10% 10% 25% stress stress stress água

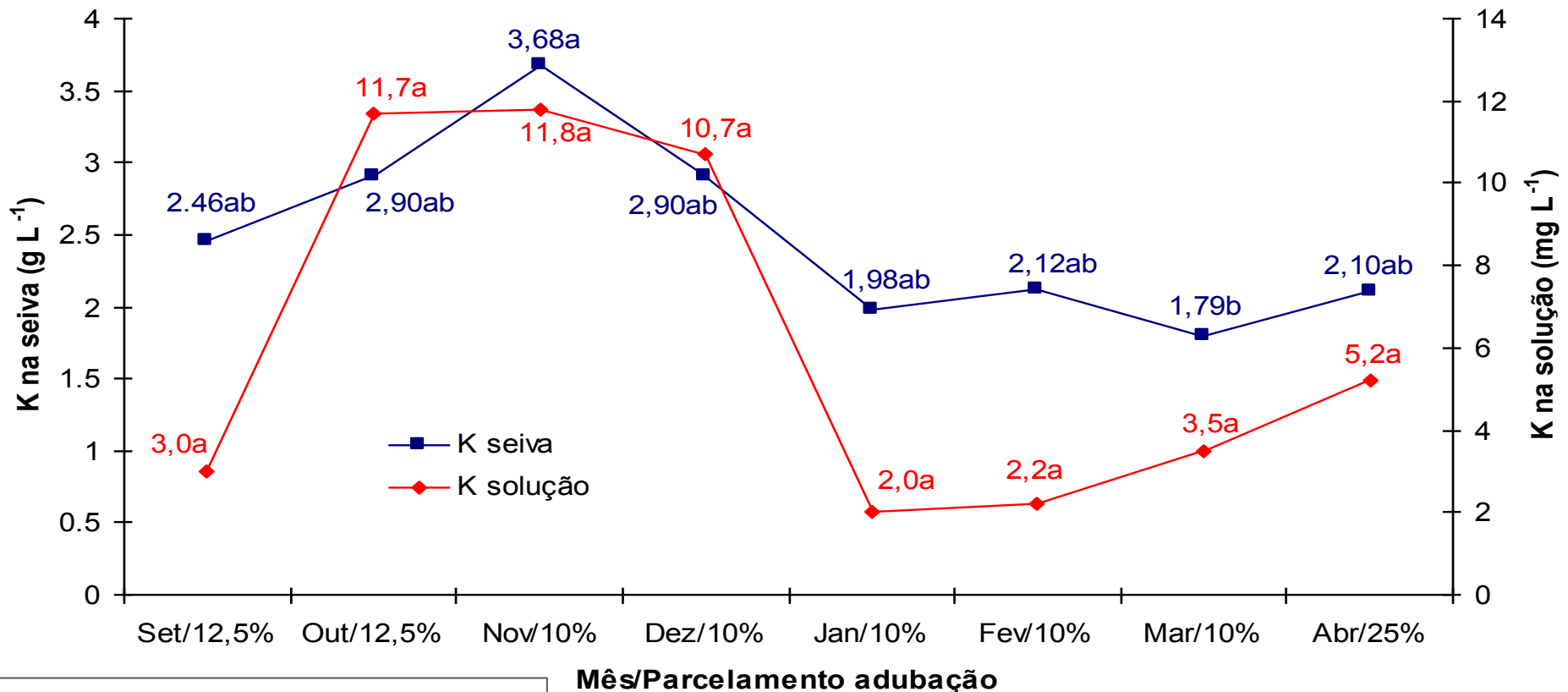


K na seiva e precipitação



Bardaviesso, 2012 (dados não publicados)

