



**128**  
ANOS  
IAC  
INSTITUTO AGRONÔMICO


## 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
  - Detecção 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

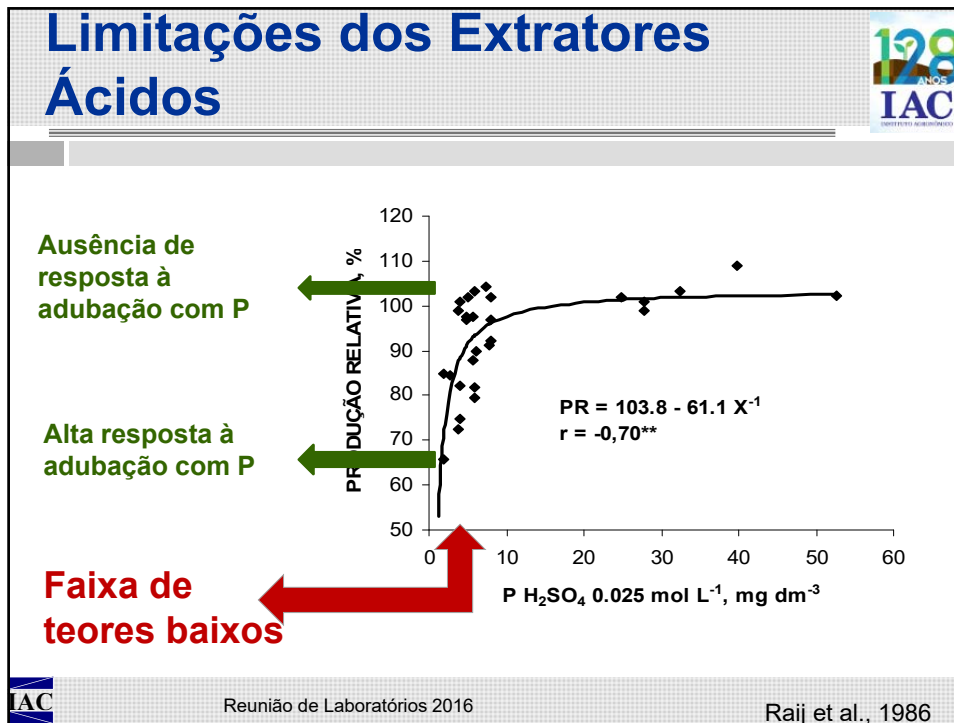
## Histórico resumido das pesquisas com P no IAC



- **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.

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  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ .**



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 <sub>12</sub> H <sub>18</sub> NCl) <sub>n</sub>	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<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de solo** (assumindo a capacidade de troca máxima da resina)



Reunião de Laboratórios 2016

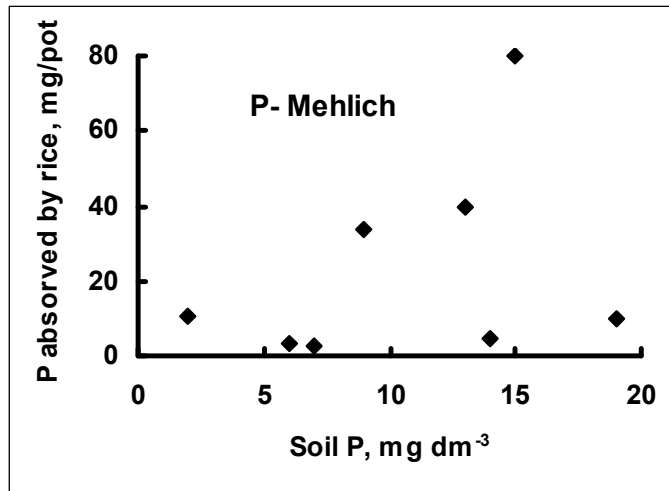
## Influência do pH na extração de P de solos bem supridos (Raij et al., 1986).

