

Estratégias de manejo da fertilidade do solo na citricultura

III Workshop GTACC - Tecnologias de manejo para aumento de produtividade

Dirceu de Mattos Jr.



Centro Citros “Sylvio Moreira”
Pesquisa para o agronegócio



1928 - 2006



Recomendações da adubação para laranjas indústria

Classes prod.	N folhas, g/kg			P res., mg/dm ³				K troc., mmol _c /dm ³			
	<23	23-27	>27	<6	6-12	13-30	>30	<0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, P ₂ O ₅ ou K ₂ O, kg/ha										
<16	100	70	60	60	40	20	0	60	40	20	0
17-20	120	80	70	80	60	40	0	80	60	40	0
21-30	140	120	90	100	80	60	0	120	100	60	0
31-40	200	160	130	140	100	80	0	140	120	80	40
41-50	220	200	160	160	120	100	0	180	140	100	50
>50	240	220	180	180	140	120	0	200	160	120	60

Recomendações da adubação para laranjas *in natura*

Classes prod.	N folhas, g/kg			P res., mg/dm ³				K troc., mmol _c /dm ³			
	<23	23-27	>27	<6	6-12	13-30	>30	<0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, P ₂ O ₅ ou K ₂ O, kg/ha										
<15	80	60	40	60	40	20	0	100	80	60	0
16-20	100	80	60	80	60	40	0	140	120	100	40
21-30	120	100	80	120	100	60	0	160	140	120	80
31-40	160	140	100	140	120	80	0	200	180	160	100
>40	180	160	120	160	140	100	0	220	220	180	120

Obrigado pela atenção

Manejo da adubação para aumento da produtividade

estratégias

monitoramento da fertilidade do solo

avaliações dos resultados das análises de solo e de folhas e do diagnóstico de campo

tomada de decisão

definição de doses de corretivos e fertilizantes, observando-se a demanda e a produtividade esperada dos talhões

definição de fontes, épocas e modo de aplicação

adubo sólido ou fertirrigado, precisão etc.

análise de pontos críticos

avaliação da qualidade do trabalho, manutenção de históricos e evolução da produtividade e qualidade dos frutos

Manejo da adubação para aumento da produtividade

monitoramento da fertilidade do solo

avaliações dos resultados das análises de solo e de folhas e do diagnóstico de campo

O solo é o meio de onde as planta extraem água e nutrientes

A análise do solo e a otimização do diagnóstico da fertilidade são essenciais para o manejo nutricional do pomar



Para um bom diagnóstico é preciso...

- Amostrar corretamente
- Usar laboratório capacitado
- Interpretar corretamente os dados analíticos
- Manter um histórico de resultados



A amostragem do solo é um dos pontos críticos para o sucesso da análise de solo

é a maior fonte de erros



Diagnóstico da fertilidade do solo para plantas perenes

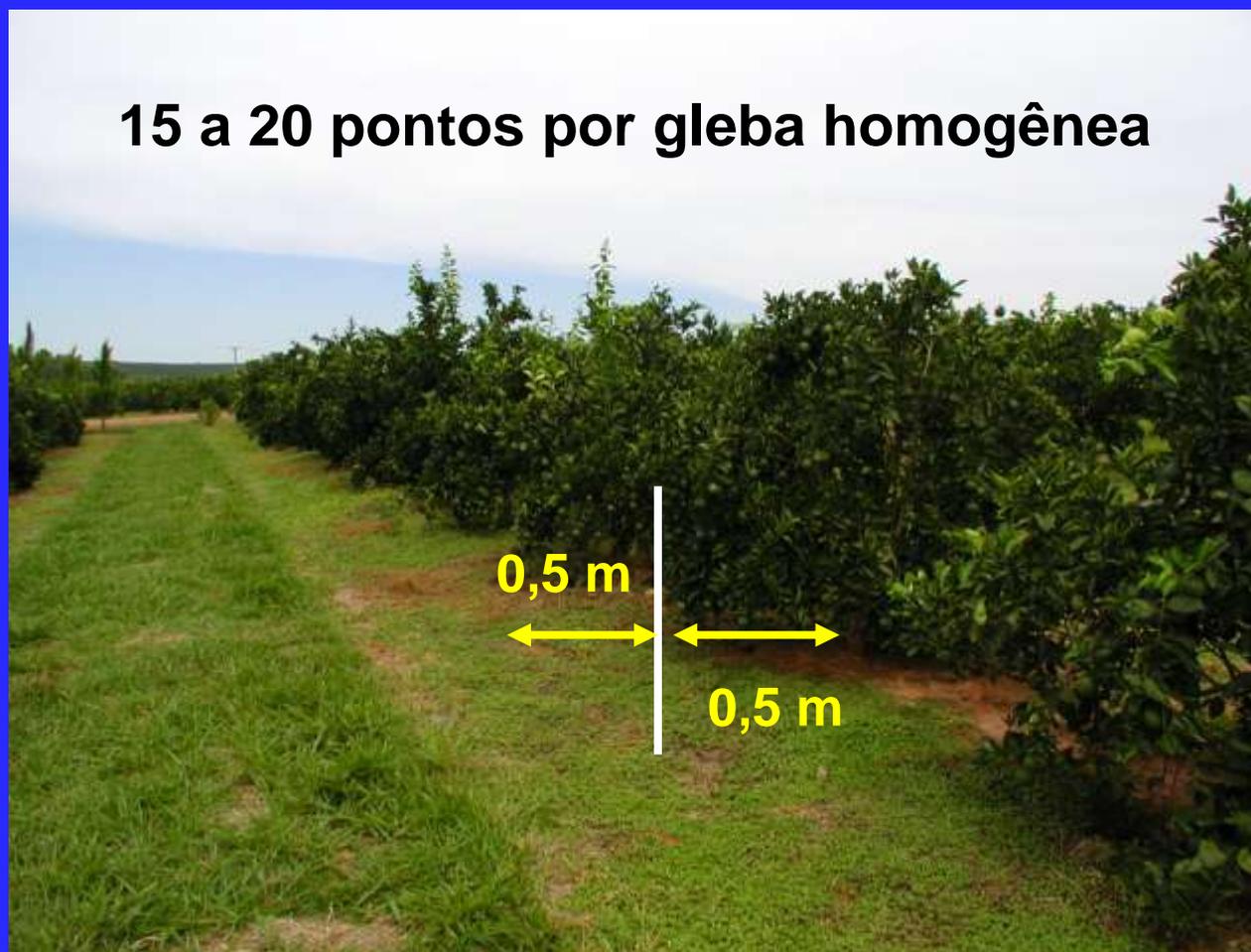
● Amostragem

- *definir glebas homogêneas para a implantação de talhões*
- *separar talhões homogêneos, por idade, e produtividade*
- *coletar amostras de solo e folhas por grupo*
- *criar histórico para cada conjunto*



