



**Porque Escolher
Determinados Métodos de
Análise de Solo?
Método Resina**

**B. van Raij, J.A. Quaggio & H. Cantarella
16/2/2016**

IAC

Reunião de Laboratórios 2016

Porque analisar o solo?



- **Diagnóstico da fertilidade**
 - **Limitações devido à acidez**
 - **Deteccção de elementos tóxicos**
 - **Disponibilidade de nutrientes para as plantas**

- **Orientar práticas agrícolas importantes como a calagem e a adubação**
 - **Entre outras coisas**

IAC

Reunião de Laboratórios 2016

Escolha de procedimentos



- **O que é mais importante:**
 - **Método prático e rápido para o laboratório?**
 - **Método que melhor atenda o interesse do agricultor?**



Reunião de Laboratórios 2016

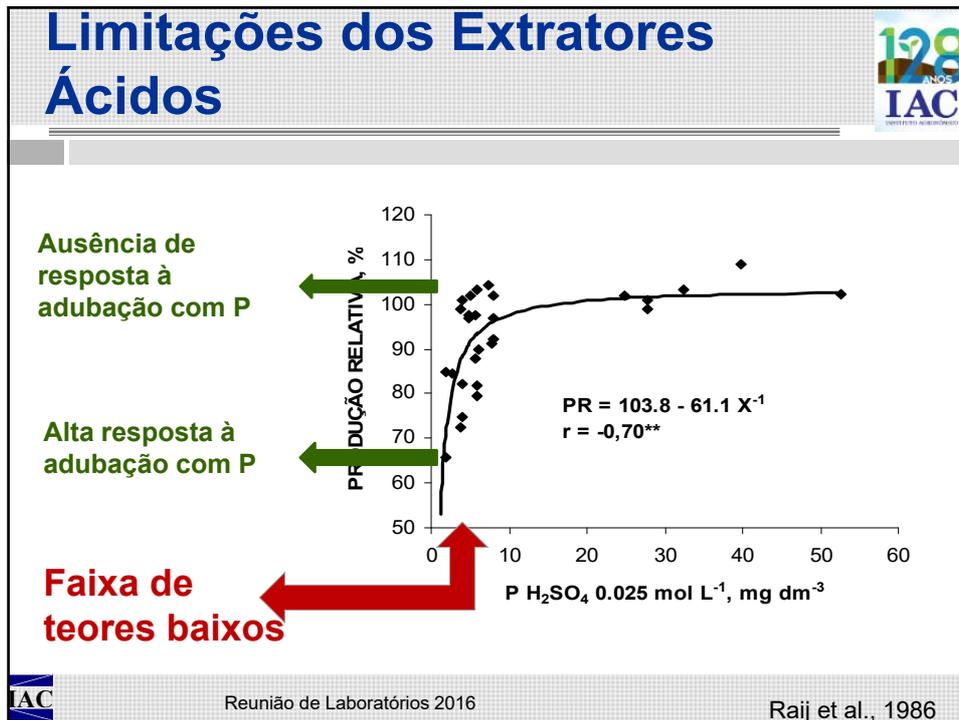
Histórico resumido das pesquisas com P no IAC



- **Porque P?**
 - **Nutriente mais limitante nos solos brasileiros**
- **A análise de solo teve grande impulso no Brasil a partir dos anos 1960.**
 - **Extratores ácidos trazidos de outras regiões apresentavam limitações para diagnóstico de P em solos com altos teores de Fe**



Reunião de Laboratórios 2016



Disponibilidade de P no solo

Fatores principais.

- pH do solo
- Ca, Al e Fe que interagem com fósforo em solo e controlam sua disponibilidade para as plantas.

IAC

Reunião de Laboratórios 2016



A partir dos anos 1970 o IAC passou a estudar intensivamente opções de métodos para solos tropicais: método da resina de troca iônica



Reunião de Laboratórios 2016

O que é a resina de troca de ânions?