K na seiva e na solução do solo



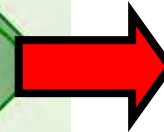
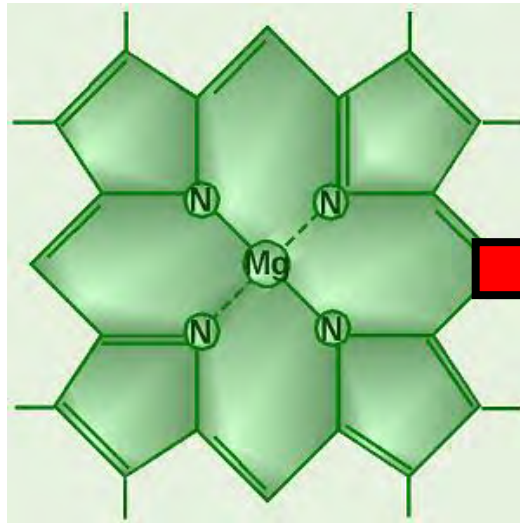
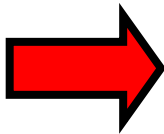
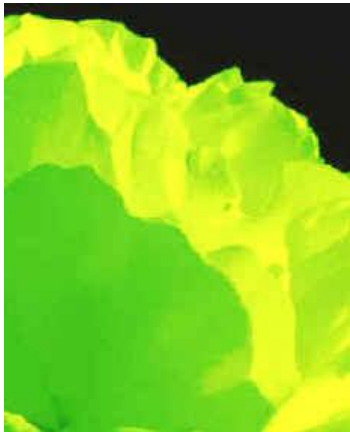
Bardaviesso, 2012 (dados não publicados)

Mês/Parcelamento adubação

12 -USO DA COR VERDE COMO FERRAMENTA PARA AUXILIAR A FERTIRRIGAÇÃO

DEFICIÊNCIA DE N → CLOROSE NAS FOLHAS VELHAS

REDUÇÃO NA SÍNTESE DE CLOROFILA



*N é o nutriente
que mais afeta a
cor verde da
planta*

**N INSUF.
NO SOLO**

**< N NA
PLANTA**

**↓ NA SÍNTESE
CLOROFILA**

**REDISTRIB.
DO N**

**CLOROSE NAS
FOLHAS VELHAS**

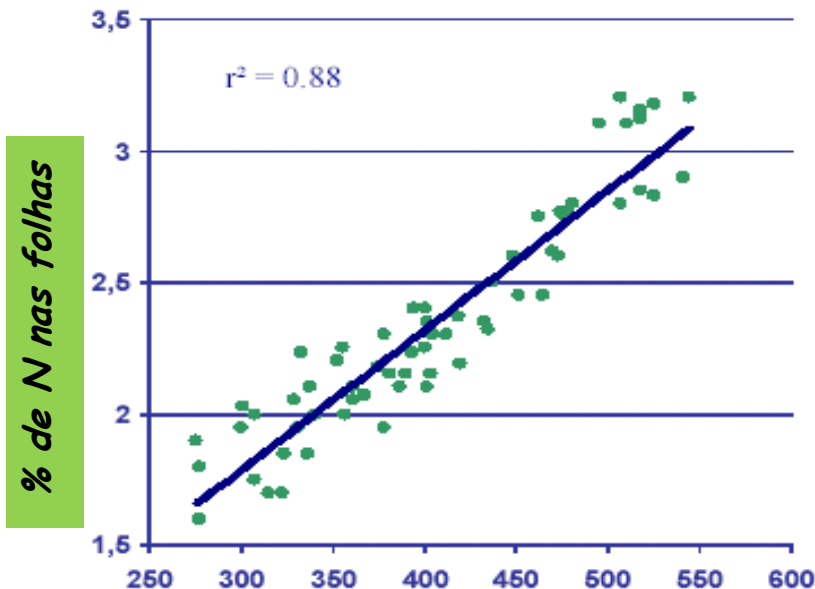
**DETECTAR A REDUÇÃO NA COLORAÇÃO VERDE DAS
FOLHAS ANTES DE SE TORNAREM CLORÓTICAS**



*Diagnose precoce
da deficiência de
N*

COLORÍMETRO (SPAD-502)

