

Eficiência de uso de P: modelo de programa de pesquisa em citros

Mesa redonda: absorção, transporte e compartimentalização de nutrientes pelas plantas

17 de setembro de 2014

Dirceu Mattos Jr.

Fernando C.B. Zambrosi, Rodrigo M. Boaretto,
José A. Quaggio e Heitor Cantarella



Absorção, transporte e compartimentalização de nutrientes pelas plantas

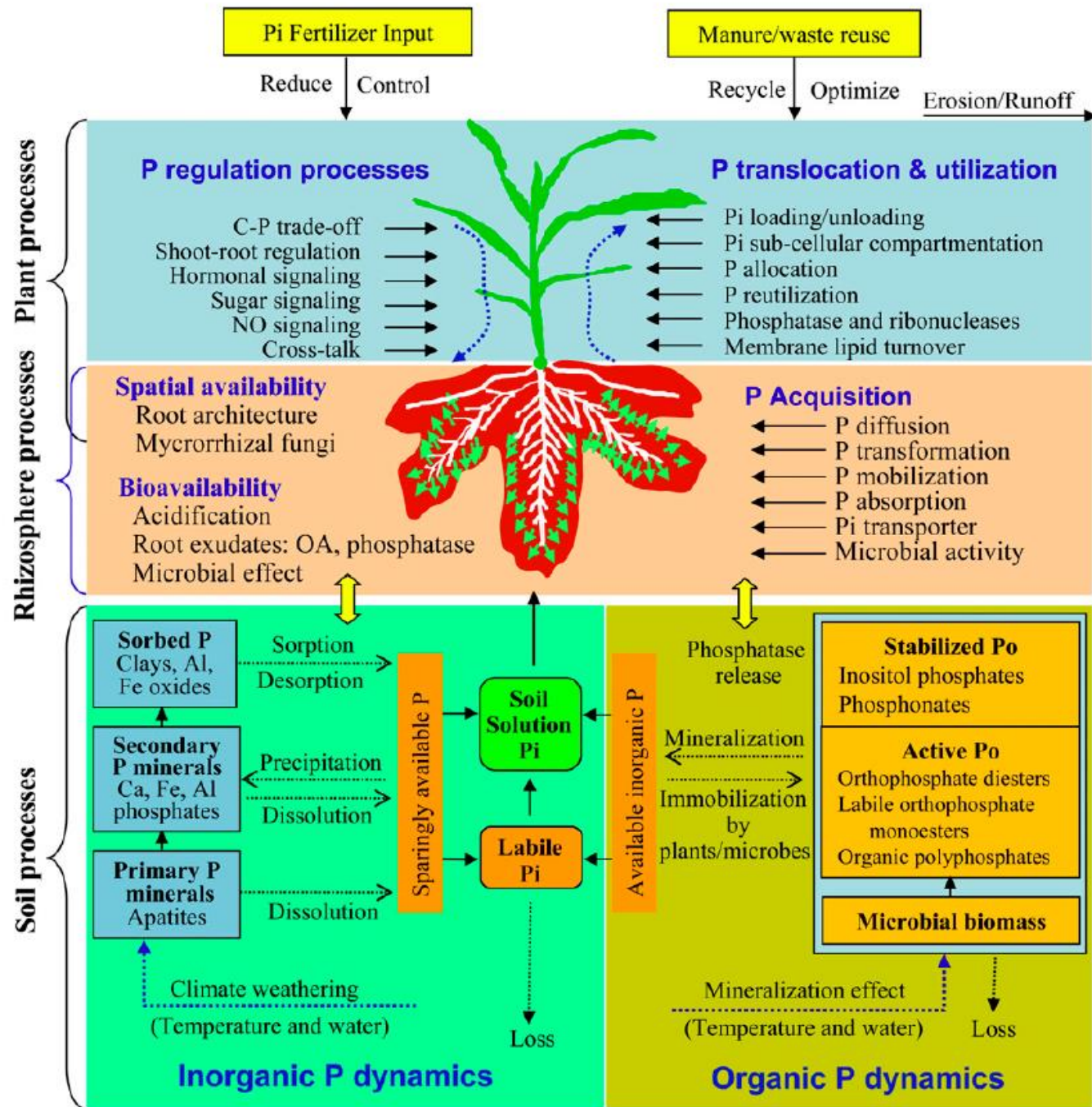
- Características da citricultura brasileira
- Fósforo (P): do solo à planta
- Linhas de pesquisa P
- Avanço da pesquisa P: processos e resultados para o manejo nutricional
- Perspectivas...

Características da citricultura brasileira

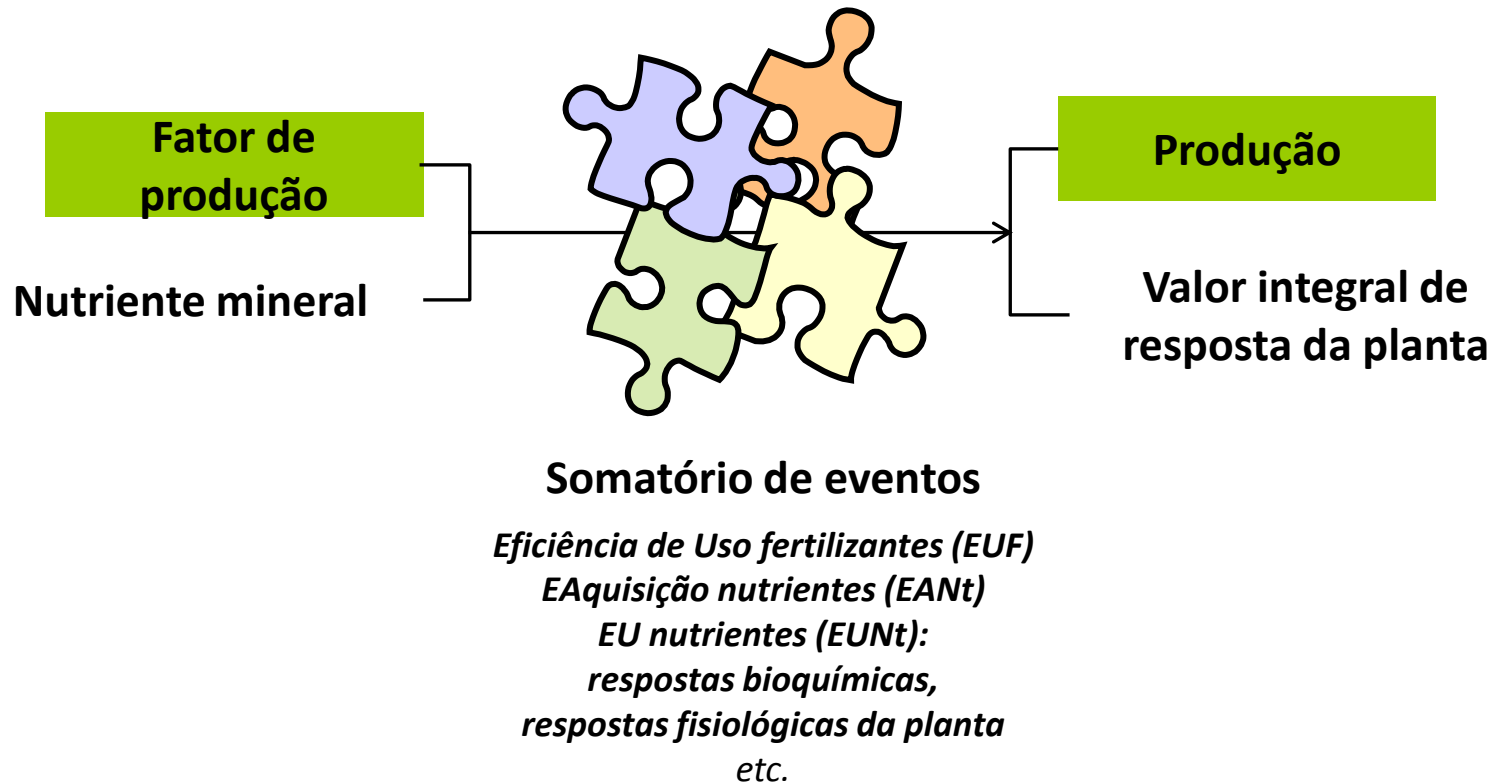
- Negócio: destaque no cenário produção de frutas no Brasil
- Cultura perene: **copa e porta-enxerto**
- Manejo de nutrientes: plantio | formação | produção
- Solos tropicais: ácidos e de baixa fertilidade natural
- Sustentabilidade: pressões para maior eficiência de produção
- Fatores de produção: **material genético | água | nutrientes**