Trata-se de um material sintético, como estrutura tridimensional de cadeias orgânicas, contendo grupamentos funcionais com cargas positivas, que adsorvem os ânions H_2PO_4^-



Reunião de Laboratórios 2016

Características da resina de troca iônica usada



Propriedades	Amberlite IRA-400	Amberlite IR-120
Tipo	Base forte	Ácido forte
Fórmula molecular	Copolímero de estireno-divinilbenzeno (C ₁₂ H ₁₈ NCl) _n	Copolímero de estireno-divinilbenzeno
Grupo funcional	Amônia quaternária	Ácido sulfônico
Granulometria	0,6-0,8 mm	0,6-0,8 mm
Capacidade de troca	1,4 mmol/mL	1,8 mmol/mL

CTC: na dose usada em análise, a CTC é equivalente de **1400 a 1800 mmol_c/dm³ de solo** (assumindo a capacidade de troca máxima da resina)



Reunião de Laboratórios 2016

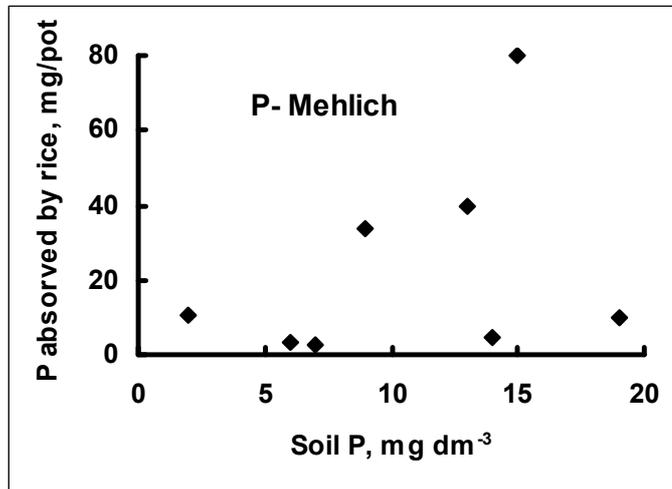
Influência do pH na extração de P de solos bem supridos (Raij et al., 1986).

Tratamento da resina	Solo 1 – Produção de algodão, kg ha ⁻¹ · Sem P, 2.058; com P, 2.244		Solo 2 – Produção de algodão, kg ha ⁻¹ · Sem P, 3.678; com P, 3.573	
	pH da suspensão	P solo mg dm ⁻³	pH da suspensão	P solo mg dm ⁻³
Resina-H	3,3	2	3,4	3
Resina-NaCl	5,3	1	5,6	5
Resina-NaHCO ₃	6,8	12	6,8	36



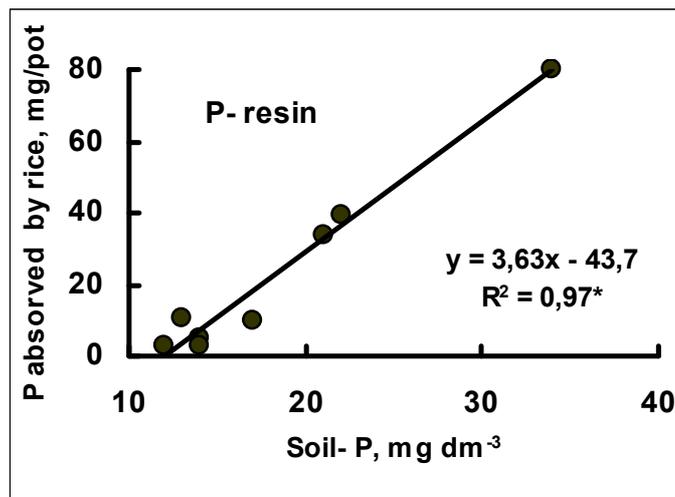
Reunião de Laboratórios 2016

Um caso específico de experimento em vasos com arroz inundado (Grande et al., 1986) - 1