A amostragem deve ser feita na região adubada

15 a 20 pontos por gleba homogênea

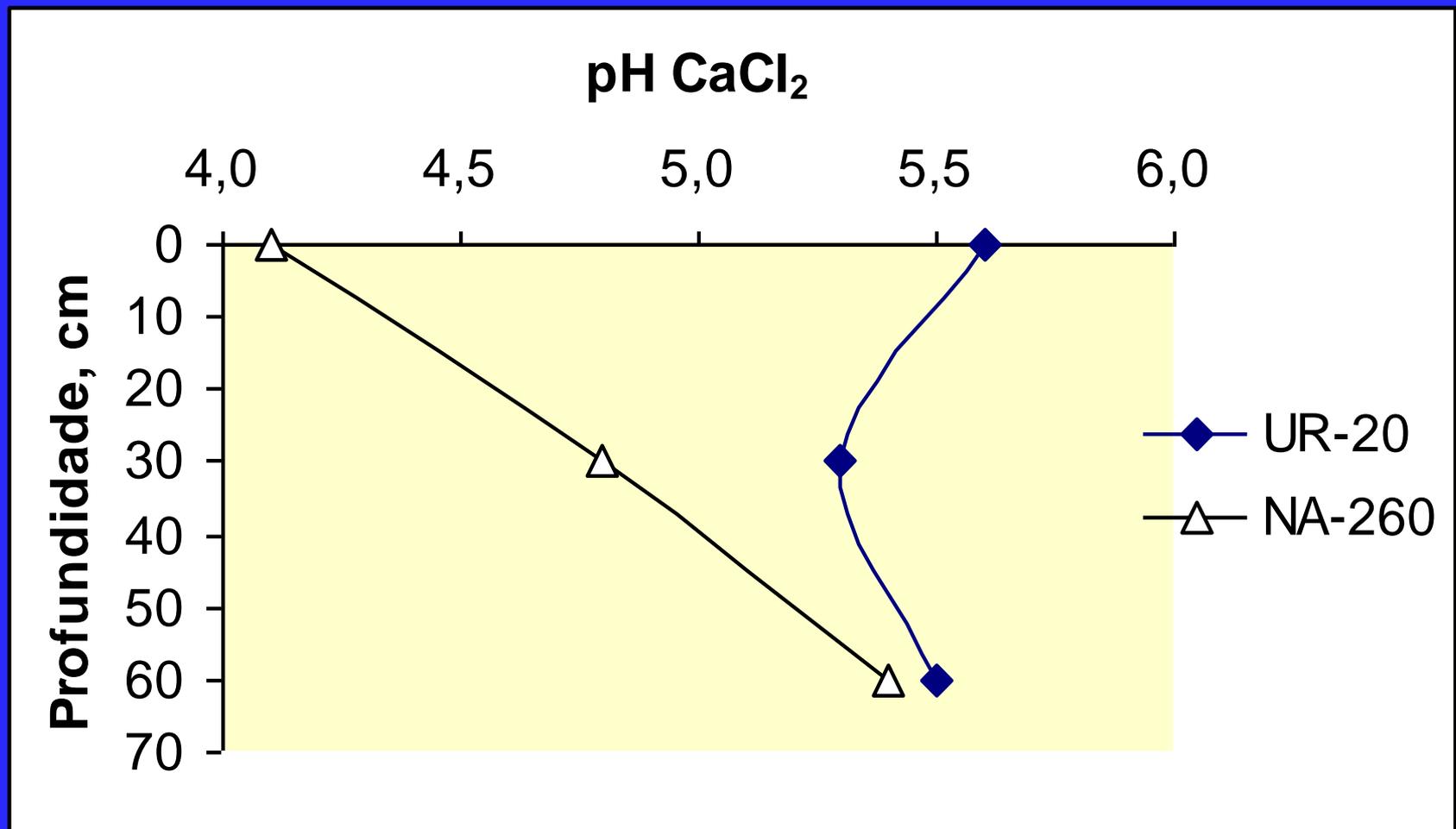


Amostragem do solo em profundidade

- **Identificar limitações ao crescimento radicular**
 - *acidez: baixo Ca, alto Al*
 - *baixa fertilidade*
- **Checar manejo da adubação**
 - *altos teores de nutrientes = lixiviação*

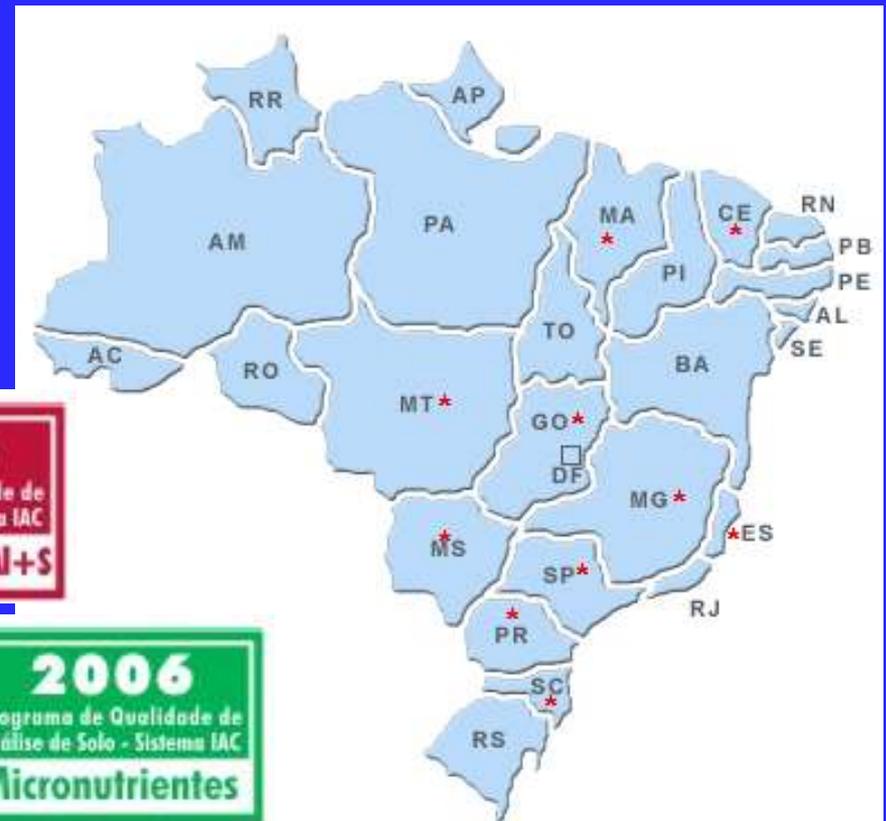


Acidificação do solo após 5 anos: pH na faixa adubada do pomar



Escolher laboratório de confiança

- Controle de qualidade
- Programa interlaboratorial
 - *sistema IAC de análise de solo*

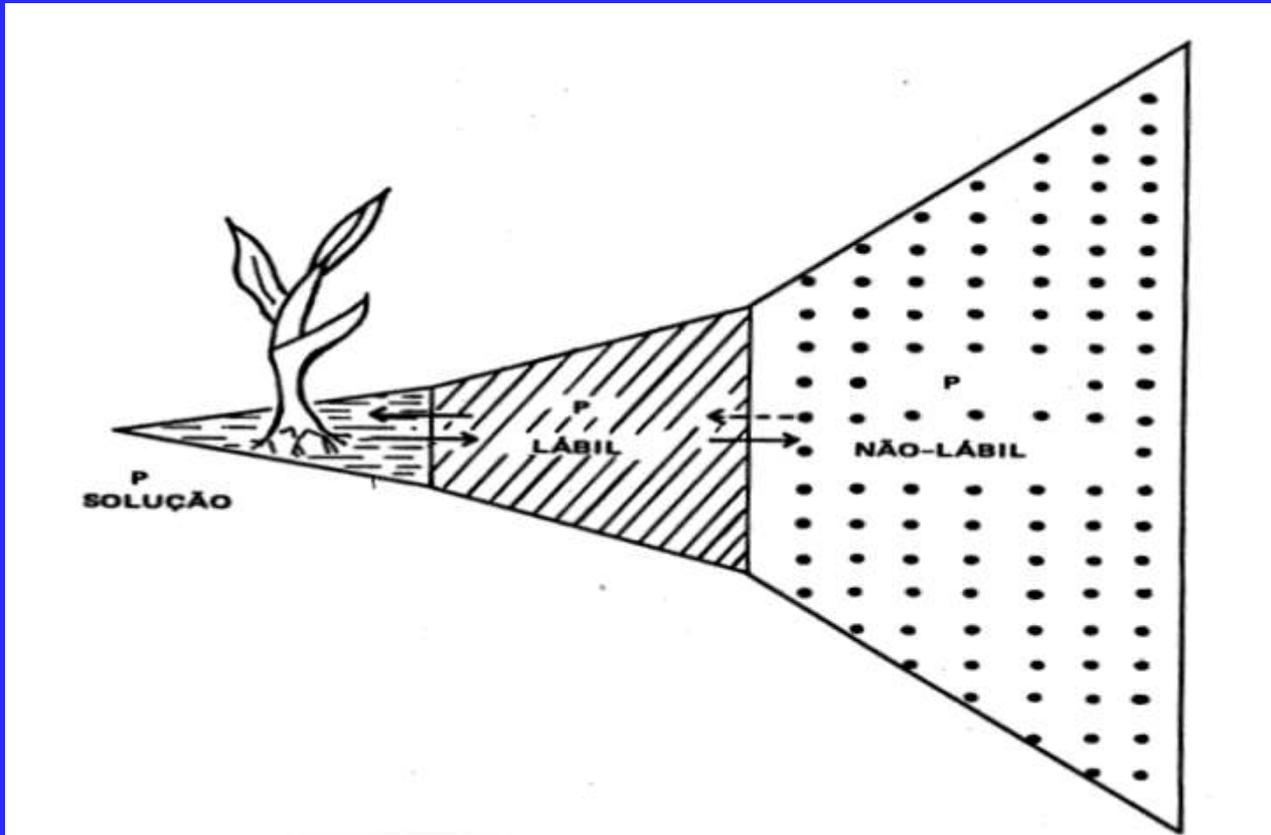


Análise para fim de fertilidade

- Não mede teores “totais” no solo
- Determinação do teor disponível para as plantas depende de métodos adequados
 - *complexos*
 - *requer calibrações específicas*



Avaliação da disponibilidade



Apenas parte do conteúdo de nutrientes do solo pode ser aproveitado pelas plantas

