




# NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DOS CITROS

## Citricultura – PG ESALQ

24 de Outubro de 2023

---

Rodrigo M. Boaretto  
 Rodrigo.boaretto@sp.gov.br  
 rmbaoretto@gmail.com

1



## Instituto Agrônomo - IAC



**D. PEDRO II**  
Imperador de 1849 a 1889



**1887 – Criação da:**  
“Estação Imperial Agronômica”



Cafeicultura migrava do Vale do Paraíba para a região de Campinas e Ribeirão Preto



R.M. Boaretto, Nutrição dos Citros, PG-ESALQ Out 2023

2



## Estrumação



**II. — Estudo da influencia de varios estrumes sobre o desenvolvimento do café em face de todas as substancias indispensaveis para o seu desenvolvimento regular.**



Sem estrume. Com estrume azotico. Com estrume phosphorico. Com estrume potassico.

Dafert, 1895

R.M. Boaretto, Nutrição dos Citros, PG-ESALQ Out 2023

3



## Desafios e efeitos colaterais

**(75 pragas/vetores + 50 doenças)**



Tristeza
Cancro, Gomose
CVC
Morte Súbita
HLB
HLB Cancro

OS DESAFIOS LEVARAM À ADOÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS

Porta-enxerto  
Pre-imunização  
Novos clones

Medidas sanitárias,  
Porta-enxerto,  
Práticas culturais/  
Nutrição

Viveiros,  
Nutrição,  
Genômica

Porta-enxerto  
(Fert)irrigação  
Nutrição

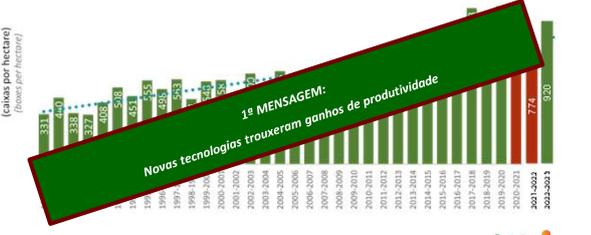
Nutrição, Adensamento,  
Poda, Tecn. pulverização,  
Controle biológico,  
Atões coordenadas HLB

R.M. Boaretto, Nutrição dos Citros, PG-ESALQ Out 2023

4



## Produtividade média brasileira



**1ª MENSAGEM:**  
Novas tecnologias trouxeram ganhos de produtividade

Fundecitrus

R.M. Boaretto, Nutrição dos Citros, PG-ESALQ Out 2023

5



## Produtividade e efeito dreno





**2ª MENSAGEM:**  
Maior produtividade, maior demanda nutricional

R.M. Boaretto, Nutrição dos Citros, PG-ESALQ Out 2023

6

**Manejo da adubação**

**Macronutrientes (g/kg)**

Primários: N, P, K

Secundários: S, Ca, Mg

3ª MENSAGEM: **Cl, Cu, Fe, Mo e Ni**

O manejo da adubação em áreas de altas produtividades vai além do NPK

© M. Boverito, Nutrição dos Citros, PG-ESALQ Out 2022

7

**Calagem e Adubação dos Citros**

**Informações consolidadas sobre:**

- Calibração dos resultados das análises de solo e folhas
- Curvas de resposta NPK
- Resposta diferenciada dos porta-enxertos
- Micronutrientes
- Adubação foliar
- Fertilirrigação

1988 1997 2005 2010 2018 2022

**BOLETIM TÉCNICO 100**  
RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

© M. Boverito, Nutrição dos Citros, PG-ESALQ Out 2022

8

**Para um bom Manejo é preciso...**

- Amostrar corretamente (Solo e Folha)
- Usar laboratório credenciado
- Interpretar resultados com cuidado
- Tabela de recomendação

**NAO EXISTE RECEITA DE BOLO!!!**

Direcionamentos "aproximados" para resultados

© M. Boverito, Nutrição dos Citros, PG-ESALQ Out 2022

9

**Diagnose Visual**

10

**Nitrogênio**

**-N** **+N**

© M. Boverito, Nutrição dos Citros, PG-ESALQ Out 2022

11

**Fósforo**

**A** **B** **C**

© M. Boverito, Nutrição dos Citros, PG-ESALQ Out 2022

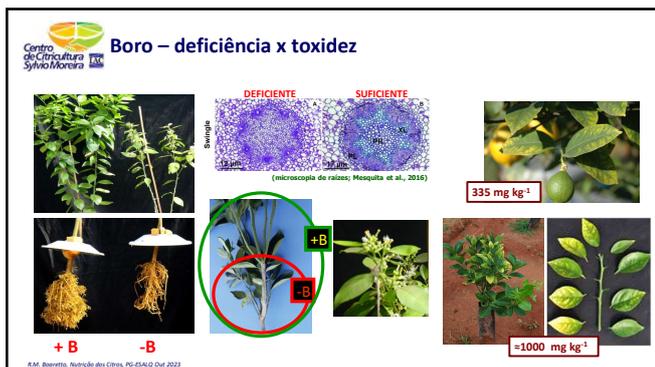
12



13



14



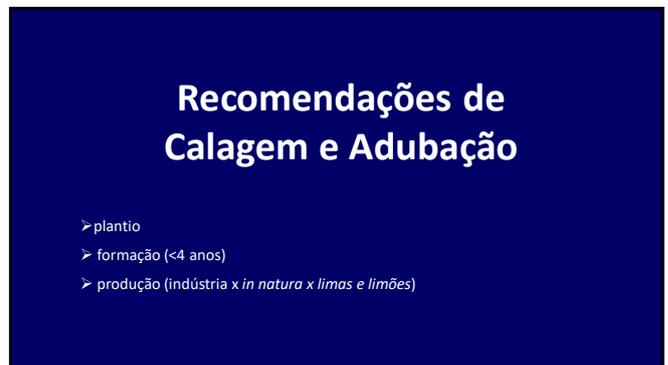
15



16



17



18

**Calagem**

Os Citros não toleram solos ácidos (pH <5) e o crescimento radicular é limitado pelo excess  $Al^{3+}$  e  $H^+$