Fósforo: do solo à planta



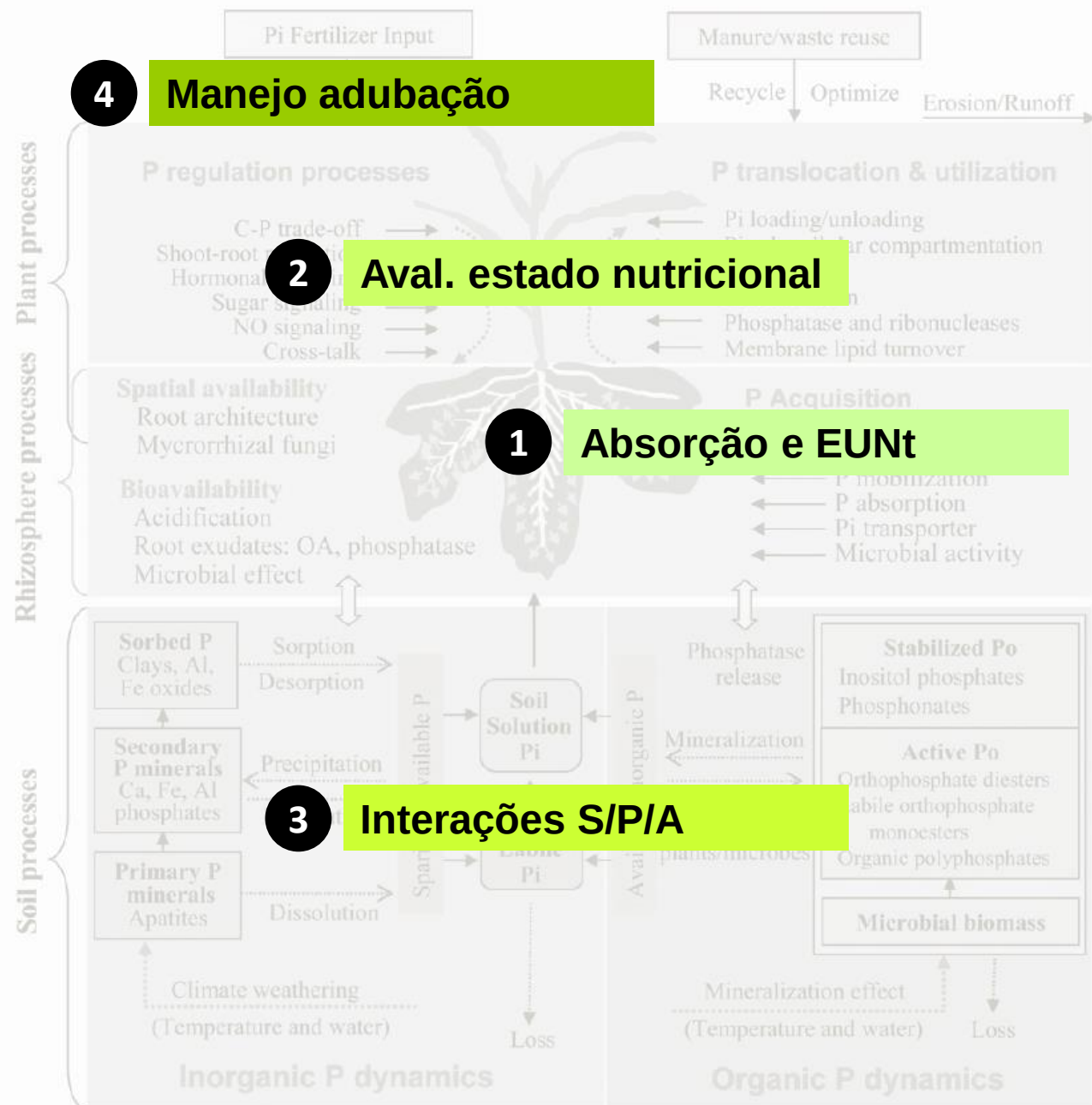
Programa de pesquisa IAC: *principais resultados*



Fósforo: do solo à planta

*linhas de
pesquisa*

Shen et al. (2011)





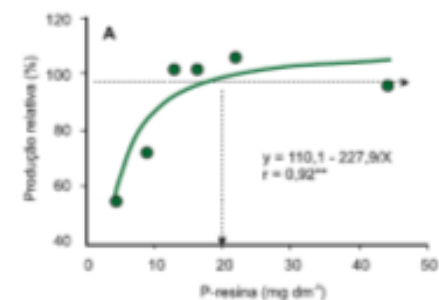
Phosphorus and potassium soil test and nitrogen leaf analysis as a base for citrus fertilization

J. A. Quaggio, H. Cantarella and B. van Raij

Section of Soil Fertility and Plant Nutrition, Instituto Agronômico, Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas, SP, Brazil

Received 8 April 1997; accepted in its

Key words: citrus, soil analysis



4

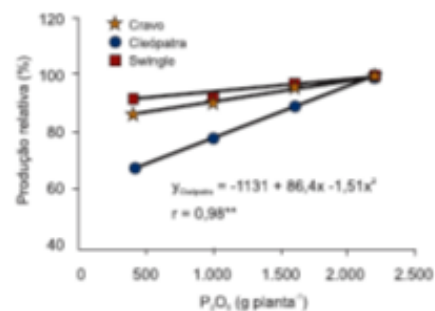
Manejo adubação

Response of Young Citrus Trees on Selected Rootstocks to Nitrogen, Phosphorus, and Potassium Fertilization