Solo Planta Análise Desenvolvimento



Leitura do medidor de cor SPAD-502

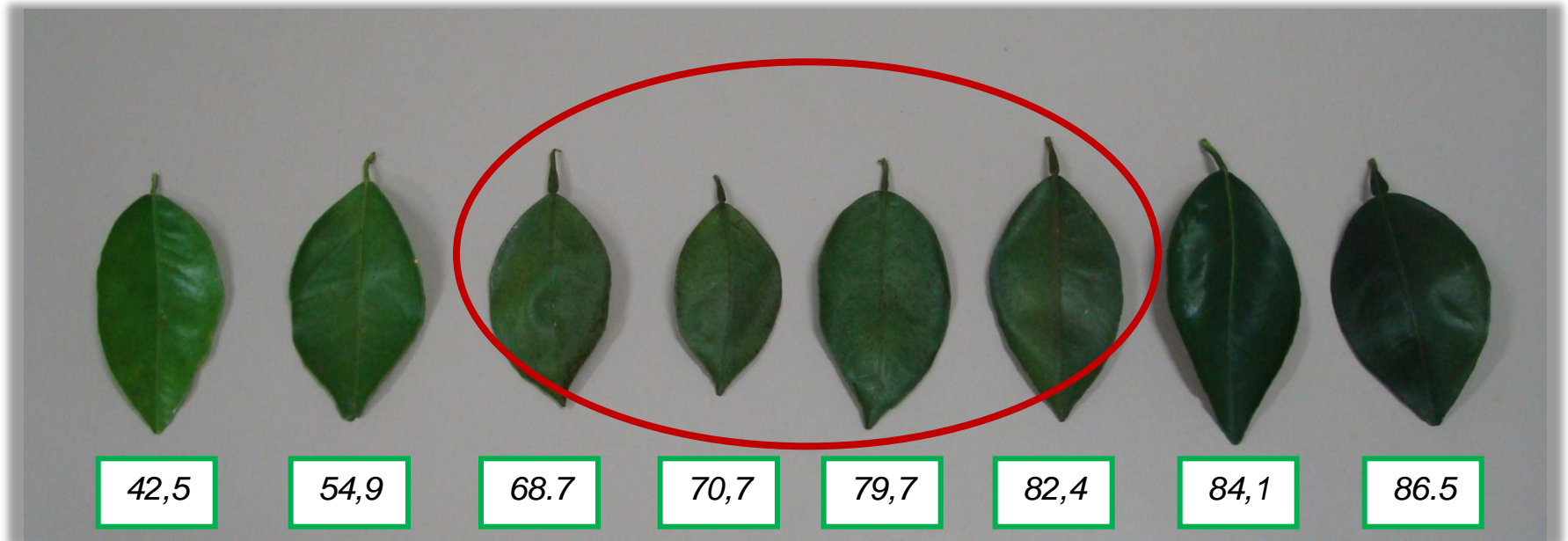
TEOR DE N X MEDIDA DE COR VERDE

Teor de N x Leitura spad	
Autor	Correlação
Godoy, 2003	0,72
Souza, 2010	0,92
Fiori, 2012	0,95
Bardivieso, 2012	0,85