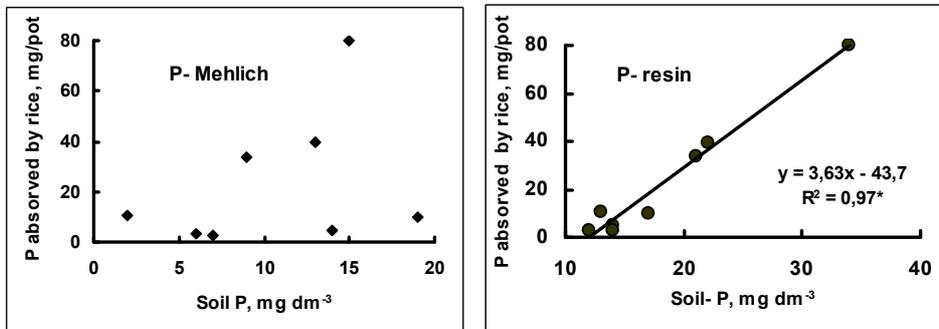
Reunião de Laboratórios 2016

Um caso específico de experimento em vasos com arroz inundado (Grande et al., 1986) - 2



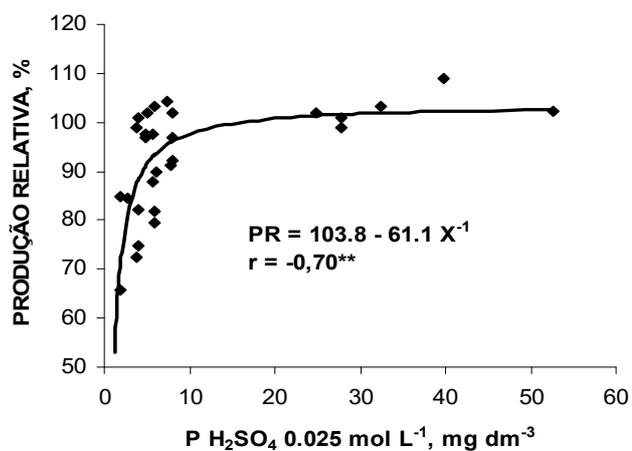
Reunião de Laboratórios 2016

Um caso específico de experimento em vasos com arroz inundado (Grande et al., 1986) - 2