D. Mattos, Jr.,¹ J. A. Quaggio,² H. Cantarella,² A. K. Alva,³
and D. A. Gruetzl⁴

¹Centro Citrus Sylvio Moreira, IAC, Cordeirópolis, Brazil

²Centro de Estudos e Pesquisas Agropecuárias, IAC, Campinas, Brazil



2

Aval. estado nutricional

4

Manejo adubação

Fatoriais NPK longa duração – curvas de calibração

N (30, 100, 170 e 240 kg ha⁻¹ de N)

P (20, 60, 100 e 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅)

K (30, 110, 190 e 270 kg ha⁻¹ de K₂O); desenho (1/2) 4³

Table 3. Yield response functions, averaged from four to seven harvests, for each nutrient and locations, keeping constant the other nutrients at the optimum rates. Fruit yield (Y) is expressed in t/ha and nutrient rates in kg ha⁻¹ of N, P and K

Location	Nitrogen	Phosphorus	Potassium
Monte Azul	$Y = 17.8 + 0.117N - 0.000271N^2$	$Y = 29.9 - 0.117P + 0.00111P^2$	$Y = 32.9 - 0.041K + 0.00012K^2$
Matão	$Y = 42.0 + 0.049N - 0.000112N^2$	$Y = 34.5 + 0.423P - 0.00371P^2$	$Y = 50.8 - 0.071K + 0.00021K^2$
Pirassununga	$Y = 22.9 + 0.143N - 0.000356N^2$	$Y = 42.4 + 0.072P - 0.00057P^2$	$Y = 31.6 + 0.084K - 0.00024K^2$
Botucatu	$Y = 61.6 + 0.098N - 0.000250N^2$	$Y = 24.3 + 0.016P + 0.00504P^2$	$Y = 49.8 + 0.137K - 0.00024K^2$
Araraquara	$Y = 32.7 + 0.062N - 0.000142N^2$	$Y = 34.6 - 0.018P - 0.00015P^2$	$Y = 40.4 + 0.035K - 0.00014K^2$
Olimpia	$Y = 23.6 - 0.020N + 0.000117N^2$	$Y = 27.6 - 0.108P + 0.00208P^2$	$Y = 26.8 - 0.020K + 0.00016K^2$

Interpretação de resultados de análise de solo – P res

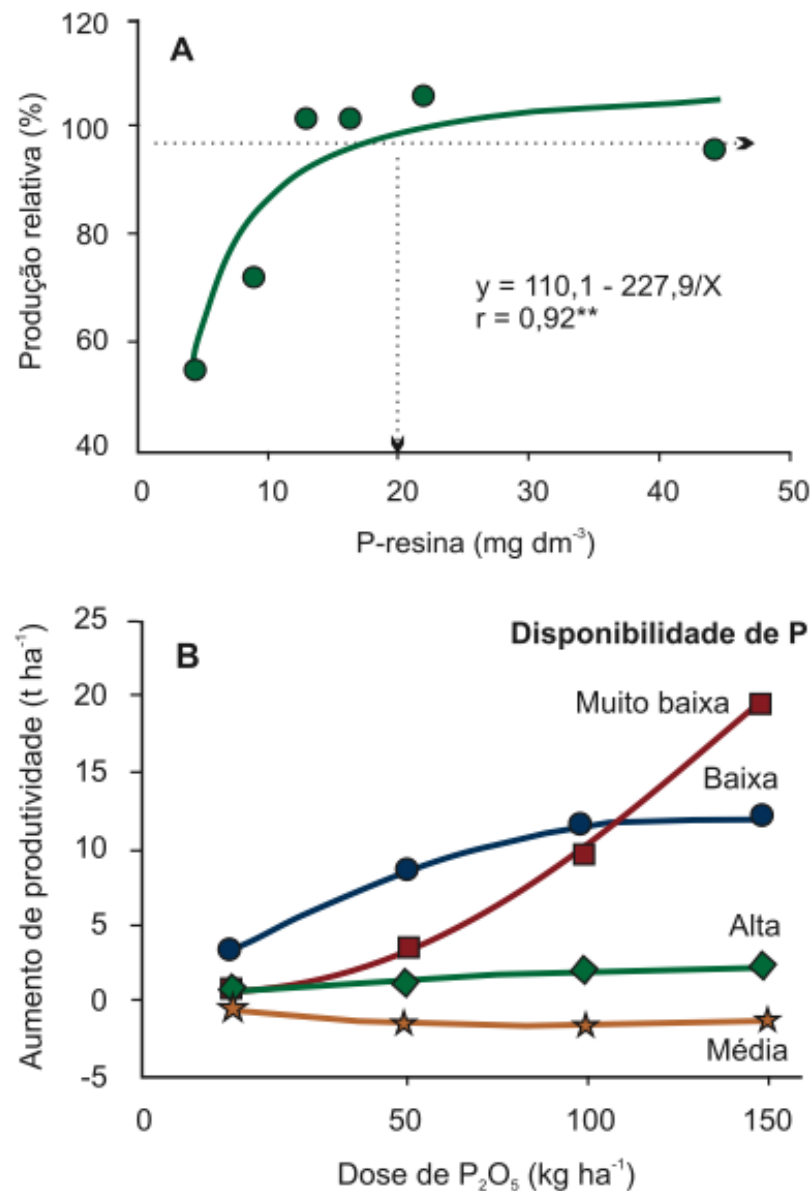
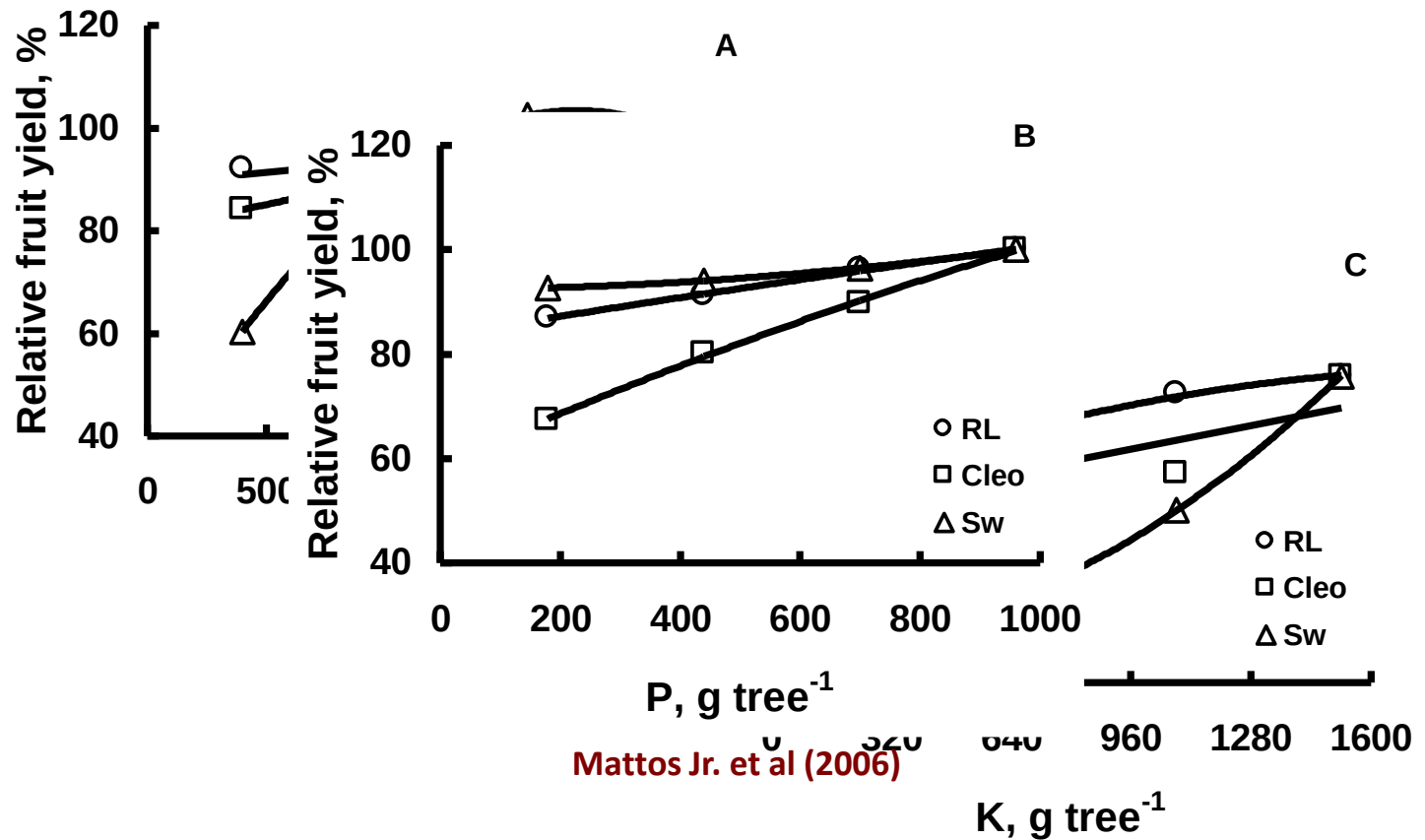