Análise de solo

- *análise básica*
- *micronutrientes*

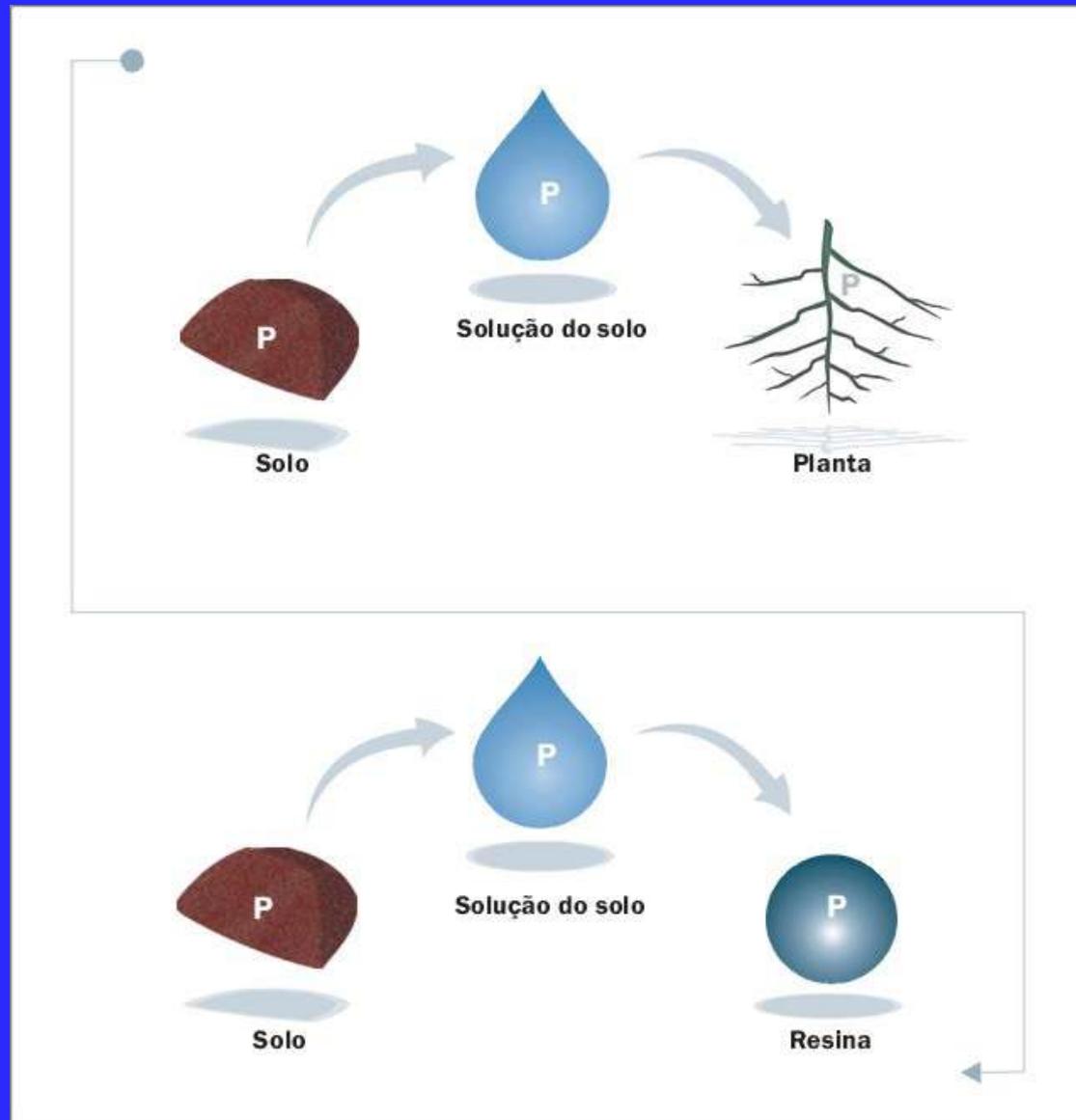
P-resina
P-Mehlich...
DTPA

M.O.	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	V
g dm ⁻³		mg dm ⁻³	-----	-----	mmol _c dm ⁻³	-----	-----	%
12	5,6	12	2,0	22	16	14	54,0	74



Extração de P do solo por resina

simula absorção pelas raízes



Calibração da análise de solo

- Requer extensa experimentação de campo
- Essencial para o bom uso da análise de solo



Interpretação de resultados de análise de solo para P e K

Classe de teores	K trocável mmol _c dm ⁻³	P-resina mg dm ⁻³			
		floresta	perenes	anuais	hortaliças
Muito baixo	<0,7	<2	<5	<6	<10
Baixo	0,8-1,6	3-5	6-12	7-15	11-25
Médio	1,6-3,0	6-10	13-30	16-40	26-60
Alto	3,1-6,0	11-20	31-60	40-80	61-120
Muito alto	>6,0	>20	>60	>80	>120

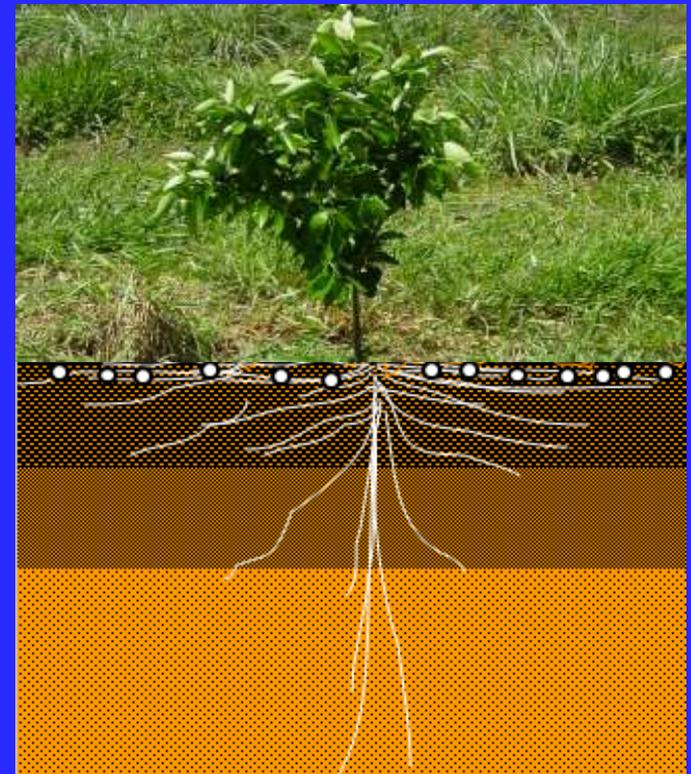
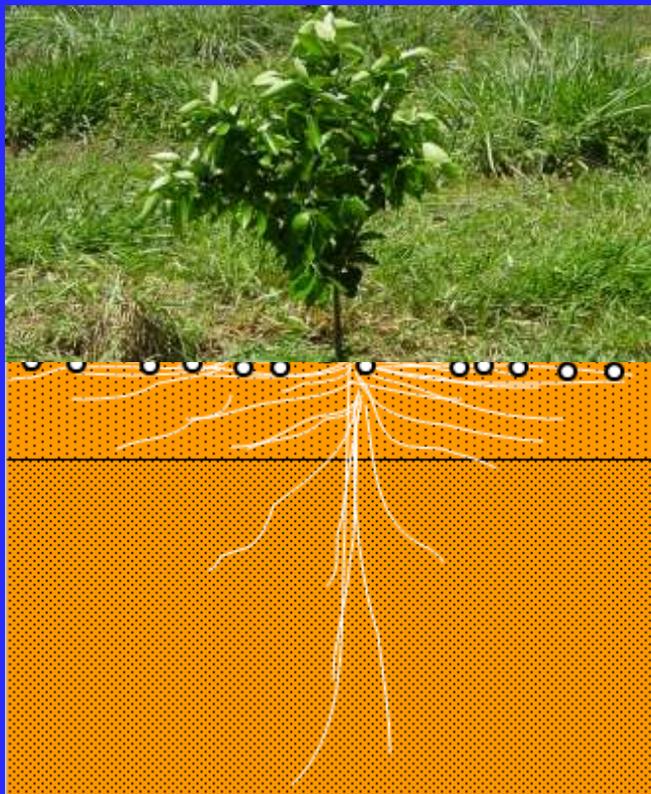
Manejo da fertilidade

resultado da análise de solo & adubação

- É importante manter a fertilidade em níveis **MÉDIO A ALTO**
 - *Níveis baixos* = baixo potencial de produtividade
 - *Níveis muito altos* = custo elevado da adubação e riscos de perdas de nutrientes
-
- **Teores médios e altos:** reposição das exportações
 - Teores baixos: adubar pela necessidade da planta + enriquecer o solo
 - Teores muito altos: pode ser menor que exportação

A aplicação superficial de adubos ou corretivos de baixa solubilidade cria gradiente de fertilidade

dificuldade na interpretação dos resultados



A análise de solo não fornece bom diagnóstico para a adubação nitrogenada



Faixas de interpretação de resultado de análise de folhas de citros

Nutriente	baixo	adequado	excessivo
	g/kg		
N	<17	18 - 22	>22
P	<1,1	1,2 - 1,6	>2,0
K	<9	10 - 15	>20
Ca	<35	35 - 45	>50
Mg	<2,4	2,5 - 4,0	>5,0
S	<1,9	2,0 - 3,0	>5,0
	mg/kg		
B	<35	36 - 100	>150
Cu	<4,0	4,1 - 10,0	>15,0
Fe	<49	50 - 120	>200
Mn	<34	35 - 50	>100
Zn	<34	35 - 50	>100
Mo	<0,09	0,10 - 1,00	>2,00

limões e
lima ácida

Manejo da fertilidade

resultado da análise de folha & adubação

- O programa de adubação do pomar deve ser ajustado de modo que os teores foliares estejam na faixa adequada