**Teores foliares**  
 Ca: 35-50  $mg\ kg^{-1}$   
 N - limão: 20-24  $mg\ kg^{-1}$   
 N laranja: 25-30  $mg\ kg^{-1}$

**Sem Calagem**

R.M. Boverito, Nutrição dos Citros, PG-ESA42 Out 2023

19

**Adução de plantio**

**Implantação do pomar - sulcador**

**Incorporação de P em profundidade**

**Solo bem corrigido é alicerce da citricultura moderna**

R.M. Boverito, Nutrição dos Citros, PG-ESA42 Out 2023

20

**Incorporação de P no solo**

**Controle** P resina, 3,0  $mg\ dm^{-3}$

**Dose 1**

**Dose 2**

**Eficiência de uso de P ( $mg\ g^{-1}$ )**

**Média PE** 0,61 → 0,64 → 0,77 → 0,82 → 0,94

Zambrosi et al., 2014

R.M. Boverito, Nutrição dos Citros, PG-ESA42 Out 2023

21

**Adução de plantio**

**Recomendação anterior – BOLETIM 100 - 1997**

**Adução de plantio:** Aplicar os fertilizantes, em sulcos com 25 a 30 cm de profundidade, de acordo com a análise de solo e para todas variedades de copas:

	P resina, $mg/dm^3$	B (água quente)
0-5	6-12	13-30
	>30	>0-20
	$P_2O_5(%)$	
80	60	
(%) g/m		

**5ª MENSAGEM:**  
 Oportunidade única para se aplicar fósforo em profundidade.

Recomendações - IAC

... por metro de sulco, independente do teor do nutriente no solo.  
 ... fosfatos (ex. superfosfato simples), e se possível contendo Zn (0,5%).

R.M. Boverito, Nutrição dos Citros, PG-ESA42 Out 2023

22

**Morte Súbita dos Citros (Ano de 1999)**

Cravo (resistente a seca) representava mais de 90% dos PE;

**Valencia / limão Cravo**

**Valencia / tangerina Cleopatra**

Novas opções de PE com diferentes demandas nutricionais

R.M. Boverito, Nutrição dos Citros, PG-ESA42 Out 2023

23

**Porta-enxerto X Nutrientes**

- Antes do ano 2000 o "Cravo" representava 95% PE
- Aparecimento da Morte Súbita (2000) necessidade de troca do PE
- Novas opções de PE com diferentes demandas nutricionais

**Relative fruit yield (%)**

**N, g tree<sup>-1</sup>** (40% increase for limão cravo)

**P, g tree<sup>-1</sup>** (30% increase for limão cravo)

**K, g tree<sup>-1</sup>** (50% increase for limão cravo)

**Σ fertilizante aplicada em 4 anos**

Mouton Jr. et. al (2006)

24

**Nitrogênio - Pomar em formação**

Idade pomar	Recomendação Anterior
Anos	g/planta de N
0 a 1	100
1 a 2	220
2 a 3	300
3 a 4	400
4 a 5	500

Árvores/hectare (2023)  
Formação = 574 árvores/ha  
Média = 523 árvores/ha

R.M. Boaretto, Nupão do Citrus, PG-ESALQ Out 2023

25

**Plantas com excesso de vigor**

Valência/SW

R.M. Boaretto, Nupão do Citrus, PG-ESALQ Out 2023

26

**Adubação de formação Citros**

Recomendação anterior (Quaggio et al., 2005)

Idade (Anos)	N	P resina (mg dm <sup>-3</sup> )			K trocável (mmol dm <sup>-3</sup> )		
		< 6	6-12	13-30	< 0,8	0,8-1,5	1,6-3,0
0-1	100	0	0	0	0	0	
1-2	220	100	50	20	50	50	
2-3	300	180	70	30	150	100	
3-4	400	210	100	50	300	200	

Para copas sobre tangerinas Cleopatra e Sunki aumentar a dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em 25%; para citrímelo Swingle aumentar a dose de K<sub>2</sub>O em 20%.

Nova Recomendação Boletim IAC

Idade	N	P resina, mg dm <sup>-3</sup>			K trocável, mmol dm <sup>-3</sup>		
		<16	16-40	>40	<1,6	1,6-3,0	>3,0
0-1	70	15	15	15	15	10	
1-2	100	60	45	30	50	30	
2-3	140	90	60	45	90	60	
3-4	180	120	90	60	120	60	

Unidades: Anos, kg ha<sup>-1</sup> de N, kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O

R.M. Boaretto, Nupão do Citrus, PG-ESALQ Out 2023

27

**Adubação de Produção**

Indústria - Laranjas

Mercado *in natura* (laranjas e tangerinas)

Limão e Lima Ácida Tahiti

R.M. Boaretto, Nupão do Citrus, PG-ESALQ Out 2023

28

**Aproveitamento do N pelo citros**

Copa/Porta-enterto	Idade plantas	Fertilizante	Aplicação do fertilizante	Aproveitamento do N pela planta	Referência	Observação
Shamoutilima doce <sup>a</sup>	22	NK	Fertirrigado	40-56	Feigenbaum et al. (1987)	Pomar
Pêra/Cravo	1,5	UR	Sólido em superfície	33-61	Boaretto et al. (1999)	Vaso fechado, sem frutos
Redblush/Volkamer Redblush/Azeda	4	NA	Fertirrigado	24-84	Lea-Cox et al. (2001)	Lisimetro
Citrus miltis	1,5	SA, UR, NCA e NK	Solução nutritiva	14(UR) - 38(SA)	Natale & Marchal (2002)	Vaso aberto; Inativação de N minimizada
Valencia late/Troyer	3	SA	Fertirrigado	35	Martínez et al. (2002)	Contêiner
Hamlin/Swingle	5-6	NA e UR	Sólido em superfície	28(UR) - 40(NA)	Mattos Jr. et al. (2003)	Pomar
Lane late/Carrizo	1, 2 e 3	NA	Fertirrigado	6-31	Menino (2005)	Pomar
Pêra/Cravo	4	SA	Sólido em superfície	16-38	Boaretto et al. (2007)	Pomar