Figura 1. Curva de calibração da produção dos citros em função dos teores de P-resina (A), e incrementos de produtividade devidos à adubação em solos com diferentes classes de disponibilidade do nutriente (B).

Quaggio et al. (1998)

Fatoriais NPK: demanda de nutrientes por porta-enxertos





Plant Soil
DOI 10.1007/s11104-011-1007-1

REGULAR ARTICLE

Contribution of phosphorus (^{32}P) absorption and remobilization for *citrus* growth

Fernando C. Bachiega Zambrosi •
Dirceu Mattos Jr. • Rodrigo M. Boaretto •

1

Absorção e EUNt

3

Interações S/P/A

4

Manejo adubação



1

Absorção e EUNt

2

Aval. estado nutricional

J. Plant Nutr. Soil Sci. 2011, 174, 487–495

DOI: 10.1002/jpln.201000320

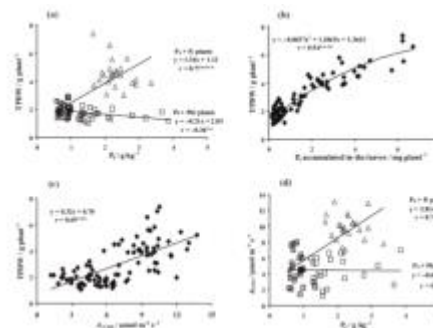
Plant growth, leaf photosynthesis, and nutrient-use efficiency of rootstocks decrease with phosphite supply

Fernando César Bachiega Zambrosi¹*, Dirceu Mattos Jr.², and James P. Syvertsen³

¹ Centro de Solos e Recursos Ambientais, Instituto Agronômico, C.P. 28, 13012–970, Campinas, SP, Brazil

² Centro de Citricultura Sylvio Moreira, Instituto Agronômico, C.P. 04, 13490–970, Cordeirópolis, SP, Brazil

³ UF/IFAS, Citrus Research and Education Center, Lake Alfred, FL 33890, USA

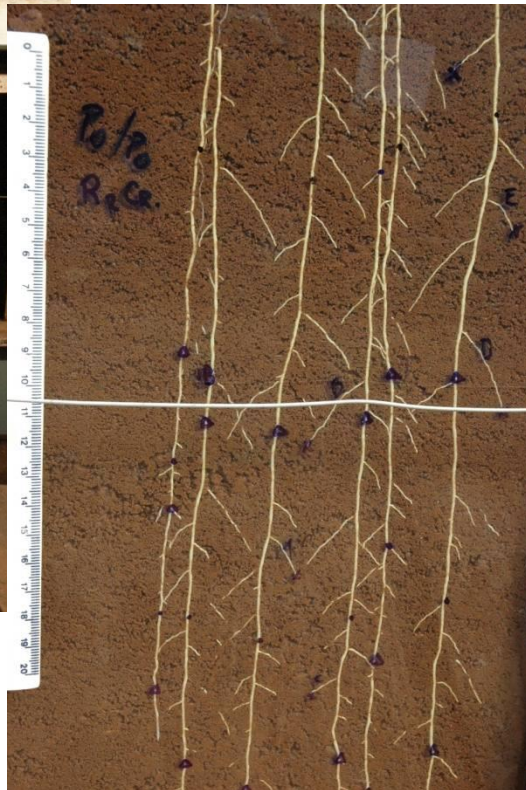
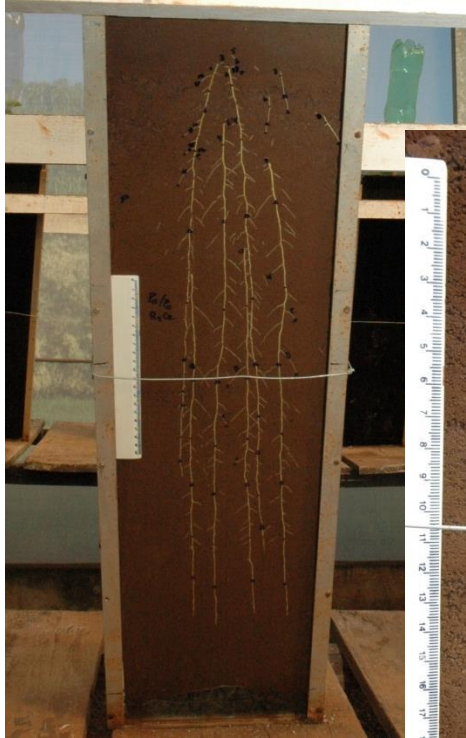