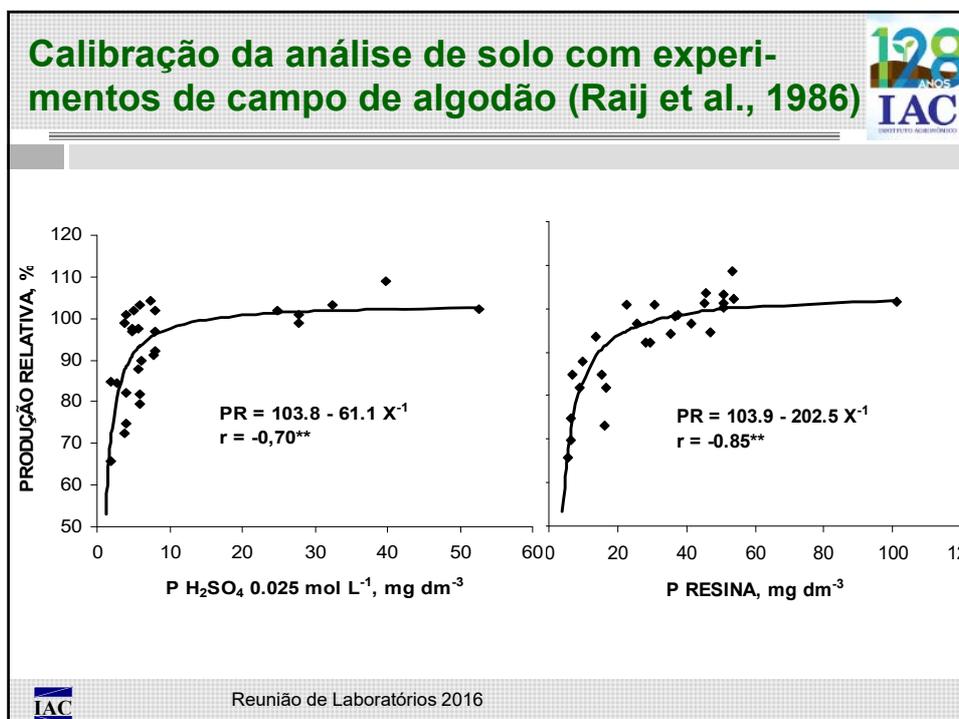
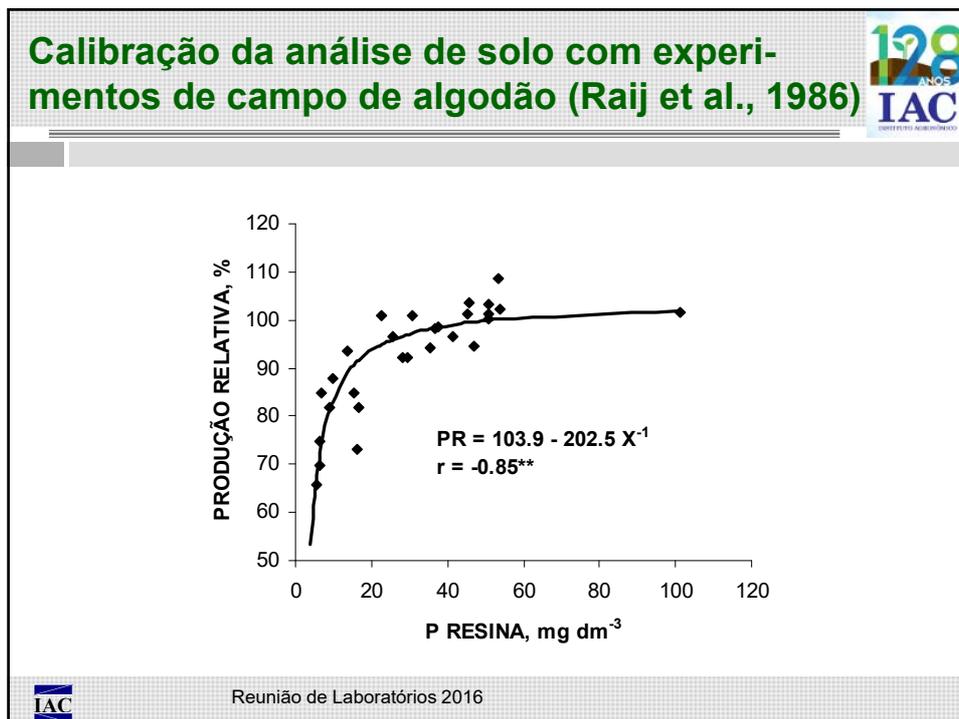


Reunião de Laboratórios 2016

Calibração da análise de solo com experimentos de campo de algodão (Raij et al., 1986)



Reunião de Laboratórios 2016



A extração de P de solos com diversos adubos



Experimento de soja em vasos com aplicação de:

- ❖ Superfosto triplo (ST) no plantio = referência 100
- ❖ Superfostato triplo 75 dias antes
- ❖ Fosfato natural alvorada – 75 dias antes
- ❖ Fosfato de alumínio calcinado – 75 dias antes



Reunião de Laboratórios 2016

Resultados de umentos de P absorvido pela soja e P no solo – valores absolutos (Raij & Diest, 1980).