Mattos Jr. et al. (2008)

R.M. Boaretto, Nupão do Citrus, PG-ESALQ Out 2023

29

**Fontes de Nitrogênio**

Max yield ≈ 200 kg ha<sup>-1</sup>

$y = -0,0004x^2 + 0,164x + 27,3$   
 $R^2 = 0,99^{**}$

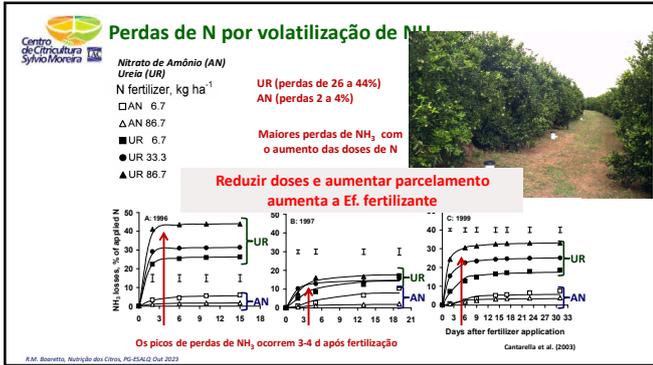
$y = -0,0001x^2 + 0,086x + 26,4$   
 $R^2 = 0,99^{**}$

▲ nitrato de amônio ■ uréia

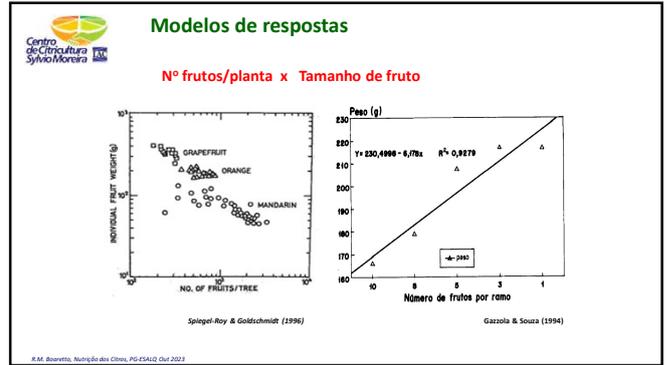
Cantarella et al. (2003)