- portátil (campo)
- medida instantânea
- fácil operação
- não destrutiva

Gradiente Folha - Leitura SPAD



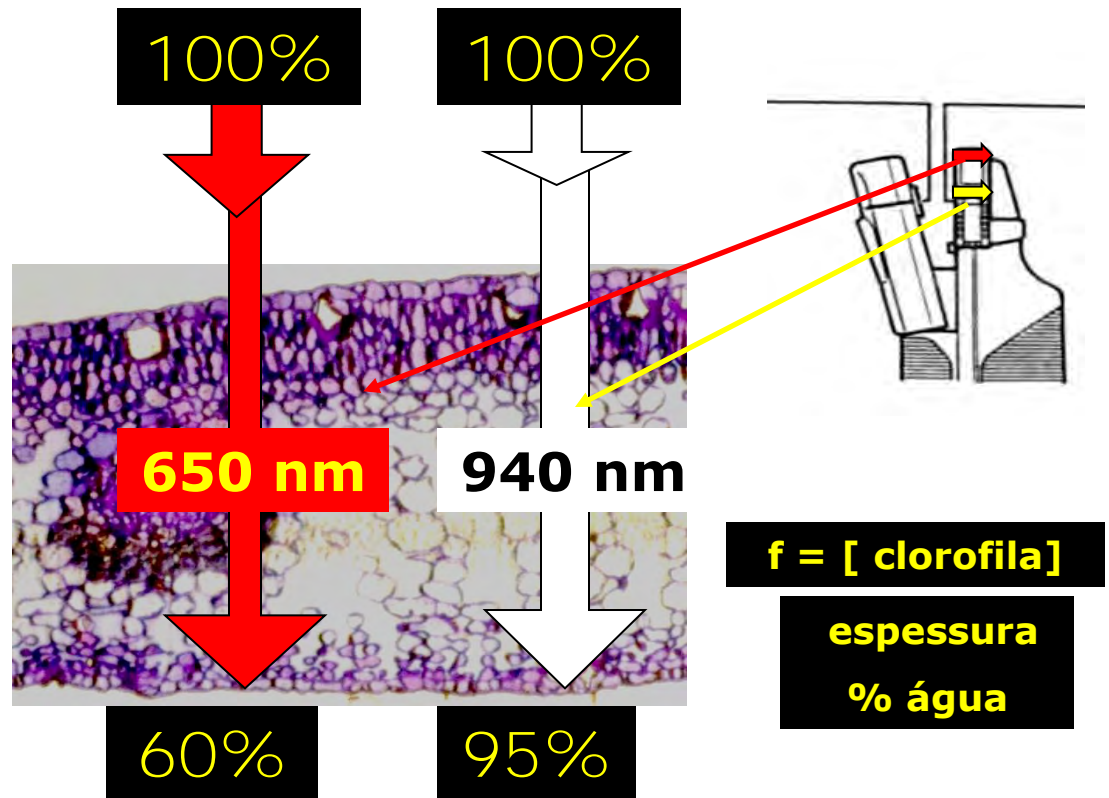
A visão humana não consegue distinguir



COMO FUNCIONA? TRANSMITÂNCIA DE LUZ



VALORES: 0,0 a 99,0
ESPESS. FOLHA = 1,2 mm
ÁREA DE LEIT. = 2 X 3 mm

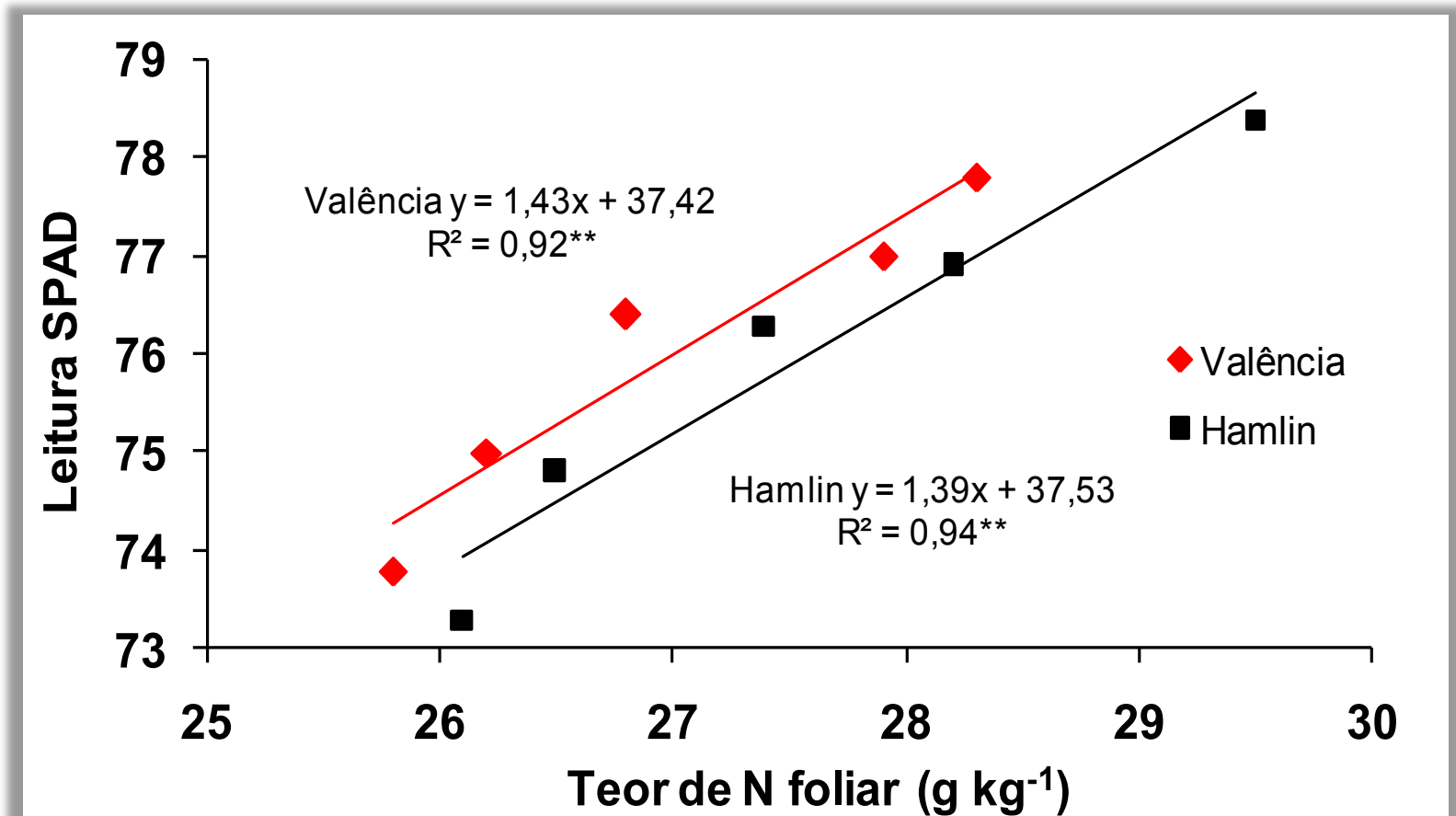


650 nm (Vermelho) → alta absorção pelas moléculas de clorofila
940 nm (infravermelho) → baixa absorção (fator de correção)

$$(1650/1940)_{S/FOLHA} - (1650/1940)_{FOLHA} = \text{valor SPAD}$$

Leitura SPAD x N Foliar