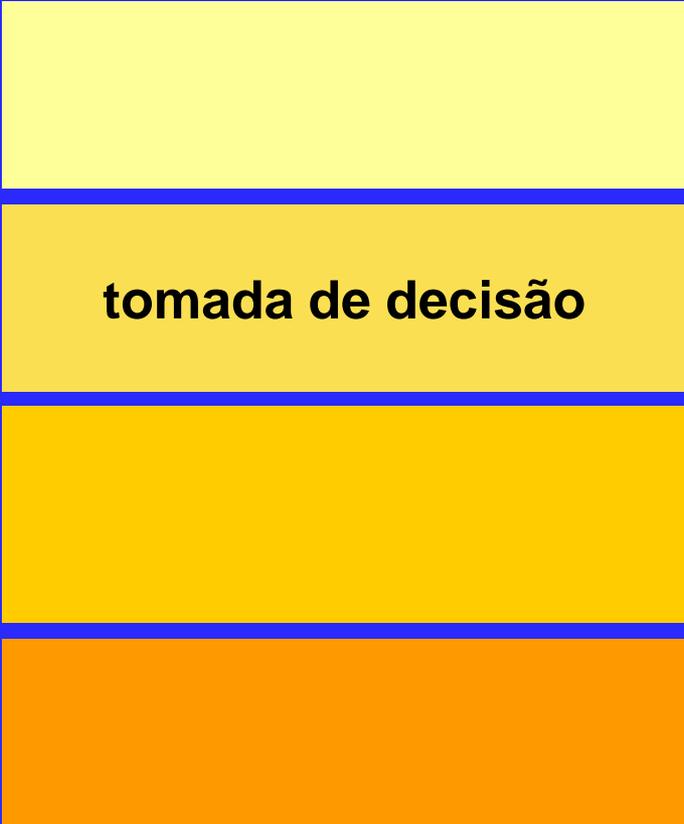


Diagnose visual de desordens nutricionais em citros

sintomas definidos e característicos



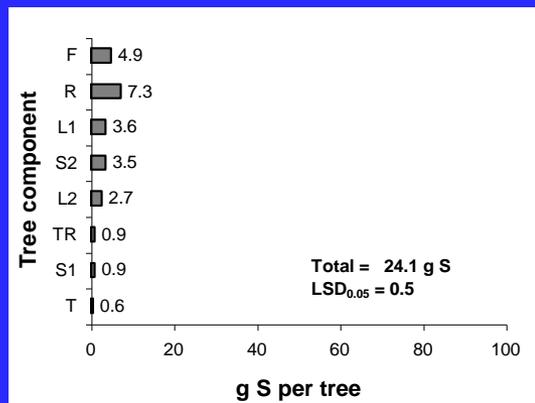
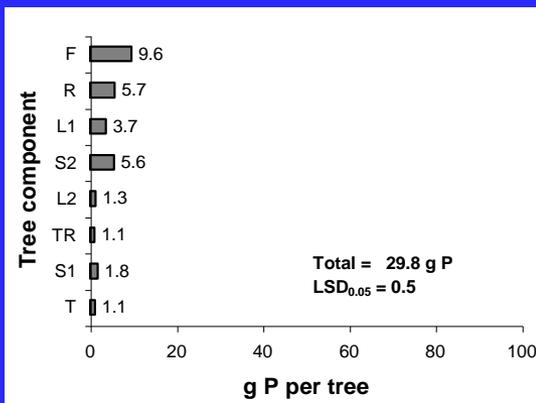
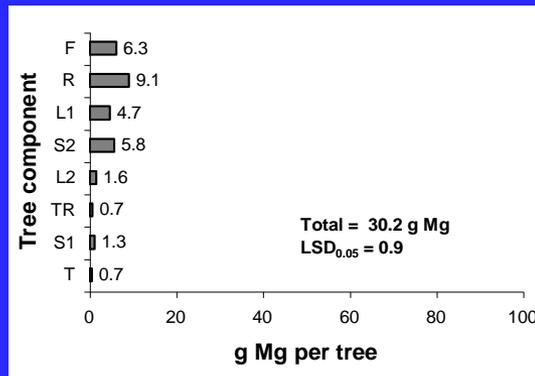
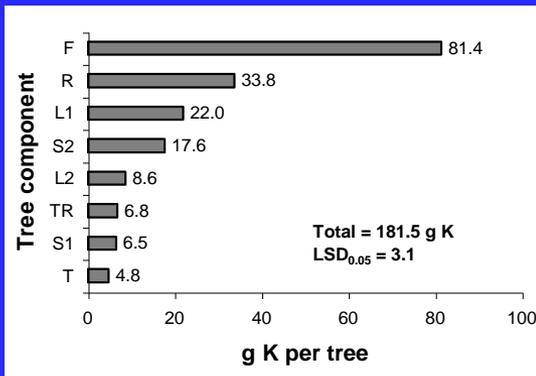
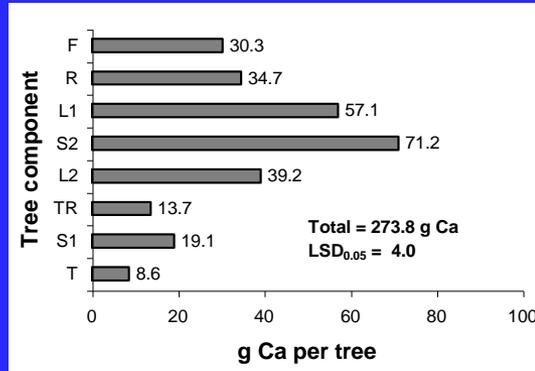
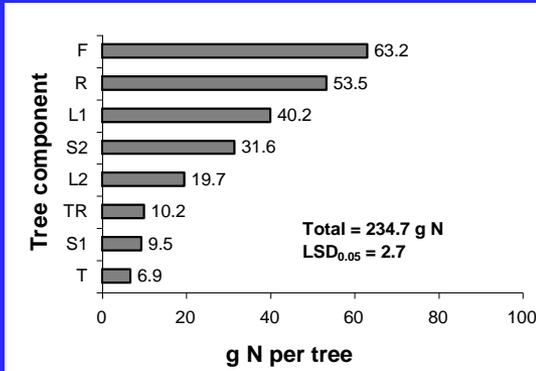
Manejo da adubação para aumento da produtividade



tomada de decisão

definição de doses de corretivos e fertilizantes, observando-se a demanda e a produtividade esperada dos talhões

Conteúdo de nutrientes em laranjeira



Mattos Jr. et al. (2002)

Remoção de nutrientes pela colheita de frutos (laranjas)

Nutriente	estimativa	
	kg/t	kg/40 t
N	1,9 - 2,4	85,0 - 96,0
P	0,15 - 0,21	6,0 - 8,4
K	1,3 - 2,1	52,0 - 84,0
Ca	0,45 - 0,64	18,0 - 25,6
Mg	0,11 - 0,15	4,4 - 6,0
S	0,10 - 0,18	4,0 - 7,2

Bataglia et al. (1977)



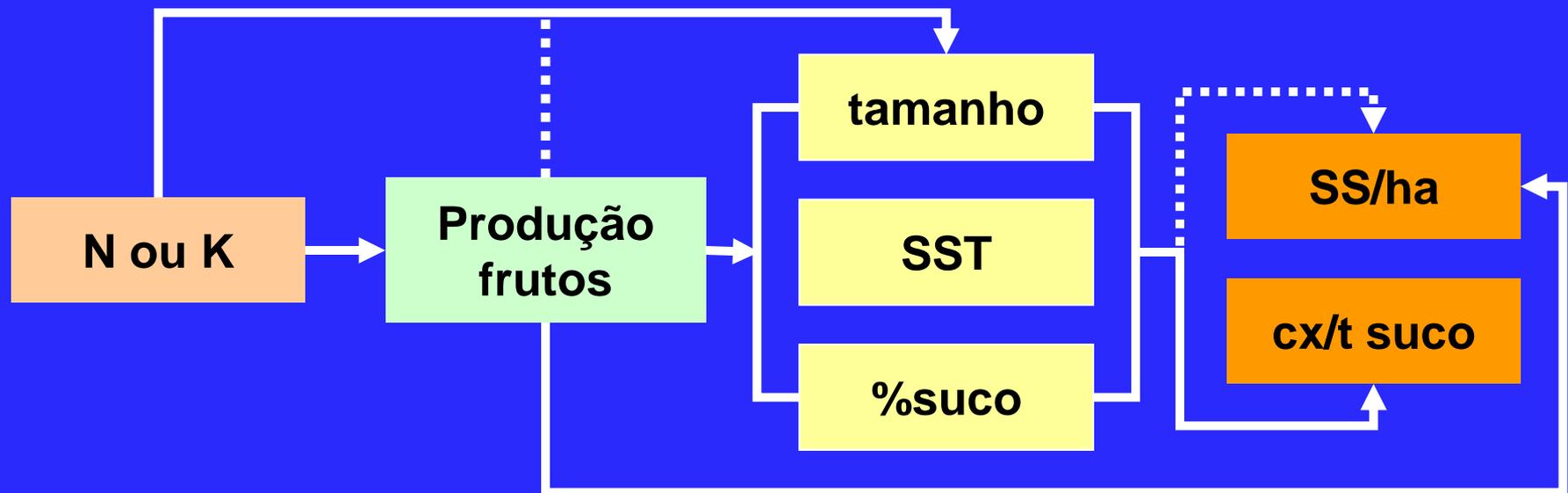
Qualidade da fruta

Exemplos para variedades Valência e Pêra

Dose kg ha ⁻¹	Prod. t ha ⁻¹	Tamanho g	SST °Brix	Suco %	cx/t suco #	SST/área kg ha ⁻¹
Nitrogênio						
30	43,0	230	10,8	51,4	293	2411
240	47,8	219	11,0	52,0	283	2724
		-	+	+	-	
Potássio						
25	33,0	159	11,5	56,2	254	2106
223	38,8	176	11,0	55,7	272	2382
		+	-	-	+	

Quaggio et al. (2006)