R.M. Boaretto, Nupão do Citrus, PG-ESALQ Out 2023

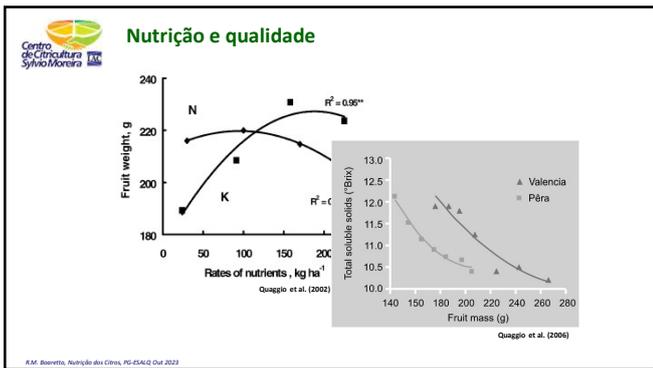
30



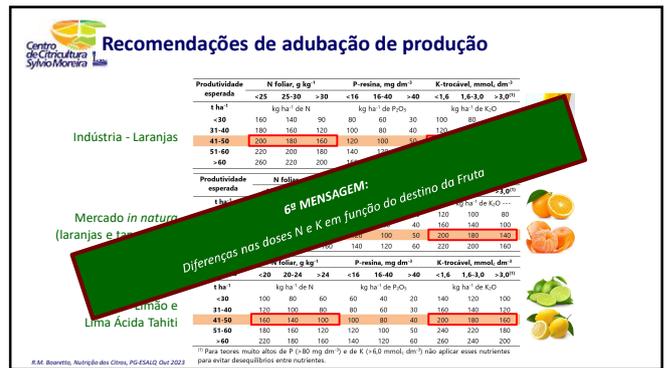
31



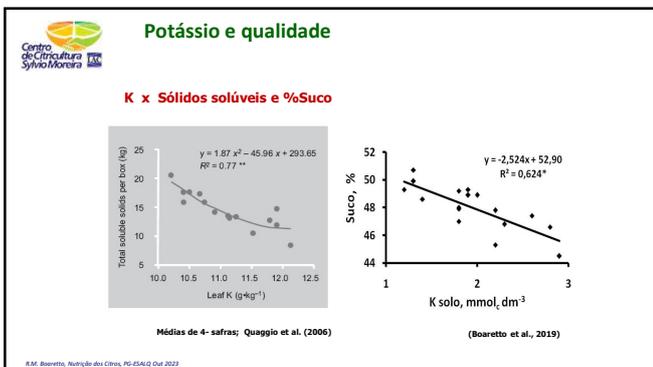
32



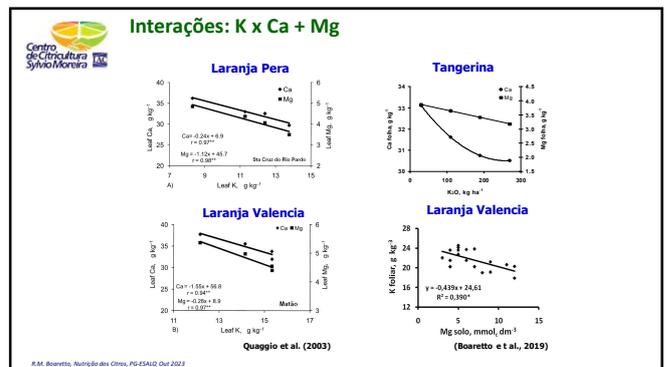
33



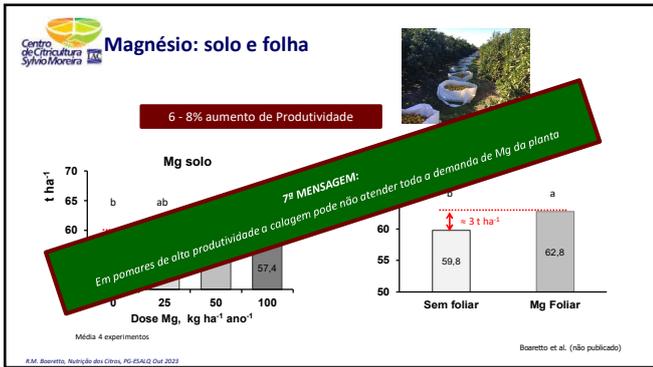
34



35



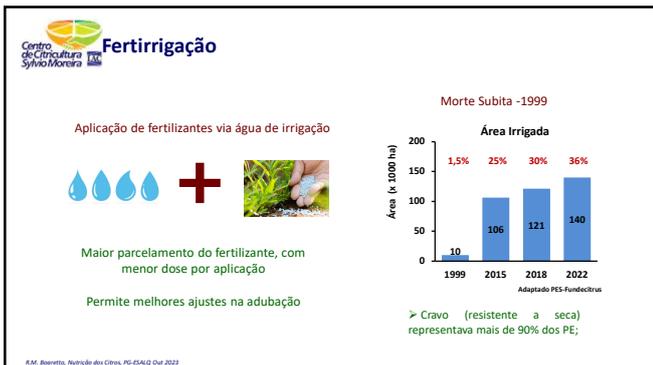
36



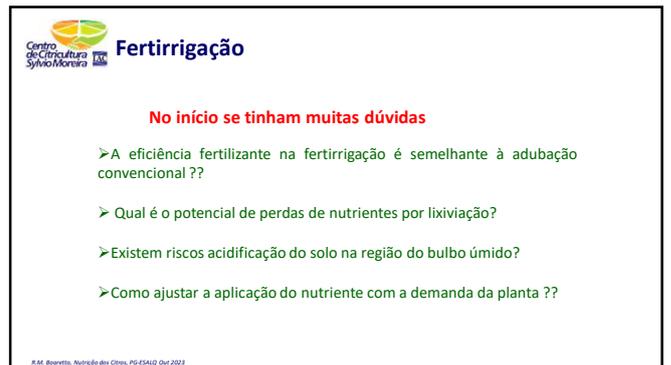
37



38



39



40

**Ad. Sólida x Irrigação x Fertirrigação**

Treatments	pH
Non-irrigated + NK50%	6.3
Non-irrigated + NK100%	5.7
Irrigated + NK50%	6.4
Irrigated + NK100%	6.1
Fertirrigated + NK50%	5.5
Fertirrigated + NK100%	4.9
F test	***
Treatment	***
LSD	0.5

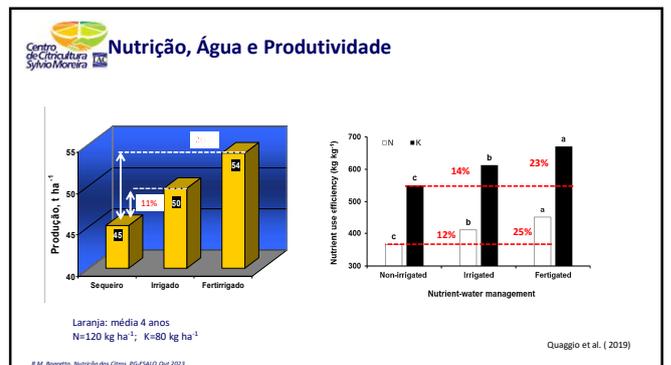
Nitrato de amônio  
Cloreto de potássio  
Exclusão da fonte de P

100% recomendado:  
N = 240 kg/ha/año  
K2O = 160 kg/ha/año

Início: 2002, Natal / Cravo com 4-5 anos  
Dose NPK 50 e 100%

Quaggio et al 2019

41



42

# Manejo fertilizante X Equilíbrio iônico

43

**Equilíbrio iônico**

$\Sigma \text{cátions (+)} = \Sigma \text{ânions (-)}$

$\text{K}^+$   
 $\text{Ca}^{++}$   
 $\text{Mg}^{++}$   
 $\text{NH}_4^+$

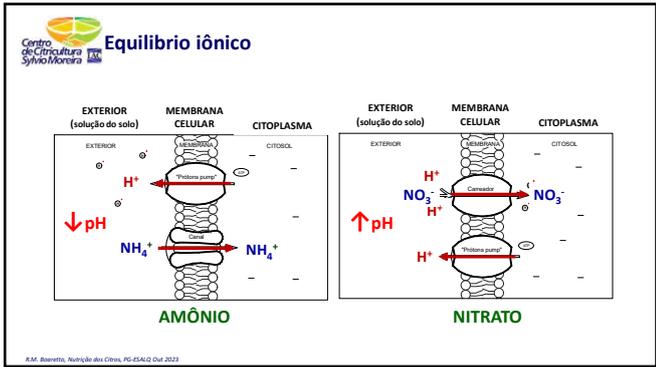
$\text{H}_2\text{PO}_4^-$   
 $\text{SO}_4^-$   
 $\text{NO}_3^-$

f: (pH do solo, fonte fertilizante)