Deficiência de P nas folhas laranjeira NO CAMPO





Pêra/Cravo



P-res = 4 mg dm⁻³

Pêra/Cléo

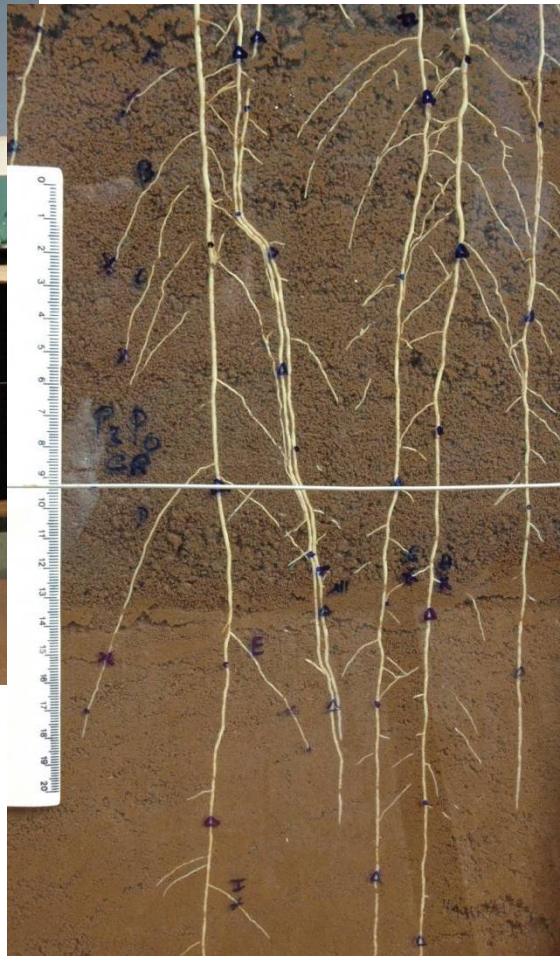


**Fotos:
D.Mattos Jr.**

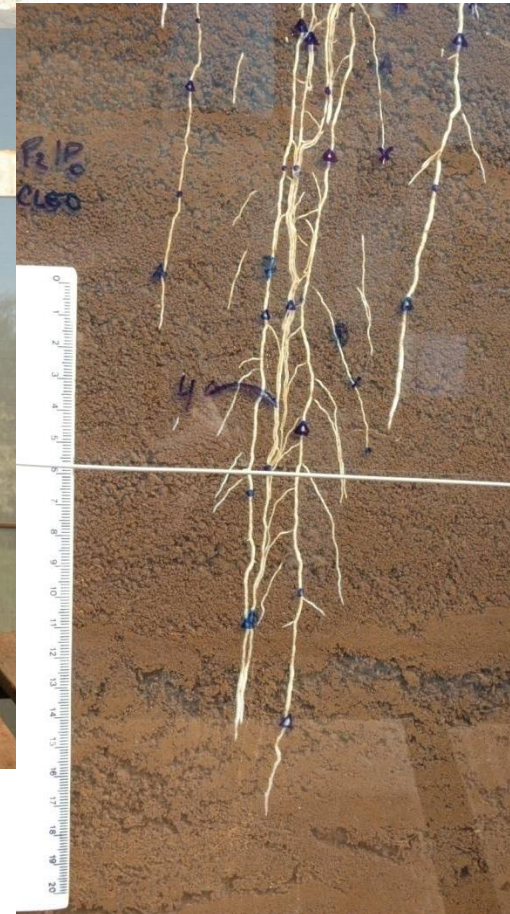
P-res = 47 mg dm⁻³



Pêra/Cravo



Pêra/Cléo



**Fotos:
D.Mattos Jr.**

Absorção, eficiência de uso e fracionamento do P em citros

**Pêra/
Cravo ou Cléo**
Zambrosi (2010)



Absorção, eficiência de uso e fracionamento do P em citros

Camadas contêiner (cm)	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
0-30	P ₀	P ₁	P _{0,5}	P ₂	P ₁
31-60	P ₀	P ₀	P _{0,5}	P ₀	P ₁

- i) testemunha - sem aplicação de P (P₀)
- ii) dose 1 - metade da dose (P_{0,5} = 10 mg/dm³ de P)
- iii) dose 2 - nível adequado (P₁ = 20 mg/dm³ de P)
- iv) dose 3 - dobro da dose 2 (P₂ = 40 mg/dm³ de P)

Zambrosi et al (2013)



Produção de massa seca laranjeira = f(distribuição P solo)

Tratamento	Partes das plantas			
	Folhas	Ramos	Total PA	Raiz
	----- g /planta -----			
P₀P₀	73,0 d	92,5 b	165,3 c	104,0 b
P₁P₀	79,4 cd	99,3 ab	178,8 bc	118,7 a
P_{0,5}P_{0,5}	88,1 bc	100,6 ab	188,7 b	121,7 a
P₂P₀	92,1 ab	105,1 ab	196,2 ab	125,7 a
P₁P₁	98,9 a	112,5 a	211,4 a	126,5 a

Zambrosi et al (2013)

Absorção e eficiência de uso do P em citros

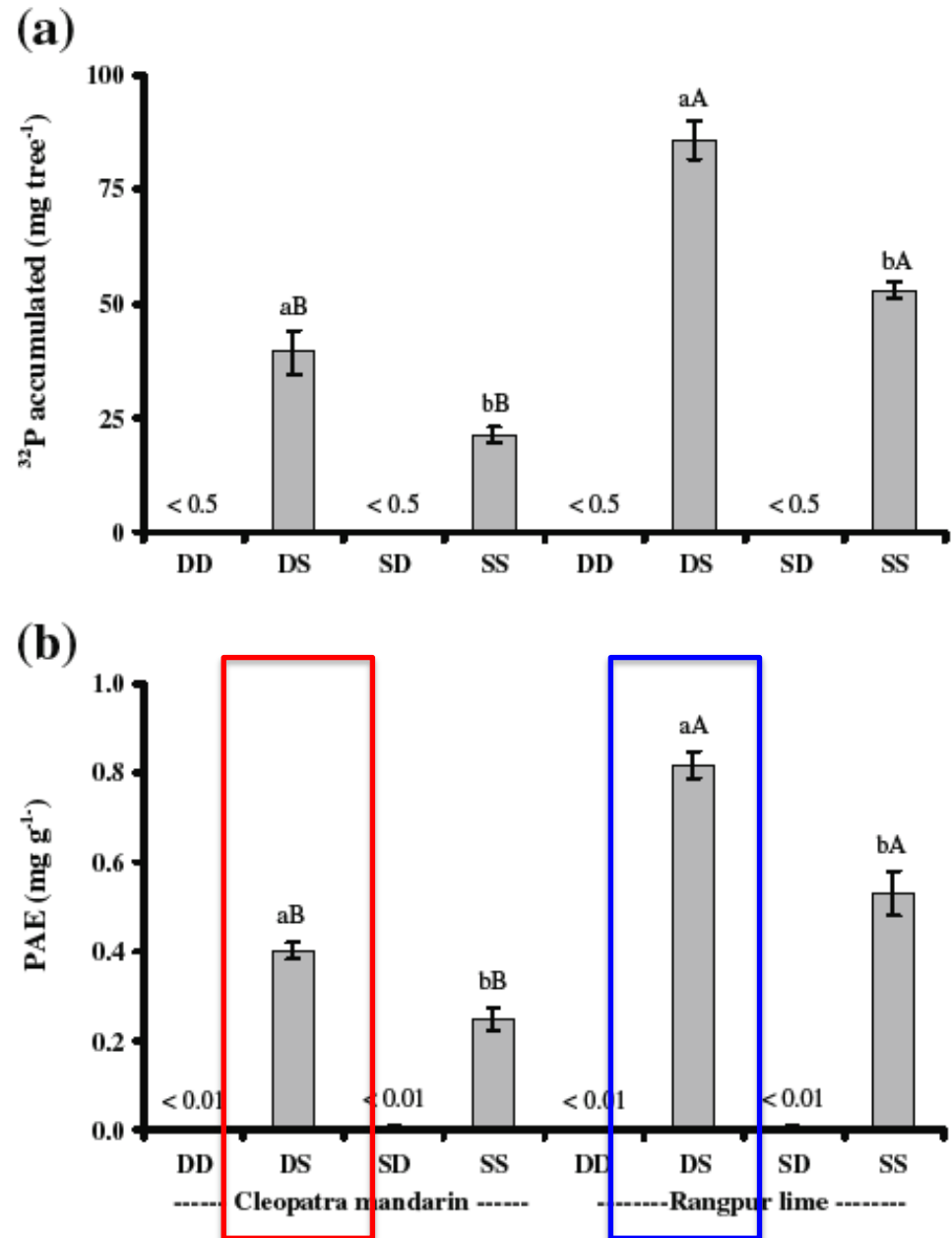
Zambrosi et al. (2012)