safras 2007/2008 e 2008/2009 leitura mensal



INDICE DE SUFICIÊNCIA

LEITURA ÁREA REFÊRENCIA: 77,0

PARCELA NA ÁREA COMERCIAL QUE RECEBE 25 A 30% A MAIS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

Exemplo 1:

LEITURA NA ÁREA COMERCIAL: 75,0

Quando ISN (índice suficiência de N) > 95%
manter a adubação nitrogenada

$$\text{ISN} = \frac{75}{77} \times 100 = 0,97 \text{ (manter)}$$

Exemplo 2:

LEITURA NA ÁREA COMERCIAL: 72,0

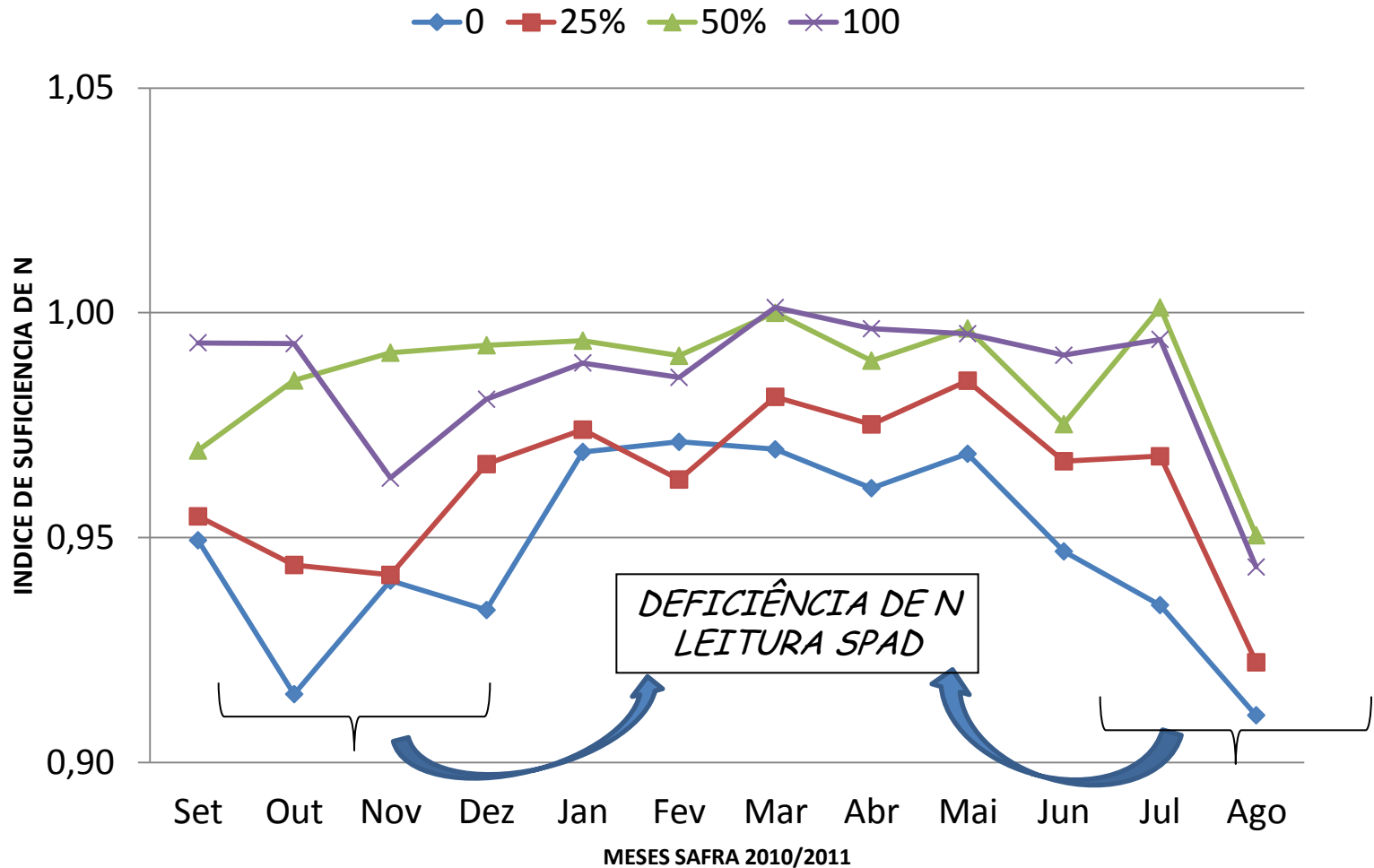
$$\text{ISN} = \frac{72}{77} \times 100 = 0,93 \text{ (ajustar a adubação)}$$