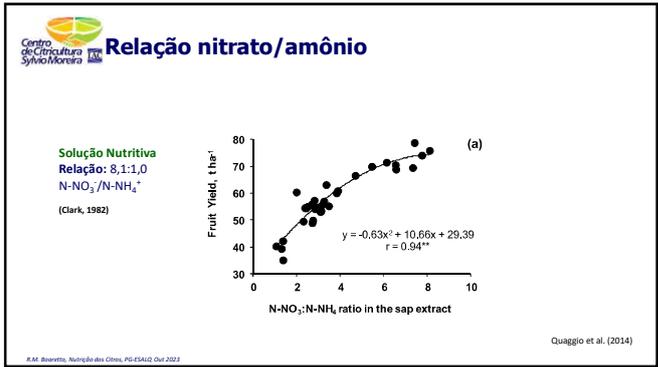
Nutriente	Baixo	Adequado	Alto
		g kg <sup>-1</sup>	
N <sup>(1)</sup>	<25	25-30	>30
P	<1,2	1,2-1,6	>1,6
K	<10	10-15	>15
Ca	<35	35-50	>50
Mg	<3,5	3,5-5,0	>5,0
S	<2,0	2,0-3,0	>3,0
		mg kg <sup>-1</sup>	
B	<50	50-150	>150
Cu	<10	10-20	>20
Fe	<50	50-150	>150
Mn	<30	30-60	>60
Mo	<0,5	0,5-2,0	>2,0
Zn	<35	35-70	>70

<sup>(1)</sup> Limões e laranja ácida. Faixas: as faixas são: <20 (= baixo), 20 - 24 (= adequado) e >24 (alto).

44



45



46

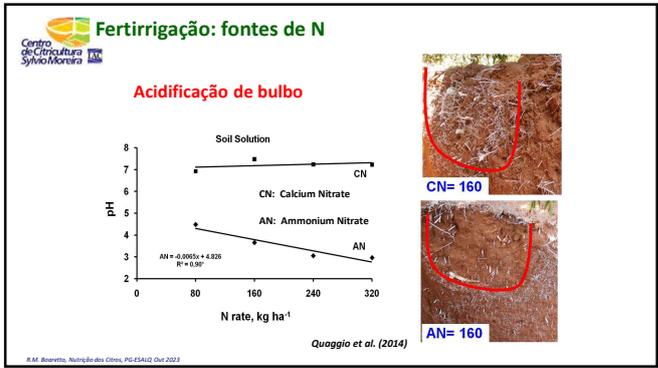
**Fertirrigação: fontes de N**

Doses e fontes de N

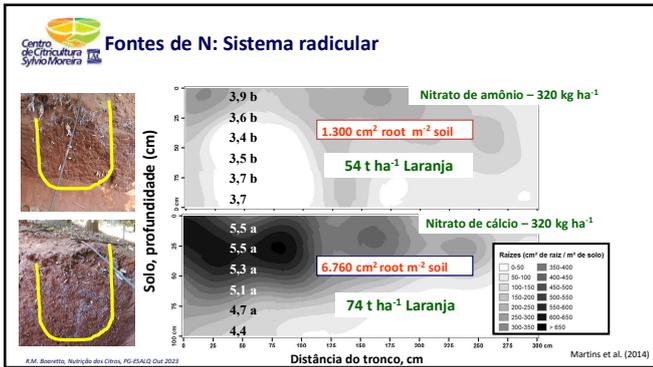
Início: 2004, Laranja Valencia/ Swingle com 3 anos  
 12 anos de Avaliação

2 fontes de N (Nitrato de Cálcio e Nitrato de Amônio)  
 4 doses de N (80, 160, 240 e 320 kg ha<sup>-1</sup> de N)

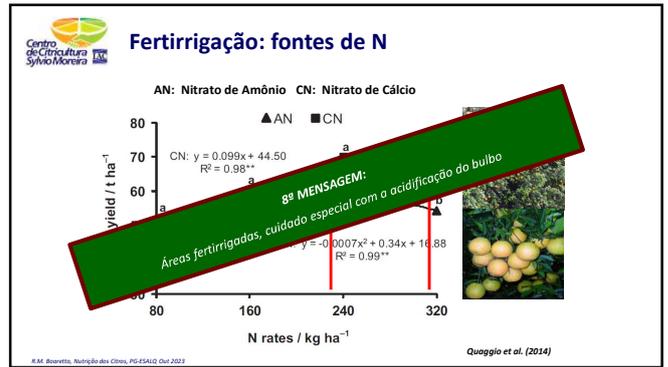
47



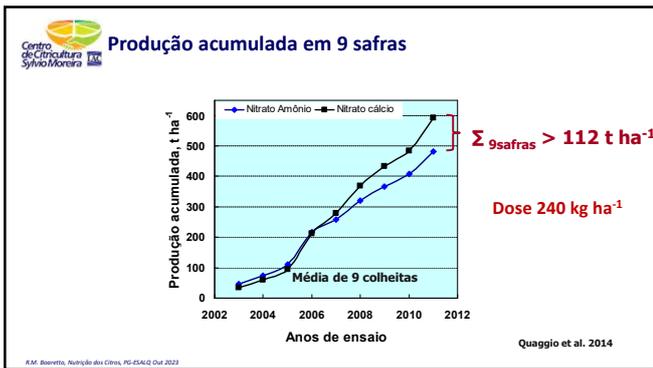
48



49



50



51

### Fontes de N: solos alcalinos

Table 2. Changes in the N concentration of spring-flush leaves during the period of N application (1990).