Pré-condição | condição

D = deficiente

S = suficiente

Porta-enxertos: **Cléo** e **Cravo**



Remobilização de P

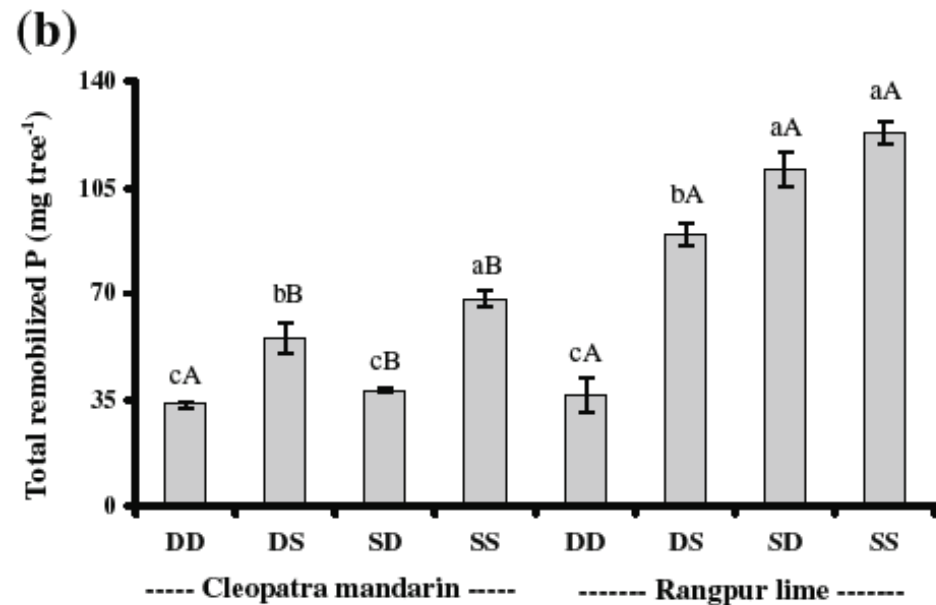
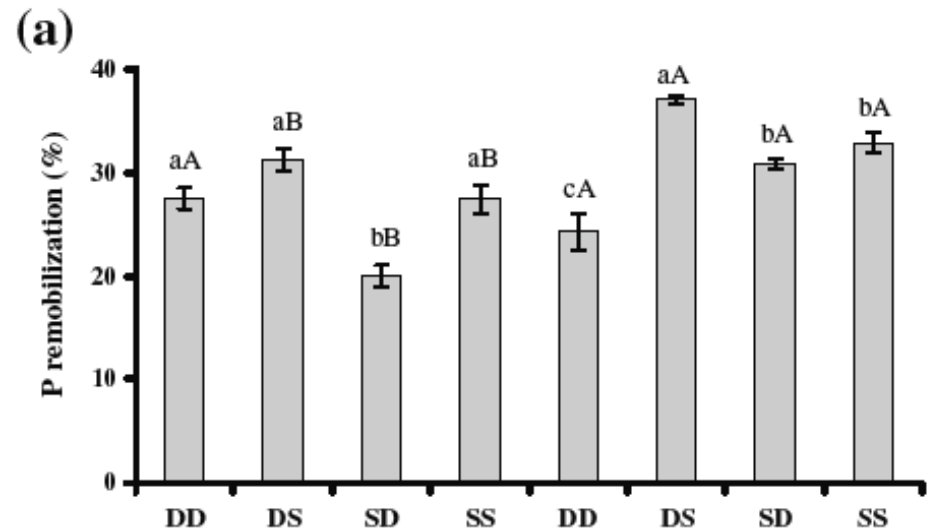
Zambrosi et al. (2012)

Pré-condição | condição

D = deficiente

S = suficiente

Porta-enxertos: **Cléo** e **Cravo**



Atividade fosfatase ácida: *folhas e raízes*

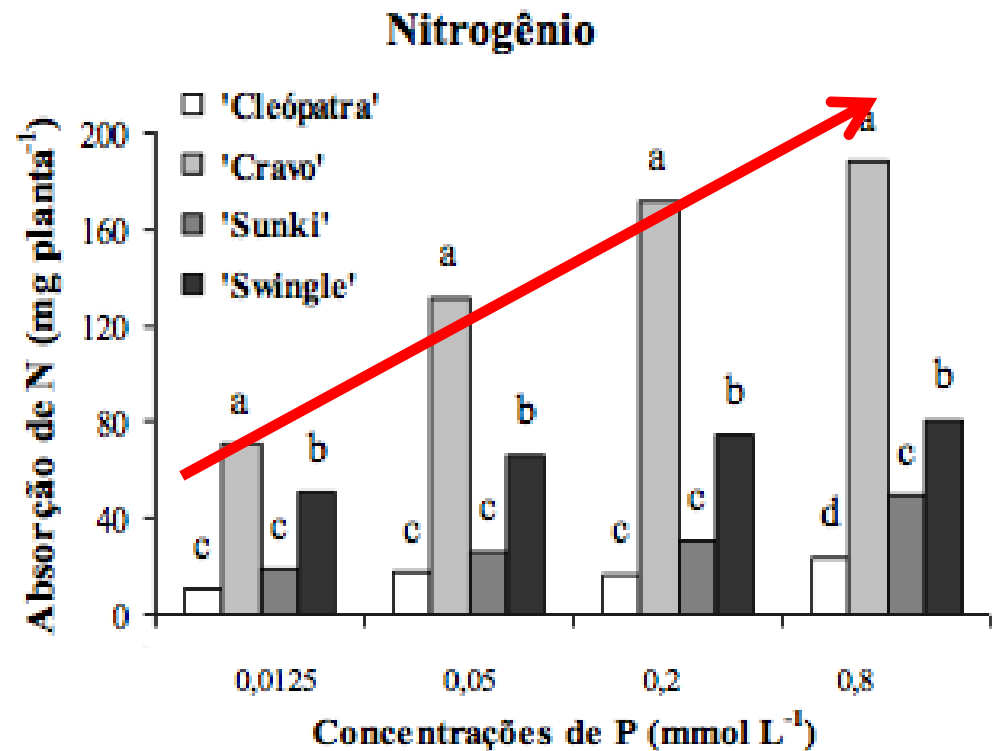
Porta-enxerto	P-solução (mmol L ⁻¹)	
	0,0125	0,8
AFAFolhas	μmol nitrofenol g ⁻¹ min ⁻¹	
Cléo	0,45	0,25
Cravo	0,42	0,18
AFARaízes		
Cléo	0,35	0,19
Cravo	0,54	0,24