A quantidade aplicada não esta sendo suficiente



Índice de Suficiência de N (ISN)

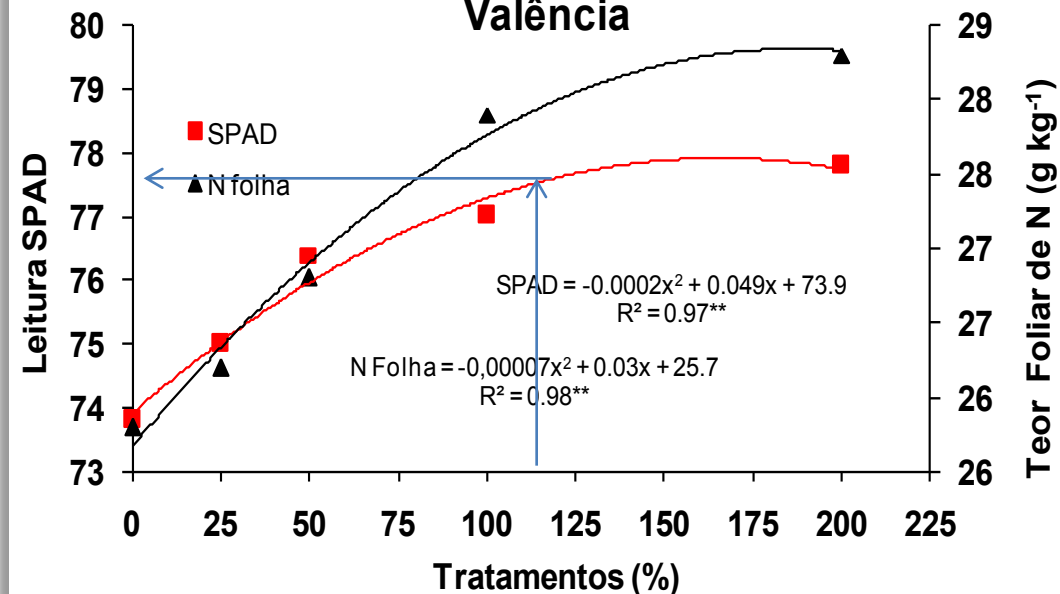
'Valência'/Citrumelo 'Swingle', com 8 anos de idade; espaçamento de 7 x 4 m; resultados da safra 2010/2011