Avaliação do P do solo	P absorvido ou P no solo			
	ST aplicado no plantio	P aplicado 75 dias antes do plantio		
		ST	Alvorada	Fosf. Al
P soja, mg vaso ⁻¹	4,3	2,3	1,1	1,7
P resina mg dm ⁻³	12,7	7,9	1,7	4,9
P Mehlich 1 mg dm ⁻³	27,9	24,6	42,8	15,0
P Bray 1 Mg dm ⁻³	37,9	39,6	7,90	39,4



Reunião de Laboratórios 2016

O efeito da calagem em P no solo



4 experimentos de calagem: aumento de pH, produções e de P nas folhas.
Os extratores comportam-se de maneira diferente.

IAC Reunião de Laboratórios 2016

P no solo em experimento de calagem com feijão – Pariquera-Açu

pH em CaCl ₂	P folha mg kg ⁻¹	P no solo, em mg dm ⁻³ , para método			
		Mehlich 1	Bray 1	Olsen	Resina
3,8 d	2,44 b	17 a	20 a	41 a	33 b
4,2 c	3,21 a	18 a	21 a	33 b	36 ab
4,7 b	3,25 a	18 a	20 a	26 c	38 ab
5,1 a	3,26 a	19 a	18 a	19 d	43 a
5,2 a	3,25 a	20 a	19 a	21 d	43 a

IAC Reunião de Laboratórios 2016

P no solo em experimento de calagem com girassol – Mococa					
pH em CaCl₂	P folha mg kg⁻¹	P no solo, em mg dm⁻³, para método			
		Mehlich 1	Bray 1	Olsen	Resina
4,3 c	2,79 c	12 b	24 a	17 a	22 b
4,6 c	3,27 b	12 b	22 a	17 a	26 ab
5,3 b	3,81 a	16 a	25 a	16 a	33 ab
5,5 ab	3,87 a	15 a	20 a	12 a	35 a
5,7 a	3,80 a	16 a	20 a	12 a	37 a


 Reunião de Laboratórios 2016

P no solo em experimento de calagem com soja – Mococa					
pH em CaCl₂	P folha mg kg⁻¹	P no solo, em mg dm⁻³, para método			
		Mehlich 1	Bray 1	Olsen	Resina
4,3 d	1,85 c	6 a	15 a	10 a	13 c
4,8 d	2,06 bc	7 a	16 a	11 a	16 c
5,5 b	2,44 ab	5 a	13 a	7 a	17 bc
6,1 a	2,26 a	7 a	17 a	8 a	22 ab
6,4 a	2,55 a	7 a	15 a	8 a	27 a


 Reunião de Laboratórios 2016

Relação entre pH do solo, P foliar e P por diferentes métodos: soja – Ribeirão Preto



pH em CaCl ₂	P folha mg kg ⁻¹	P no solo, em mg dm ⁻³ , para método			
		Mehlich 1	Bray 1	Olsen	Resina
4,5 d	2,35 b	9 a	20 a	18 a	16 c
4,9 c	2,69 ab	8 a	22 a	15 ab	19 bc
6,1 b	2,88 a	8 a	20 a	13 ab	23 b
6,6 a	2,85 a	10 a	24 a	12 b	34 a

 Reunião de Laboratórios 2016

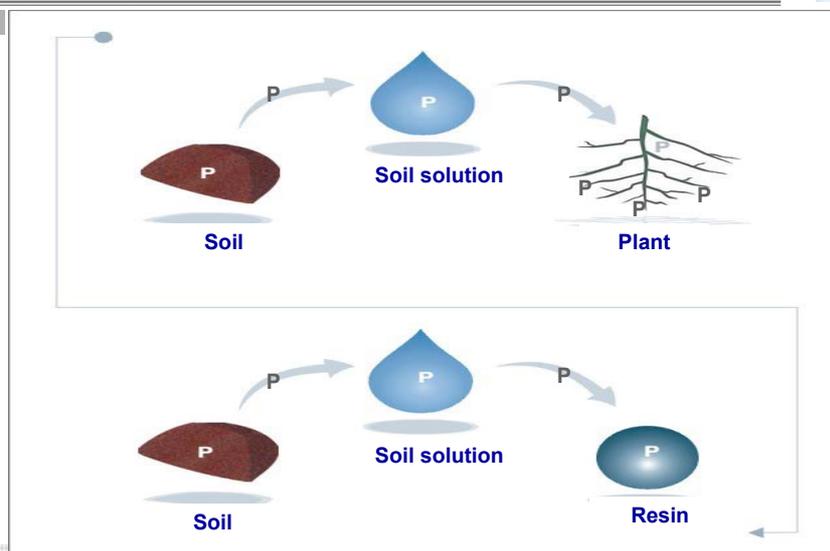
Comparando métodos: correlação com resposta à P (70 artigos internacionais)