Qualidade da fruta: modelo de resposta N e K



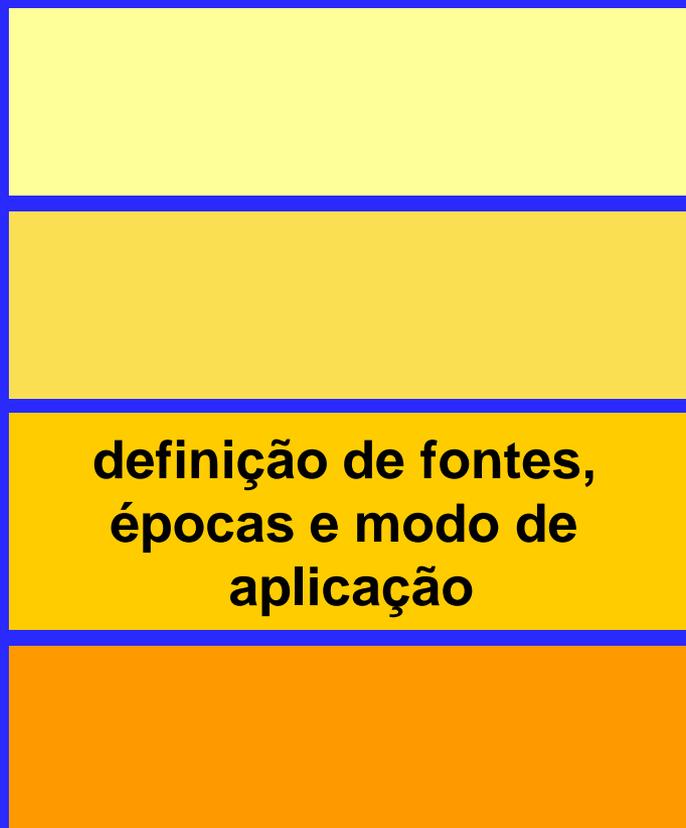
maior/menor

maior/menor

Tendência de variação



Manejo da adubação para aumento da produtividade



**definição de fontes,
épocas e modo de
aplicação**

adubo sólido ou fertirrigado, precisão etc.

Recomendações da adubação na citricultura

- **plantio**
calcário e fertilizante fosfatado
- **formação (árvores <5 anos) e**
- **produção**
N, P, K e micronutrientes (g/planta e kg/ha, respectivamente)