Treatments	N(% dry wt) <sup>a</sup>				
	7 May	4 June	9 July	1 August	5 September
Urea	1.96 a	2.06 a	2.42 a	2.40 a	2.39 a
Ammonium Sulfate	2.17 b	2.12 ab	2.52 ab	2.57 b	2.50 a
Calcium Nitrate	2.24 b	2.28 b	2.67 b	2.77 c	2.81 b
C.V. (%)	9	9	8	5	5

Solo pH = 8,0  
Arenoso

Legaz et al., (1992)

52

## Interação entre nutrição e doenças

A maior concentração de cálcio pode aumentar a resistência das plantas as doenças?

Citros Teor foliar: N e Ca  
Ca: 35-50 mg kg<sup>-1</sup>  
N: 25-30 mg kg<sup>-1</sup>

53

### Teores de Ca e N: folhas e flores

Fontes de N	Dose de N, kg ha <sup>-1</sup>		Dose de N, kg ha <sup>-1</sup>	
	80	320	80	320
	Teor de N, g kg <sup>-1</sup>		Teor de N, g kg <sup>-1</sup>	
Nitrato de amônio	25 Aa	28 Ab	17 Aa	23 Ab
Nitrato de cálcio	24 Aa	28 Ab	20 Aa	25 Ab
	Teor de Ca, g kg <sup>-1</sup>		Teor de Ca, g kg <sup>-1</sup>	
Nitrato de amônio	30 Ba	33 Ba	3,7 Aa	3,4 Aa
Nitrato de cálcio	41 Aa	44 Aa	3,9 Aa	4,8 Bb

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste F (p=0,05).

Petend (2016)

54

**Fontes de N: Microscopia Folha**

**Microscopia de Transmissão**

Nitrato de Amônio

Nitrato de Cálcio

80 kg/ha de N      320 kg/ha de N

Petená (2016)

55

**Fontes de N: Microscopia Pétala**

**Microscopia de Luz**

**Microscopia de Varredura**

Nitrato de Amônio

Nitrato de Cálcio

320 kg ha<sup>-1</sup>

320 kg/ha de N

Petená (2016)

56

**Suprimento de Ca vs Podridão Floral**

**Flores uma semana após a inoculação PFC**

Pétalas das flores

[Ca] 7,3 g/kg      [Ca] 6,5 g/kg      [Ca] 5,8 g/kg

300 mg L<sup>-1</sup> Ca      150 mg L<sup>-1</sup> Ca      30 mg L<sup>-1</sup> Ca

Petená et al., (não publicado)

57

**Suprimento de Ca vs Podridão Floral**

**Flores uma semana após a inoculação PFC**

Pétalas das flores

22      31      42 % estrelinhas

300 mg L<sup>-1</sup> Ca      150 mg L<sup>-1</sup> Ca      30 mg L<sup>-1</sup> Ca

Petená et al., (não publicado)

58

# Micronutrientes

59

**Micronutrientes na citricultura**

- Áreas mais produtivas: vigor e precocidade (↑ demanda)
- Novos cenários de produção  
Mudanças no adensamento, materiais genéticos + exigentes, podas, fertirrigação, volume de calda → Aumento demanda por nutrientes
- Problemas mais frequente: deficiência ou excesso  
- B, Cu, Mn, Zn e Mg → Adução foliar
- Limitações com a análise foliar  
- Contaminação/resíduo foliar, expansão limbo, folha diagnose - macro
- Formulações diversas: Marketing

**DIAGNOSE VISUAL: FERRAMENTA IMPORTANTE**

Petená et al., (não publicado)

60

**Estratégias de fornecimento**

- > **Aplicação via folhas (Principal estratégia!!!?)**
  - ↑ facilidade de aplicação
  - ↓ baixa mobilidade de micronutrientes no floema
- > **Aplicação via Solo (Viável!!!!?)**
  - ↑ menor problemas de fito e efeito a longo prazo
  - ↓ alta adsorção no solo e baixa disponibilidade (catiônicos)
- > **Fertirrigação**
  - Depende de nutriente x fonte fertilizante

**ESTRATÉGIAS: PREVENTIVA ou CORRETIVA**

R.M. Boaretto, Nupião dos Citros, PG-ESALQ Out 2023

61

**Adubação foliar**

**Principal estratégia de aplicação?!?!?**

**Objetivos:** complementar em quantidade e qualidade os nutrientes que o solo não consegue fornecer

**Verdade ou Mito???**  
**Adubação foliar é mais eficiente que a adubação no solo???**

**FF 2 x ano – convencional 10 Pomares, 3 a 20 anos**

**Verdade ou Mito???**  
**Adubação foliar é mais eficiente que a adubação no solo???**

R.M. Boaretto, Nupião dos Citros, PG-ESALQ Out 2023

62

**Boro absorção: folha e solo**

**Folha**

Laranja Valência  
 Adubação foliar  
<sup>10</sup>B – Ácido Bórico  
 Avaliação: 0-30 dias

**Absorção Foliar = 8%**

Boaretto et al. (2005)

**Solo**

Lisímetro 320L  
<sup>10</sup>B – Ácido Bórico  
 Laranja x Limão

	Laranja Valência	Limão Lisboa
<sup>10</sup> B ABSORVIDA	22,5	29,5
Distribuição		% Bppf
Partes Novas	67	60
Partes Velhas	23	28
Raízes	12	13

Boaretto et al. (2012)