ADAPTADO: Zambrosi et al. (2012)

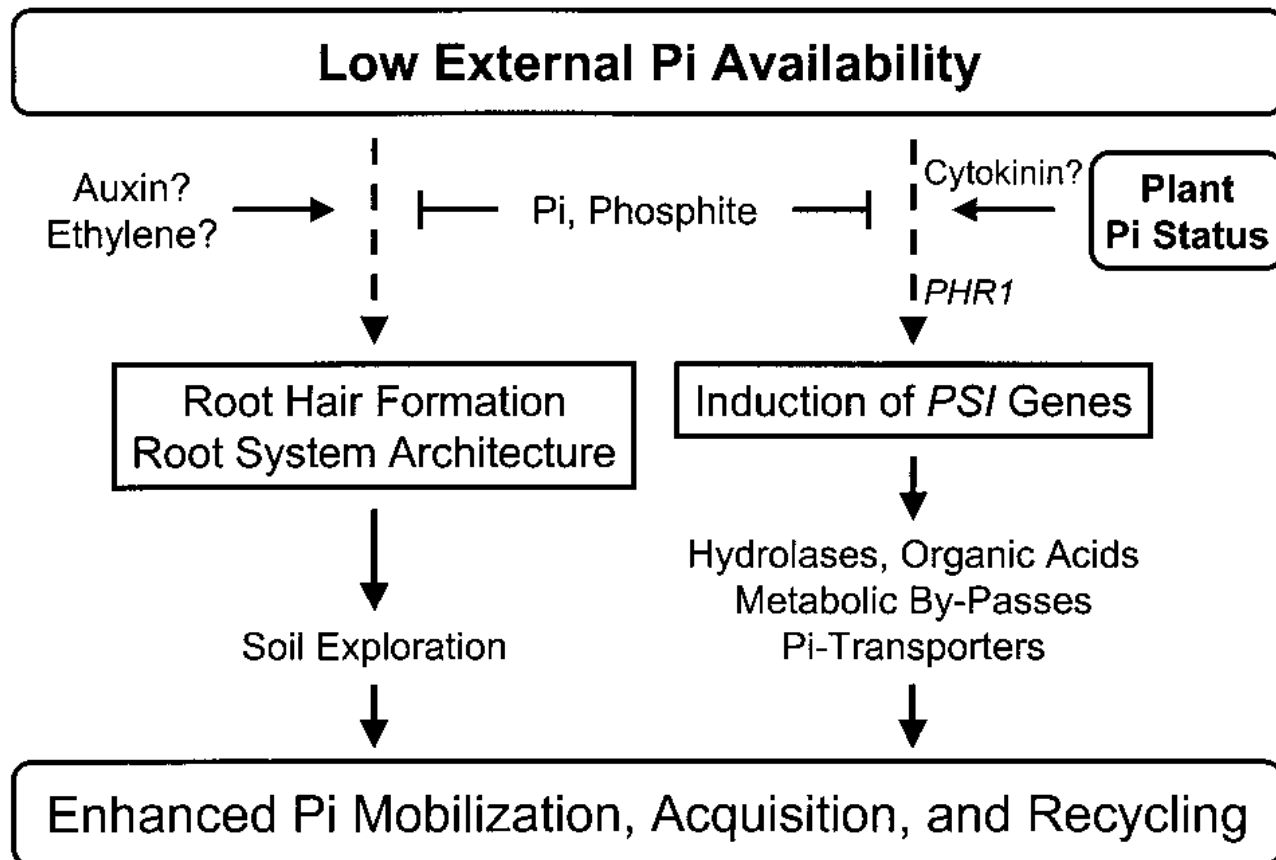


EUNt x disponibilidade de P para diferentes porta- enxertos



Zambrosi et al. (2013)

Eficiência de uso de P: PO_4 x PO_3 ?



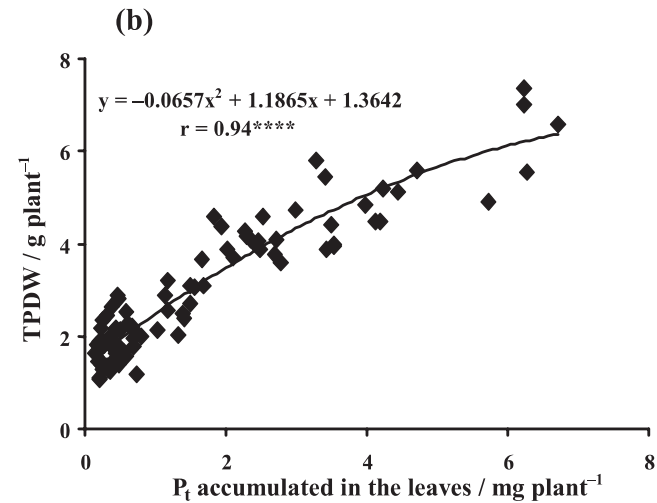
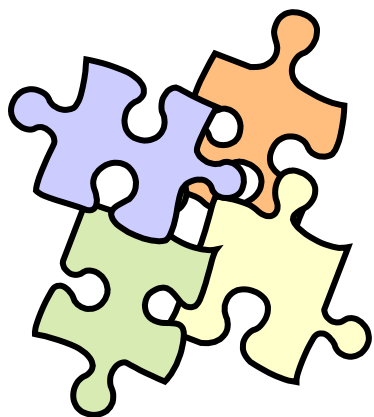


Figure 1: a) Relationships between total-plant dry weight (TPDW) and total leaf P (P_t) from either $P_0 + P_i$ (triangles, $n = 48$) or $P_0 + \text{Phi}$ plants (squares, $n = 48$) in Carrizo citrange (CC) and Smooth Flat Seville (SFS) citrus rootstock seedlings combined; b) TPDW vs. P_t accumulated in the leaves across all treatments ($n = 96$); c) TPDW vs. net assimilation of CO_2 (A_{CO_2}) across all treatments ($n = 96$), and d) net assimilation of CO_2 (A_{CO_2}) and total leaf P (P_t) from either $P_0 + P_i$ (triangles, $n = 48$) or $P_0 + \text{Phi}$ plants (squares, $n = 48$) in CC and SFS citrus rootstock seedlings combined. ns: nonsignificant ($p > 5\%$); ** $p < 1\%$; *** $p < 0.1\%$; **** $p < 0.01\%$.