Critérios estabelecidos

idade

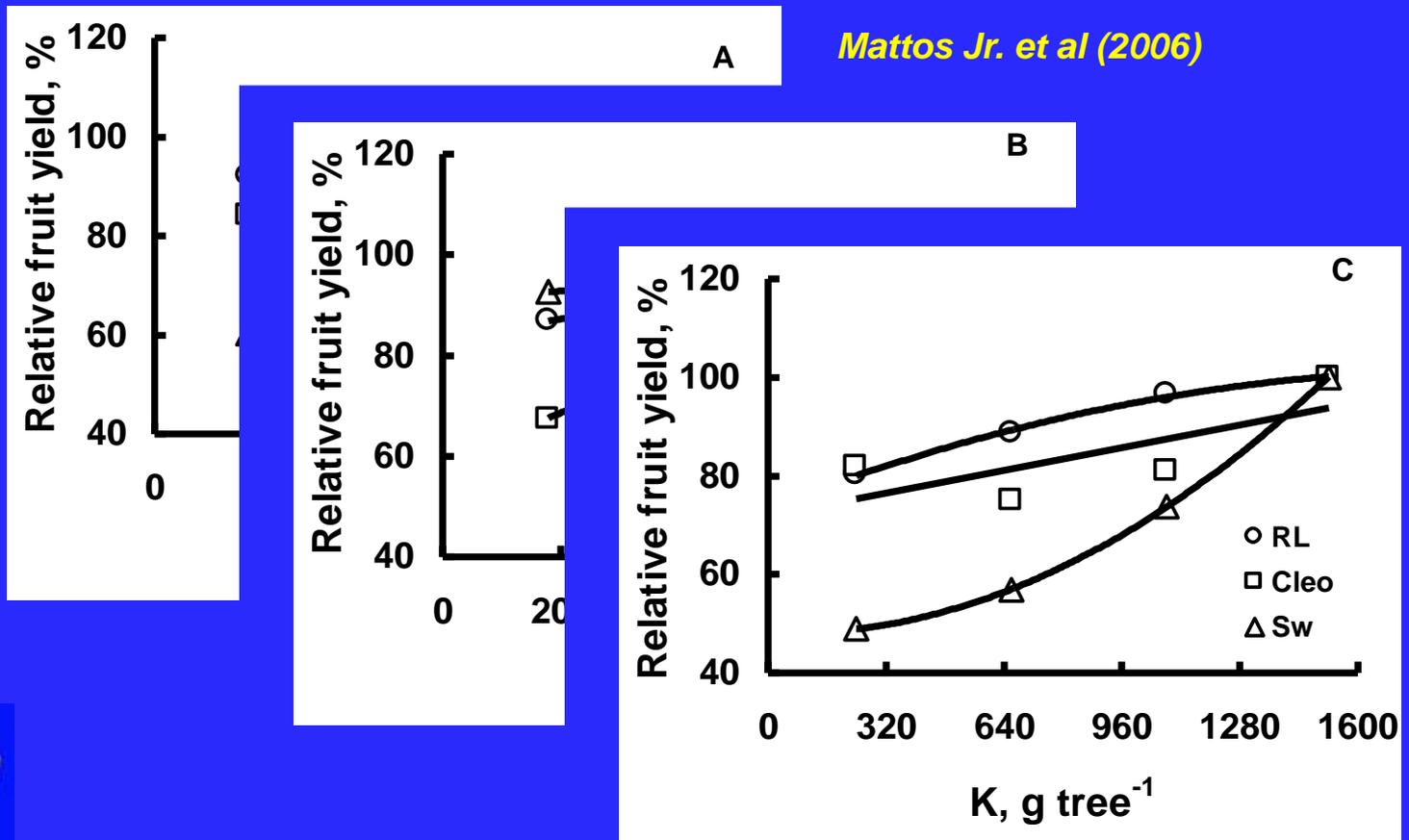
teores de P e K no solo

estado nutricional da planta

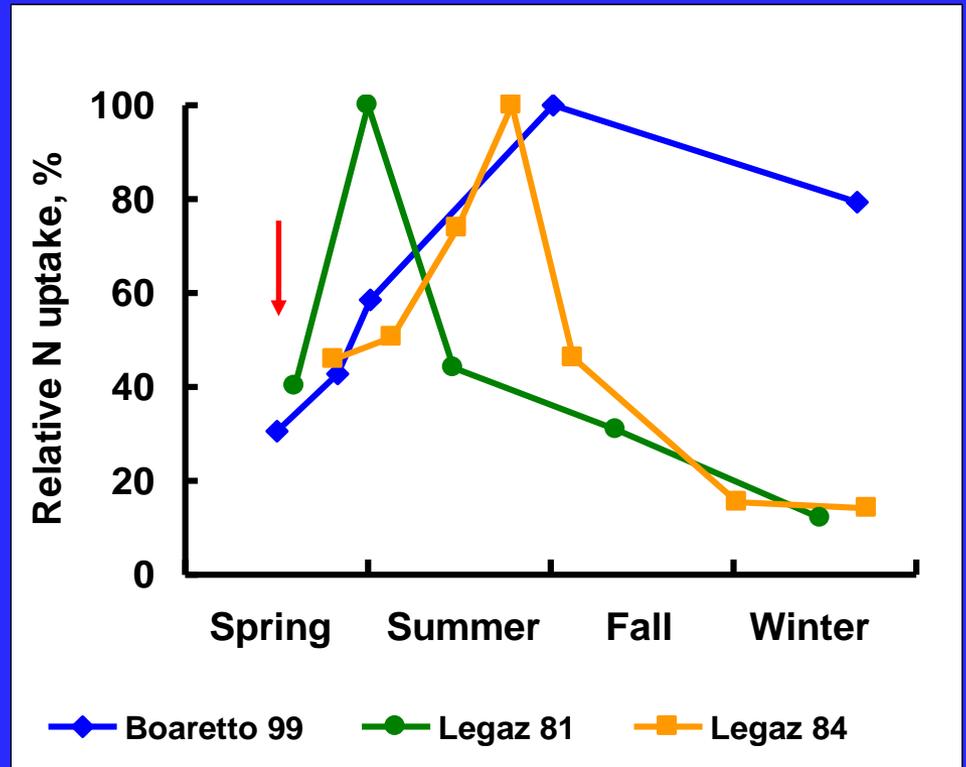
produção de frutos



Demanda de nutrientes: porta-enxertos

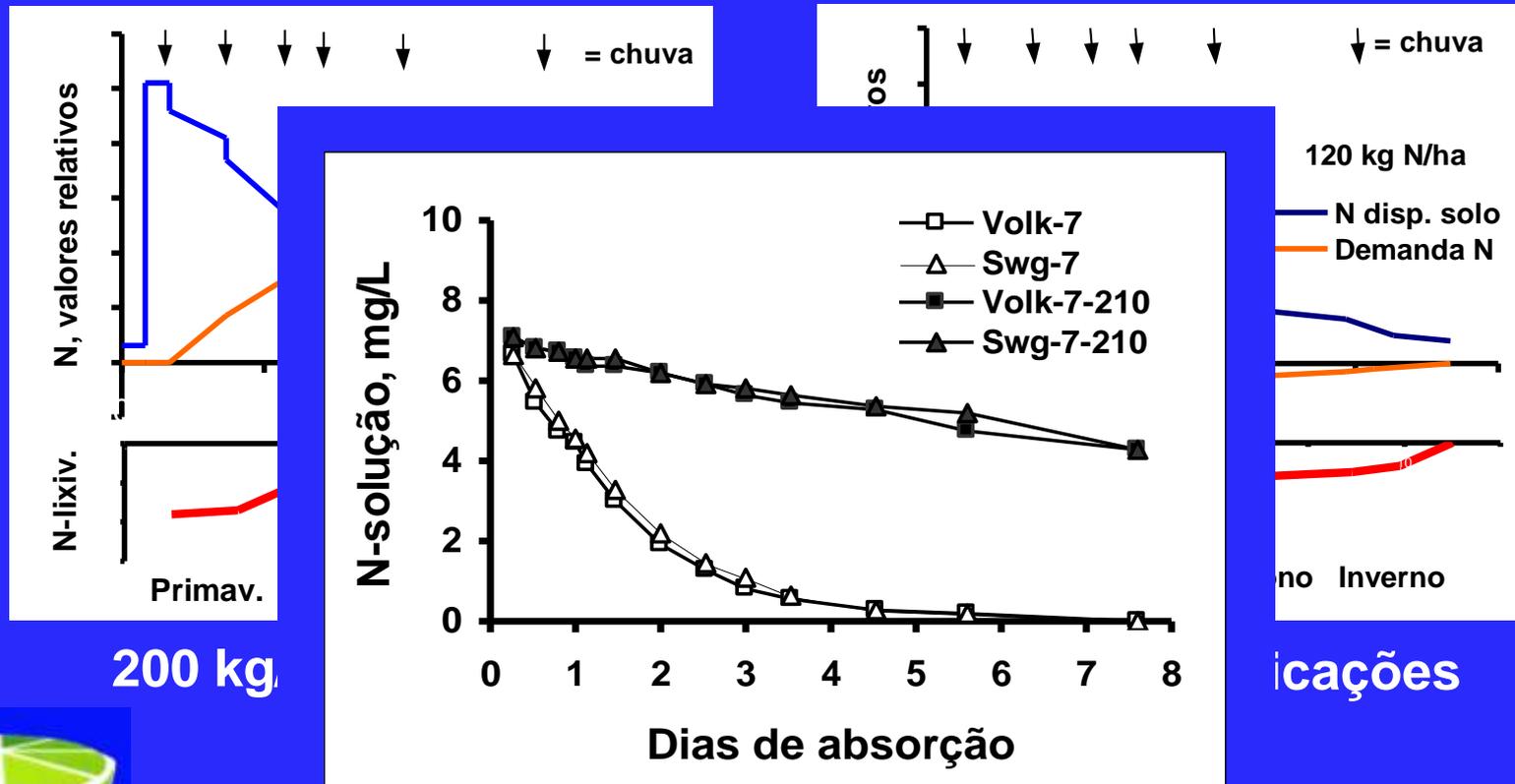


Demanda sazonal de N



Demanda sazonal de N

aplicação do fertilizante



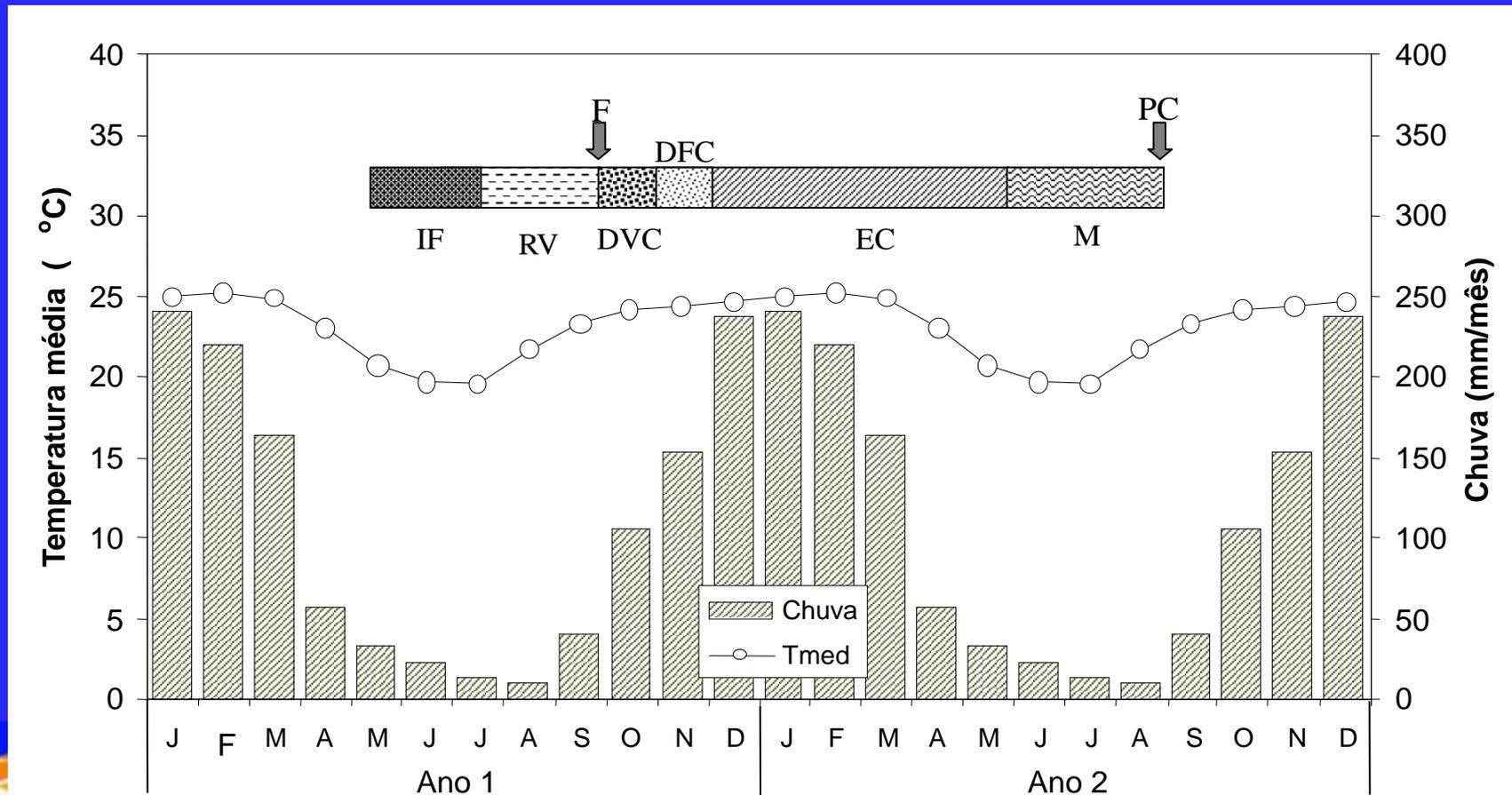
200 kg

aplicações

Scholberg et al. (1999)

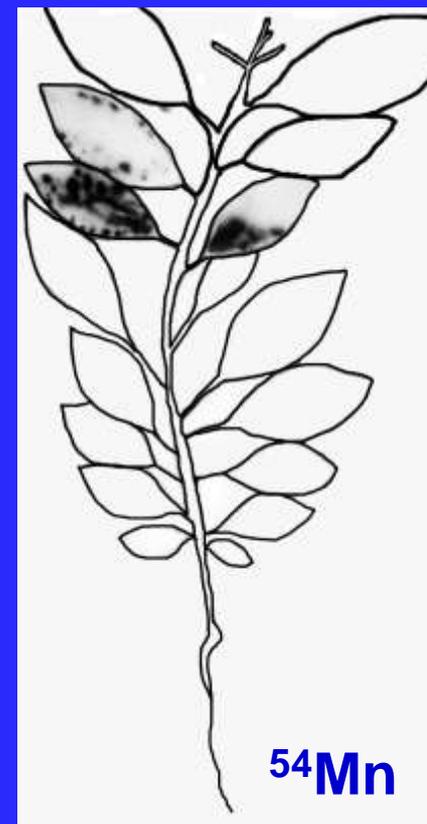
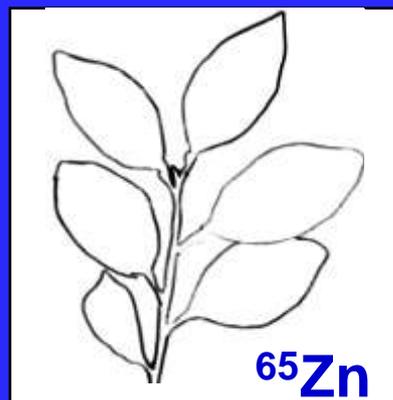


Programa de fertilização



Micronutrientes

via foliar



Boaretto et al. (2003)

Acidificação do solo e perda de bases

Dose do fertilizante	pH (CaCl ₂)		Ca ²⁺ + Mg ²⁺ + K ⁺		Saturação por bases	
	Uréia	NA	Uréia	NA	Uréia	NA
N, kg ha⁻¹	mmol_c dm⁻³				%	
<i>Profundidade amostragem: 0 a 20 cm</i>						
20	5,6	5,8	47	64	67	77
100	5,5	4,9	40	40	65	51
180	4,9	4,4	45	28	58	38
260	4,7	4,1	33	19	47	24
<i>Profundidade amostragem: 20 a 40 cm</i>						
20	5,3	5,6	27	36	55	68
100	5,8	5,3	35	37	69	64
180	5,5	5,1	40	32	67	59
260	5,3	4,8	33	27	62	48