63

**Boro (solo x folha)**

Valência/Swingle  
<sup>10</sup>B  
 Fertirrigação x Foliar  
 Solo arenoso

Plant part	2.0 kg ha <sup>-1</sup>	B application treatments <sup>a</sup>		
		Soil 1.0 kg ha <sup>-1</sup>	Leaf spray 1.0 kg ha <sup>-1</sup>	Leaf spray 0.5 kg ha <sup>-1</sup>
Leaves 1 <sup>st</sup> flush	76.6 A a	54.4 A a	19.1 A b	7.0 A b
Leaves 2 <sup>nd</sup> flush	35.7 B a	19.2 B b	9.1 B bc	1.8 B c
Leaves 3 <sup>rd</sup> flush	26.4 B a	13.9 C b	4.2 C c	2.1 B d
Leaves 4 <sup>th</sup> flush	6.6 C a	3.4 D b	1.6 C b	0.6 C b
Fruits (7-8 cm diam.)	5.2 C a	3.8 D a	1.3 C b	0.5 C c

**3 X**

Boaretto et al. (2010)

64

**Boro redistribuição**

**B absorvido pelas folhas**

Laranja Valência  
 Adubação foliar  
<sup>10</sup>B – Ácido Bórico  
 Avaliação: 0-30 dias

8% = Absorção Foliar

240 dias

Redistribuição = 3% (do total absorvido)

Aumento do teor de B nos Novos Fluxos = 1 mg kg<sup>-1</sup>

Boaretto et al. (2005)

**B absorvido pelas raízes**

Solução nutritiva (<sup>10</sup>B)  
 Laranja Valência  
 - Limão Cravo  
 - Citrumelo Swingle

B adequado

B deficiente

6 meses

3 meses

Aumento do teor de B nos Novos Fluxos = 16 mg kg<sup>-1</sup>

= 9 mg kg<sup>-1</sup>

**Frutificação**

Boaretto et al. (2008)

65

**B solo (doses x porta-enxerto)**

B concentração foliar

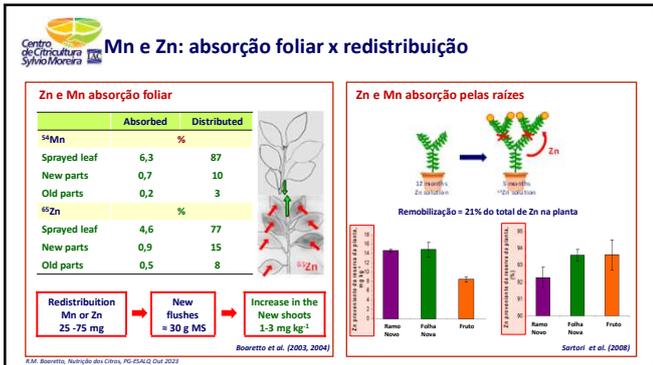
Produção frutos

20 - 30% aumento de Prod<sup>frut</sup>

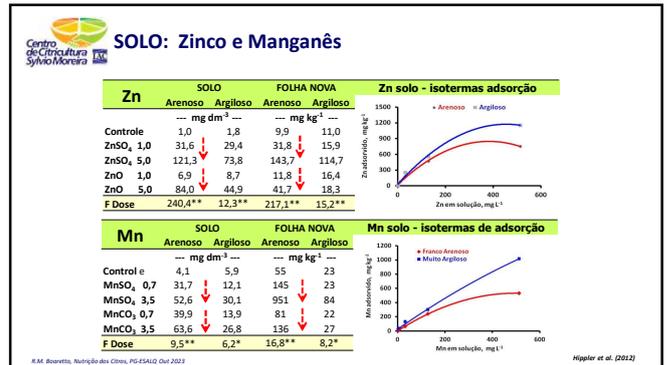
**9ª MENSAGEM:**  
**A adubação com B preferencialmente via solo, B foliar de forma complementar**

Mottos et al. (2017)