- 1 Absorção e EUNt
- 2 Aval. estado nutricional
- 3 Interações S/P/A
- 4 Manejo adubação



Perspectivas... ou desafios?

Três principais grupos PE:

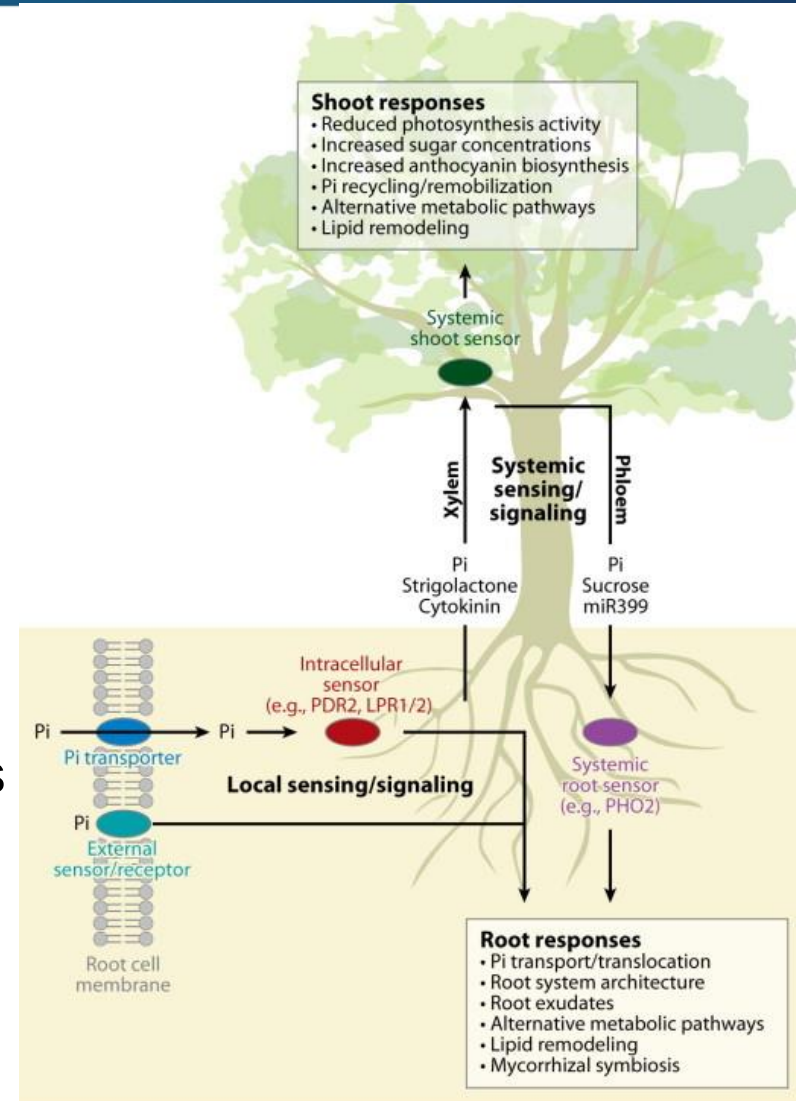
limões, **tangerinas** e **trifoliatas**

○ Identificar características genéticas

EUP intrínseca

EUP x processos rizosféricos

○ Base para o melhoramento de plantas



AR Chiou T-J, Lin S-I. 2011.
Annu. Rev. Plant Biol. 62:185–206

Perspectivas... ou desafios?

Três principais grupos PE:

limões, tangerinas e trifoliatas

- Identificar características genéticas

EUP intrínseca

EUP x processos rizosféricos

- Base para o melhoramento de plantas

Perspectivas... ou desafios?

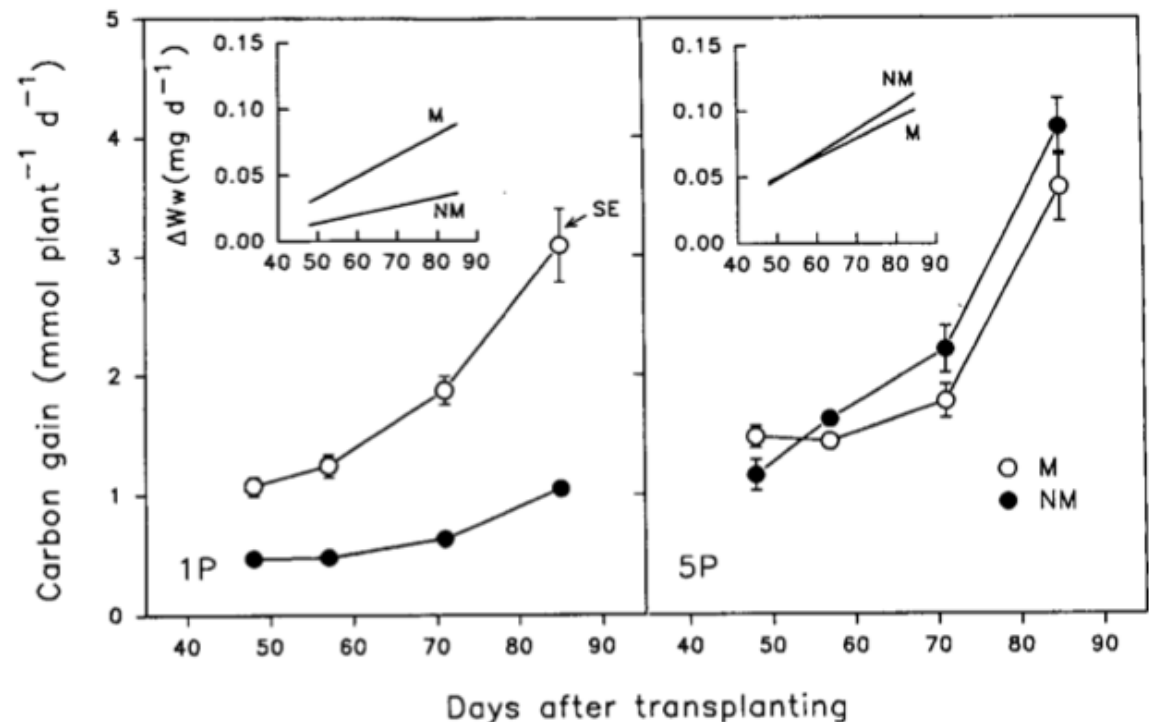
Peng et al.

Plant Physiol. Vol. 101, 1993

Três principais g
limões, tangerina

○ Identificar cara
EUP intrínseca
EUP x processos

○ Base para o m
plantas



... absorção, transporte e compartimentalização de nutrientes

- Planta perene sempre verde
- Estudos de longa duração: calibrações; *hotspots*
- Eficiência uso fertilizantes e Nt: EUP >>> EUNt
- Interação copa | porta-enxerto
- Respostas absorção e redistribuição Nt
- Linhas de pesquisa complementares
- Preceitos manejo eficiente de fertilizantes:
base no método certo, fonte certa, dose certa e
época certa (= 4 C's)





Grato pela atenção!
ddm@centrodecitricultura.br