Cantarella et al. (2003)

Acidificação do solo e perda de bases

Fertilizante	Teor de N	Forma de N	Equivalente em CaCO_3
	%		kg
Uréia	45	Amida	-1,8
Nitrato de amônio	33	NO_3^- e NH_4^+	-1,8
Sulfato de amônio	20	NH_4^+	-5,4
DAP	16	NH_4^+	-5,0
Nitrato de cálcio	14	NO_3^-	1,4
MAP	9	NH_4^+	-5,0

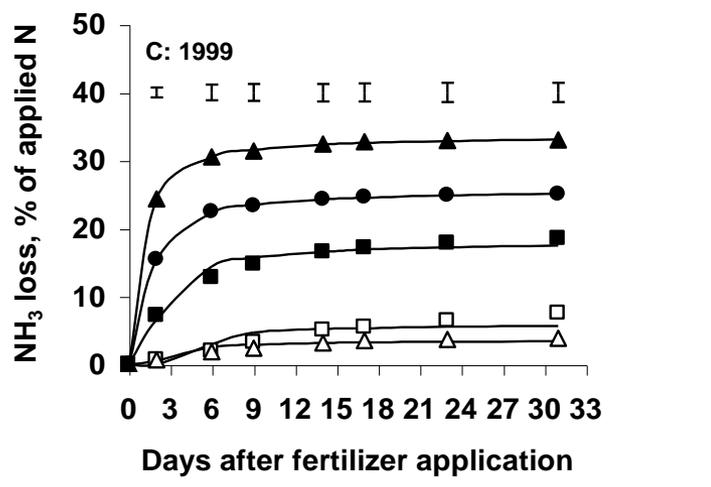
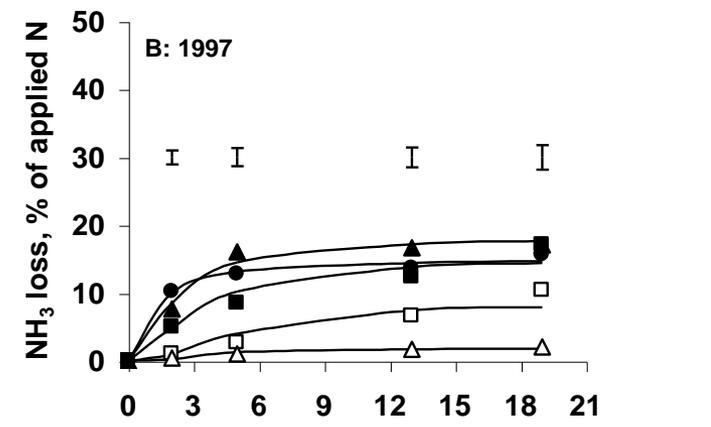
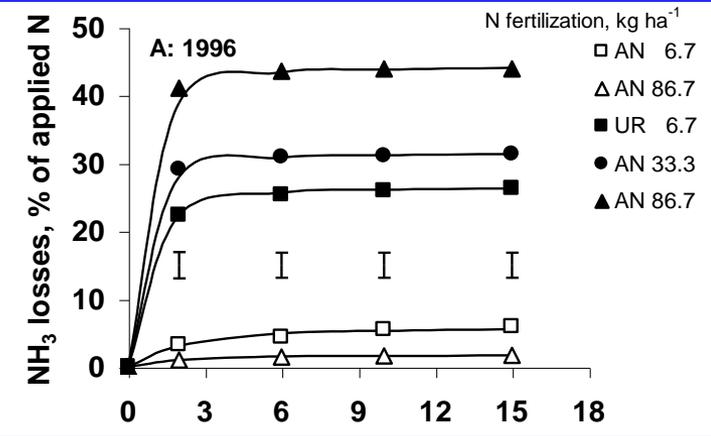


Perda de N por volatilização de amônia



Perda de N por volatilização de amônia

nitrato de amônio
uréia



Cantarella et al. (2003)

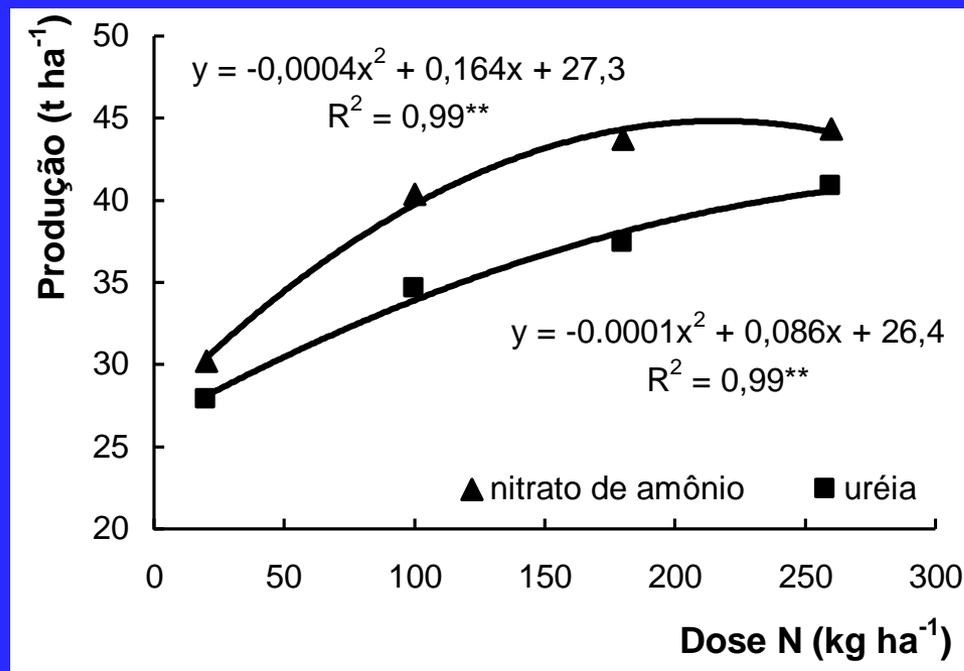
Perda de N por volatilização de amônia

efeito das condições ambientais

Fonte de N	Ventilação	Dia	Noite	Prob.<F
NH₃-N, mg m⁻² h⁻¹				
Nitrato de amônio	desligada	5,2	2,7	0,1208
	ligada	12,0	6,0	0,0062
Uréia	desligada	9,4	5,3	0,0044
	ligada	22,9	12,7	0,0407

Mattos Jr. et al. (2003)

Resposta dos citros à adubação nitrogenada



Cantarella et al. (2003)

Análise de custo

- Para aplicação de 100 kg/ha de N como uréia

	Perda por volatilização potencial (%)			
	0	20	30	40
N a aplicar, kg/ha	100	125	143	167
Custo, R\$	100	125	143	167
Custo N adicional, R\$	0	25	43	67

Cantarella (2005)

- O custo de outras fontes ou da incorporação da uréia deve ser compatível com o risco de perdas

	R\$/kg N
Uréia	0,90 - 1,30
Nitrato de amônio	1,10 - 1,30
Sulfado de amônio	1,40 - 1,50
Nitrato Ca, K	1,90 - 2,20

Manejo da adubação para aumento da produtividade



avaliação da qualidade do trabalho,
manutenção de históricos e evolução da
produtividade e qualidade dos frutos