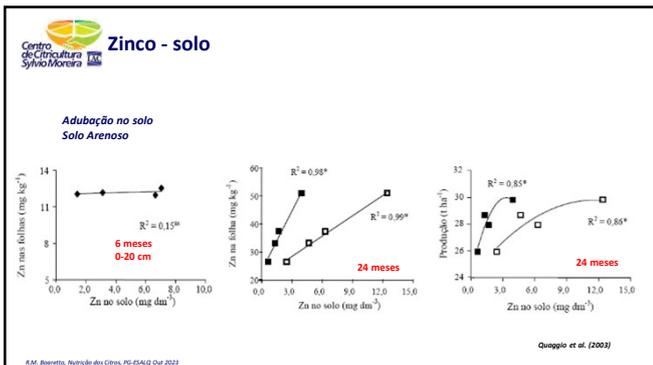
66



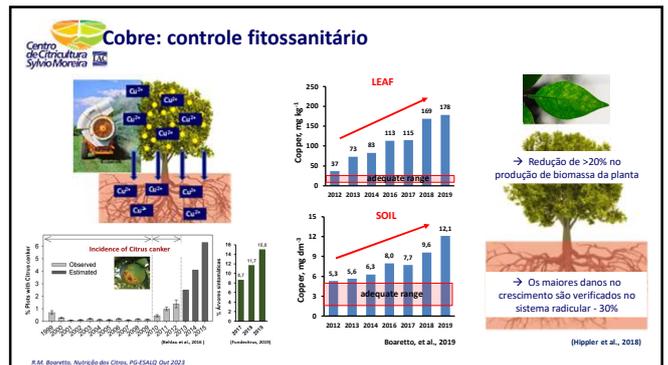
67



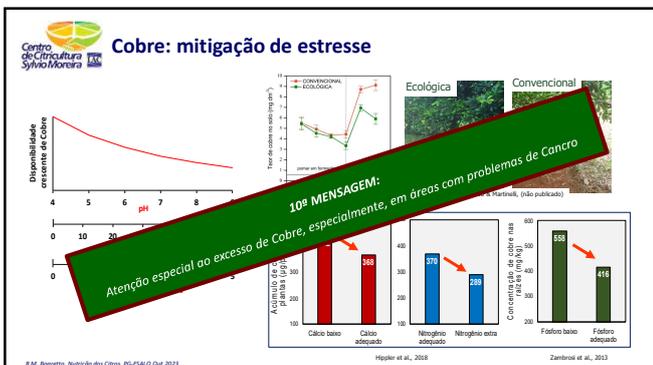
68



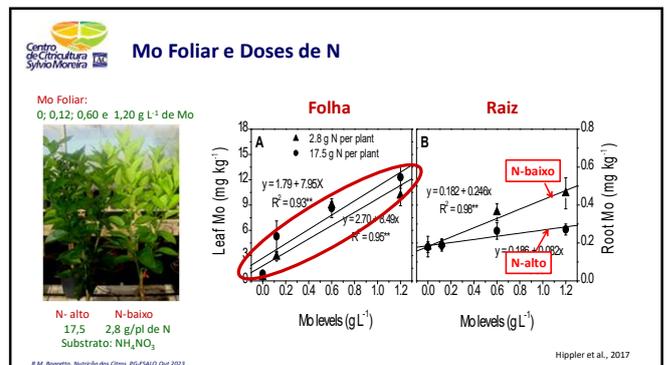
69



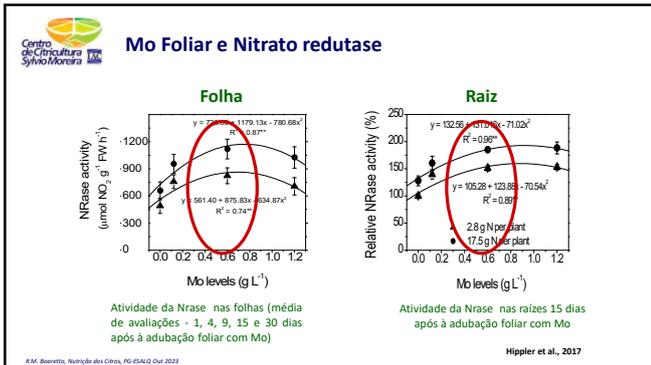
70



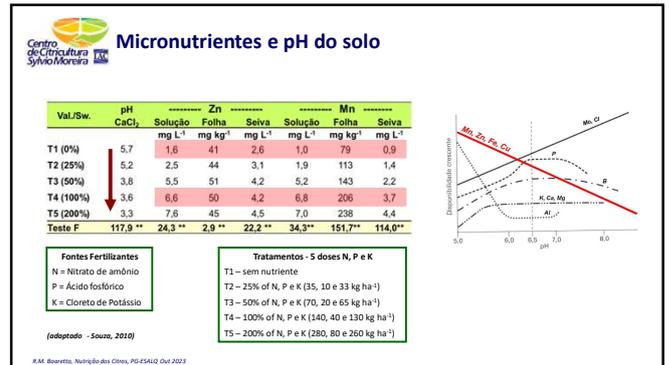
71



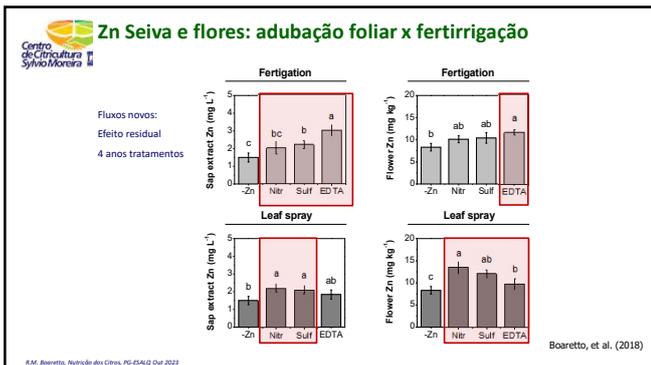
72



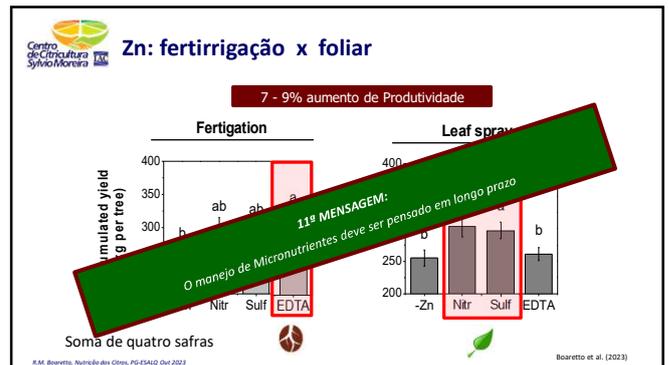
73



74



75



76

### Considerações finais...

- ✓ Manejo nutricional de cultura perenes deve ser pensado em longo prazo...
- ✓ Pomares vigorosos e de alta produtividade, maior demanda por nutrientes!!!
- ✓ Preparo de solo para novos plantios e ajuste de doses de N, P e K em função do porta-enxerto e do destino da fruta
- ✓ Fertirrigação – requer atenção especial
- ✓ Estratégia diferenciada para aplicação de B, Zn e Mn
- ✓ Não existem produtos milagrosos! As recomendações de nutricionais demandam de embasamento experimental !!!

Boaretto, et al. (2023)

77

### Moderno é se ater aos conceitos básicos

Obrigado pela atenção...

Rodrigo M. Boaretto  
 rodrigo.boaretto@sp.gov.br  
 rboaretto@gmail.com

Boletim 100: RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

Boaretto et al. (2023)

78