Método	Coeficiente de determinação ou eficiência, 100 r ² , para solos		
	Ácidos	Alcalinos e neutros	Não especificados
Resina	84	83	69
Olsen	47	52	58
Mehlich 1	56	39	41
Bray 1	53	25	48

 Reunião de Laboratórios 2016 Silva & Raij, 1999

Porque a resina tem bom poder de diagnóstico: imita o processo de absorção de P pelas plantas



Reunião de Laboratórios 2016

CONCLUSÕES:



O método da resina, além do adequado embasamento científico, supera os outros métodos na avaliação da biodisponibilidade de P em todas as circunstâncias.



Reunião de Laboratórios 2016

Comentários finais



- O método do P_{resina} foi lançado em 1984
- Resultados de pesquisa corroboram as qualidades do método
- Atualmente > 100 laboratórios o adotam
 - Capacidade de diagnóstico da fertilidade (disponibilidade de P) deve prevalecer sobre outros critérios de escolha (facilidade de operação)
 - O foco deve ser na qualidade do serviço ao agricultor



Reunião de Laboratórios 2016

Literatura básica

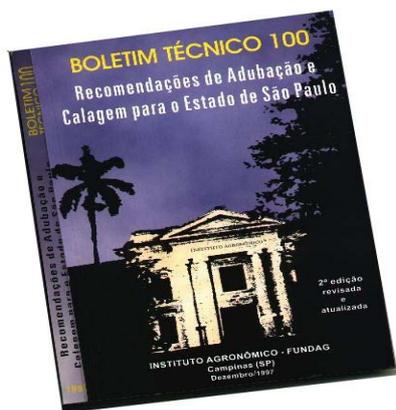


- GRANDE, M. A.; CURI, N.; QUAGGIO, J. A. Disponibilidade de fósforo pelos extratores de Mehlich e resina, em solos cultivados com arroz irrigado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.10, p.45-50, 1986.
- RAIJ, B. van. New diagnostic techniques, universal soil extractants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.25, p.7-8, p.799-816, 1994.
- RAIJ, B. van. Seleção de métodos de laboratório para avaliar a disponibilidade de fósforo em solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.2, n.1, p.1-9, 1978.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; PROCHNOW, L. I.; VITTI, G.C.; PEREIRA, H. S. Soil testing and plant analysis in Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.25, n.7-8, p.739-751, 1994
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. Extractable phosphorus availability indexes as affected by liming. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.21, n.13-16, p.1267-1276, 1990.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; SILVA, N.M. da. Extraction of phosphorus, potassium, calcium and magnesium from soils by an ion-exchange resin procedure. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.17, n.5, p.544-566, 1986.
- Raij, B. v., J. A. Quaggio, H. Cantarella and C. A. de Abreu (2001). Os métodos de análise química do sistema IAC de análise de solo no contexto nacional. [Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais](#). 285p. B. v. Raij, C. A. de Andrade, H. Cantarella and J. A. Quaggio. Campinas, Instituto Agrônomico: 5-39.
- SILVA, F.C. da; RAIJ, B. van. Disponibilidade de fósforo em solos avaliada por diferentes extratores. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.2, p.267-288, 1999



Reunião de Laboratórios 2016

Publicações sobre o assunto



Reunião de Laboratórios 2016