CITROS 2000 - RELATORIO CITRICOLA GERAL/2005

GRUPO	TALHOES			PLANTIO	ESPAC. (m)	ANALISE DE SOLO											ANALISE FOLIAR (%)						
	ANO	COPA	CAVALO			N.PES	IDADE	AREA (ha)	PROF.	MO	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V	Ca/Mg	Ca/K	Mg/k	N
						cm	g/dm3	mg/dm3				mmolc/dm3				%					Fe	Mn	Cu
01/G01 2005	T-1 HAMLIN	L.CRAVO	36761978/27	8.0x5.0 14.70	0-20 20-40	16 0	5.5 0.0	30 0	1.4 0.0	22 0	8 0	17 0	31.4 0.0	48.4 0.0	65 0	2.8 0.0	15.7 0.0	5.7 0.0	28.8 70	1.3 50	14 20		
01/G02 2005	T-2 HAMLIN	L.CRAVO	37761978/27	8.0x5.0 15.10	0-20 20-40	15 0	5.5 0.0	18 0	1.3 0.0	23 0	0 0	16 0	24.3 0.0	40.3 0.0	60 0	0.0 0.0	17.7 0.0	0.0 0.0	28.8 70	1.3 50	14 20		
01/G03 2005	T-3 HAMLIN	L.CRAVO	31481978/27	8.0x5.0 12.59	0-20 20-40	15 0	5.6 0.0	11 0	0.8 0.0	35 0	8 0	16 0	43.8 0.0	59.8 0.0	73 0	4.4 0.0	43.8 0.0	10.0 0.0	28.8 70	1.3 50	14 20		
01/G04 2005	T-4 VALENCIA	L.CRAVO	27271978/27	8.0x5.0 10.91	0-20 20-40	13 0	6.4 0.0	50 0	0.7 0.0	33 0	10 0	10 0	43.7 0.0	53.7 0.0	81 0	3.3 0.0	47.1 0.0	14.3 0.0	29.7 70	1.7 50	13 20		
01/G05 2005	T-5 VALENCIA	L.CRAVO	21641978/27	8.0x5.0 8.66	0-20 20-40	15 0	6.0 0.0	58 0	1.1 0.0	27 0	8 0	11 0	36.1 0.0	47.1 0.0	77 0	3.4 0.0	24.5 0.0	7.3 0.0	29.7 70	1.7 50	13 20		
01/G06 2005	T-6 VALENCIA	L.CRAVO	15261978/27	8.0x5.0 6.10	0-20 20-40	15 0	5.9 0.0	35 0	1.2 0.0	20 0	5 0	11 0	26.2 0.0	37.2 0.0	70 0	4.0 0.0	16.7 0.0	4.2 0.0	29.7 70	1.7 50	13 20		
01/G07 2005	T-7 VALENCIA	L.CRAVO	29671978/27	8.0x5.0 11.87	0-20 20-40	13 0	4.9 0.0	5 0	0.6 0.0	9 0	3 0	18 0	12.6 0.0	30.6 0.0	41 0	3.0 0.0	15.0 0.0	5.0 0.0	29.7 70	1.7 50	13 20		
01/G08 2005	T-8 VALENCIA	L.CRAVO	26441978/27	8.0x5.0 10.58	0-20 20-40	15 0	5.4 0.0	34 0	1.0 0.0	17 0	6 0	16 0	24.0 0.0	40.0 0.0	60 0	2.8 0.0	17.0 0.0	6.0 0.0	29.7 70	1.7 50	13 20		
01/G09 2005	T-9 NATAL	L.CRAVO	12591992/13	8.0x5.0 5.04	0-20 20-40	15 0	4.9 0.0	42 0	0.7 0.0	13 0	4 0	21 0	17.7 0.0	38.7 0.0	46 0	3.3 0.0	18.6 0.0	5.7 0.0	29.7 70	1.6 50	16 20		
01/G10 2005	T-10 NATAL	L.CRAVO	35121979/26	8.0x5.0 14.05	0-20 20-40	10 0	6.0 0.0	51 0	0.7 0.0	25 0	6 0	13 0	31.7 0.0	44.7 0.0	71 0	4.2 0.0	35.7 0.0	8.6 0.0	29.7 70	1.6 50	16 20		
01/G11 2005	T-11 NATAL	L.CRAVO	62251979/26	8.0x5.0 24.90	0-20 20-40	13 0	5.6 0.0	26 0	0.9 0.0	23 0	8 0	16 0	31.9 0.0	47.9 0.0	67 0	2.9 0.0	25.6 0.0	8.9 0.0	29.7 70	1.6 50	16 20		
01/G12 2005	T-12 NATAL	T.CLEO.	76721991/14	8.0x5.0 30.69	0-20 20-40	10 0	6.6 0.0	38 0	1.1 0.0	99 0	45 0	10145.1 0.0	1155.1 0.0	94 0	2.2 0.0	90.0 0.0	40.9 0.0	30.7 70	1.7 50	16 20			
01/G13 2005	T-13 NATAL	T.CLEO.	54311991/14	8.0x5.0 21.72	0-20 20-40	11 0	5.2 0.0	16 0	1.6 0.0	12 0	4 0	17 0	17.6 0.0	34.6 0.0	51 0	3.0 0.0	7.5 0.0	2.5 0.0	30.7 70	1.7 50	16 20		

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda Adobe PDF Digite uma pergunta

85%

Arial 10

Responder com alterações... Finalizar revisão...

		N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	
1		PLANO DE ADUBAÇÃO										SAFRA 2005/06			Dirceu								
2															2 set. 2005								
4	Grupo	Talhões	Copa	Cavalo	Produção	Recomendações		MAP	Fórmula	Parcelamento			Est.	Observações	Consumo de adubo		Consumo fert.		Consumo				
5					ca/pl	II	P ₂ O ₅	K ₂ O		Set/Out	Dez/Jan	Marco	Total	safra		fórmula	MAP	IIA	KCl blanc				
6																							
7						kg/ha		kg/planta				kg/planta						toneladas		toneladas			
8	01/G01	T-1	HAMLIN	L.CRAVO	2,2	180	40	120	18 04 24	1,6	1,6	0,8	4,0				14,7						
9	01/G02	T-2	HAMLIN	L.CRAVO	3,8	180	50	120	18 04 24	1,6	1,6	0,8	4,0				15,1						
10	01/G03	T-3	HAMLIN	L.CRAVO	3,0	180	100	120	18 12 18	1,6	1,6	0,8	4,0				12,6						
11	01/G04	T-4	VALENCIA	L.CRAVO	2,7	140	0	72	18 04 24	1,2	0,9	0,9	3,1				8,5						
12	01/G05	T-5	VALENCIA	L.CRAVO	2,1	140	0	72	18 04 24	1,2	0,9	0,9	3,1				6,7						
13	01/G06	T-6	VALENCIA	L.CRAVO	2,1	140	0	72	18 04 24	1,2	0,9	0,9	3,1				4,7						
14	01/G07	T-7	VALENCIA	L.CRAVO	2,0	140	70	64	18 12 18	1,2	0,9	0,9	3,1				9,2						
15	01/G08	T-8	VALENCIA	L.CRAVO	2,3	140	0	72	18 04 24	1,2	0,9	0,9	3,1				8,2						
16	01/G09	T-9	NATAL	L.CRAVO	3,1	140	0	120	18 04 24		0,9					Fertirrigação	1,1		1,5	0,7			
17	01/G10	T-10	NATAL	L.CRAVO	2,3	140	0	90	18 04 24	1,2	0,9	0,9	3,1				10,9						
18	01/G11	T-11	NATAL	L.CRAVO	1,6	140	30	70	18 12 18	1,2	0,9	0,9	3,1				19,4						
19	01/G12	T-12	NATAL	T.CLEO.	2,9	160	0	90	18 12 18	1,4	1,1	1,1	3,6				27,3						
20	01/G13	T-13	NATAL	T.CLEO.	3,2	160	50	80	18 12 18	1,4	1,1	1,1	3,6				19,3						
21	01/G14	T-14	NATAL	L.CRAVO	2,5	140	40	50	18 12 18	1,2	0,9	0,9	3,1				4,0						
22	01/G15	T-15	NATAL	L.CRAVO	3,0	160	50	120	18 12 18	1,4	1,1	1,1	3,6				10,1						
23	01/G16	T-16	NATAL	T.CLEO.	3,4	160	50	120	18 12 18		1,3					Fertirrigação	2,9		2,6	1,1			
24	01/G17	T-17	NATAL	T.CLEO.	2,4	140	50	120	18 12 18		0,7					Fertirrigação	3,3		4,5	2,0			
25	01/G18	T-18	NATAL	T.CLEO.	2,7	140	0	120	18 04 24		0,7					Fertirrigação	3,8		5,2	2,3			
26	01/G19	T-19	NATAL	L.VOLK.	2,4	140	100	120	18 12 18		0,7					Fertirrigação	6,1		8,4	3,7			
27	01/G20	T-20	NATAL	T.CLEO.	5,2	180	140	180	18 12 18		1,8					Fertirrigação	7,3		5,0	2,2			
28	01/G21	T-21	NATAL	T.CLEO.	4,2	180	120	160	18 12 18		1,8					Fertirrigação	6,0		4,1	1,8			
29	01/G22	T-22	NATAL	T.CLEO.	4,2	180	0	90	18 04 24		1,8					Fertirrigação	4,4		3,0	1,3			

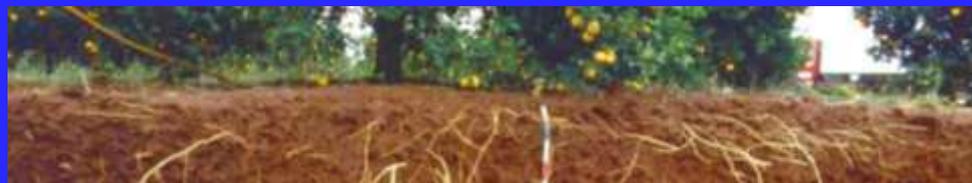
RM 2005 / Fertirrig /

Desenhar AutoFormas

Comentários finais

estratégias

Diagnóstico



Ajustes de doses



fontes/parcelamento
manejo da (fert)irrigação



séries de dados

2005	HAMLIN	L.CRAVO	36761978/27	14,70	20-40	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	
01/002	T-2			8,0x5,0	0-20	15	5,1	18	1,3	23	0	16	24,2	40,3	60	0,0	17,7	0,0
2005	HAMLIN	L.CRAVO	37761978/27	15,10	20-40	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	
02/003	T-3			8,0x5,0	0-20	15	5,6	13	0,8	35	8	16	41,8	59,8	73	4,4	41,0	10,0
2005	HAMLIN	L.CRAVO	31481978/27	12,59	20-40	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	
01/004	T-4			8,0x5,0	0-20	13	6,4	30	0,7	33	30	10	41,7	51,7	81	3,3	47,1	14,3
2005	VALENCIA	L.CRAVO	27271978/27	10,91	20-40	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	
01/005	T-5			8,0x5,0	0-20	15	6,0	38	1,1	27	8	13	36,1	47,1	77	3,4	24,5	7,5
2005	VALENCIA	L.CRAVO	21641978/27	8,66	20-40	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	



Obrigado pela atenção

ddm@centrodecitricultura.br