MESES SAFRA 2010/2011

ADUBAÇÃO APLICADA 12,5% 12,5% 10% 10% 10% 10% 10% 25% 0% 0% 0% 0%

Valência



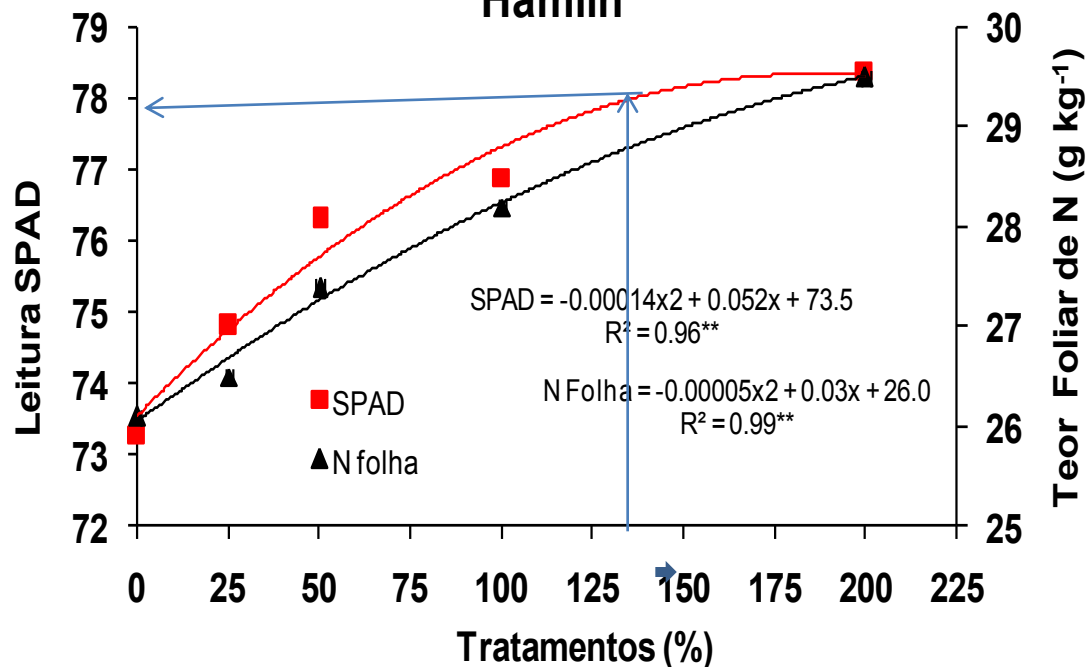
Maior leitura = $77,5 \times 0,95 = 74$ SPAD
 Valor SPAD ótimo: $74 - 77,5$

Abaixo de 74 → respostas a N

Maior leitura = $78,5 \times 0,95 = 75$ SPAD
 Valor SPAD ótimo: $75 - 78,5$

Abaixo de 75 → respostas a N

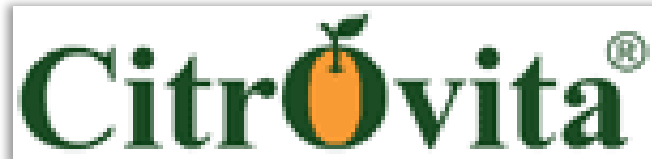
Hamlin



Considerações finais

- ✓ o uso da solução do solo é uma ferramenta efetiva no controle da fertirrigação, quer seja pela CE, ou por teores de nutrientes na solução do solo (formação de padrões).
- ✓ os analisadores de íons tem se mostrado adequado na indicação rápida de teores na solução do solo e seiva de plantas.
- ✓ os medidores de cor verde podem auxiliar na indicação da necessidade ou não da adubação nitrogenada.
- ✓ utilizando dessas “ferramentas” para auxiliar no critério de adubação tem-se obtido uma fertirrigação mais eficiente, portanto totalmente de acordo com as **Boas Práticas para uso eficiente de fertilizantes em citrus.**

Agradecimentos:



**Thais Regina
Souza**



**Letícia Cecília
Foratto**



**Thomas Andrade
Fiori**



**Diógenes Martins
Bardivesso**



**Leandro Caixeta
Salomão**

Obrigado

Contato:

Roberto Lyra Villas Bôas

rlvboas@fca.unesp.br