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



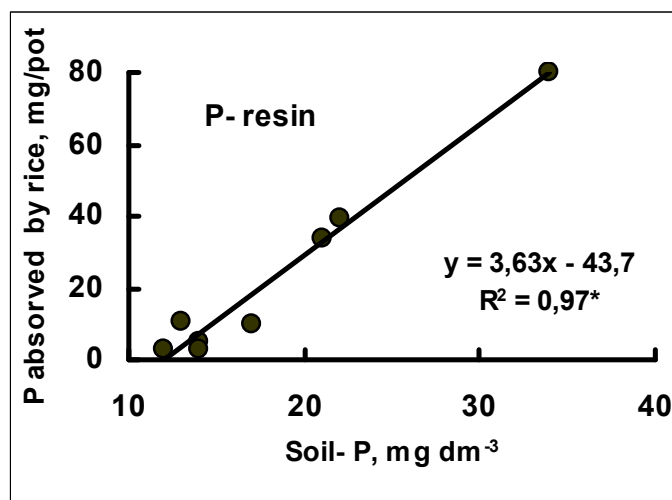
Reunião de Laboratórios 2016

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



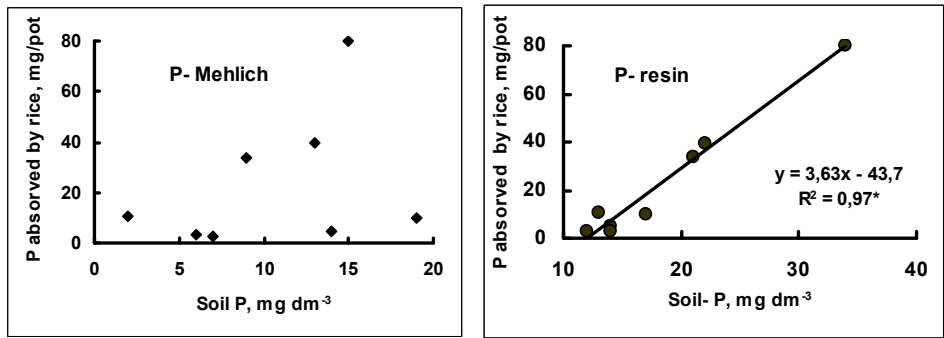
Reunião de Laboratórios 2016

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



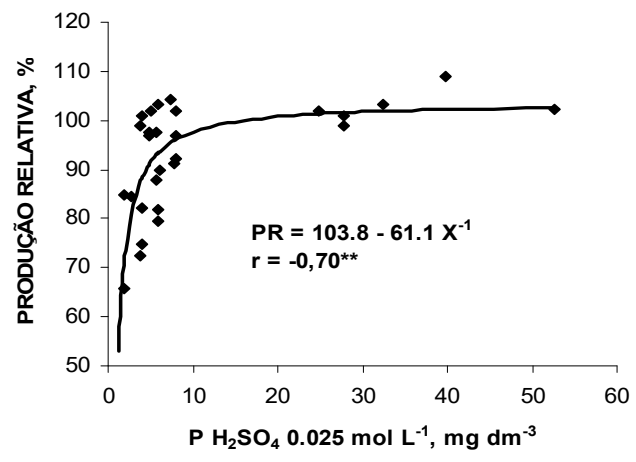
Reunião de Laboratórios 2016

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

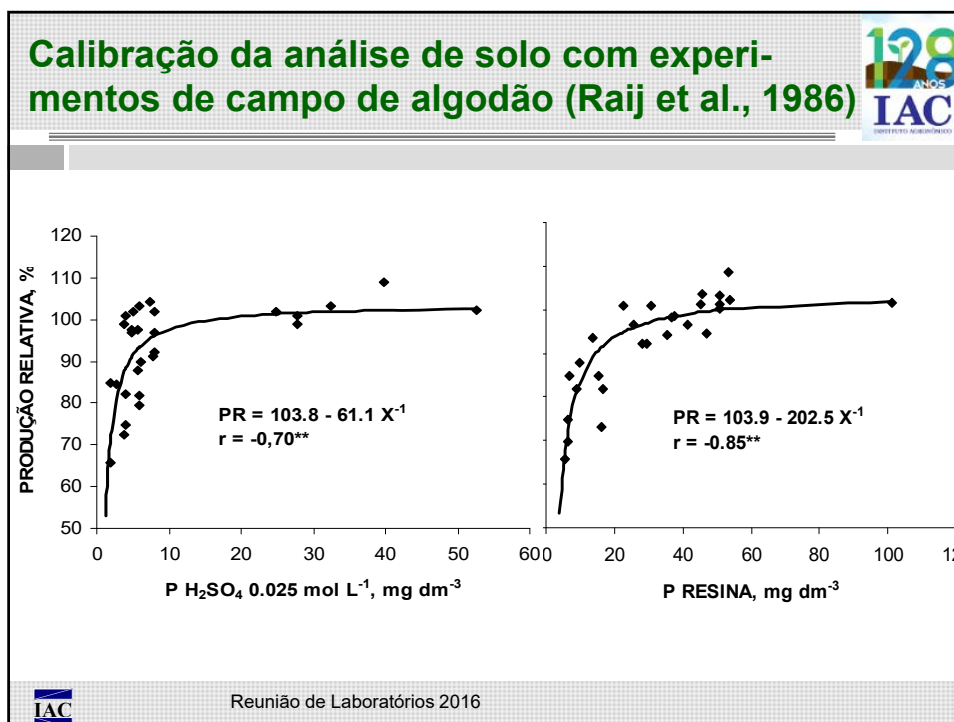
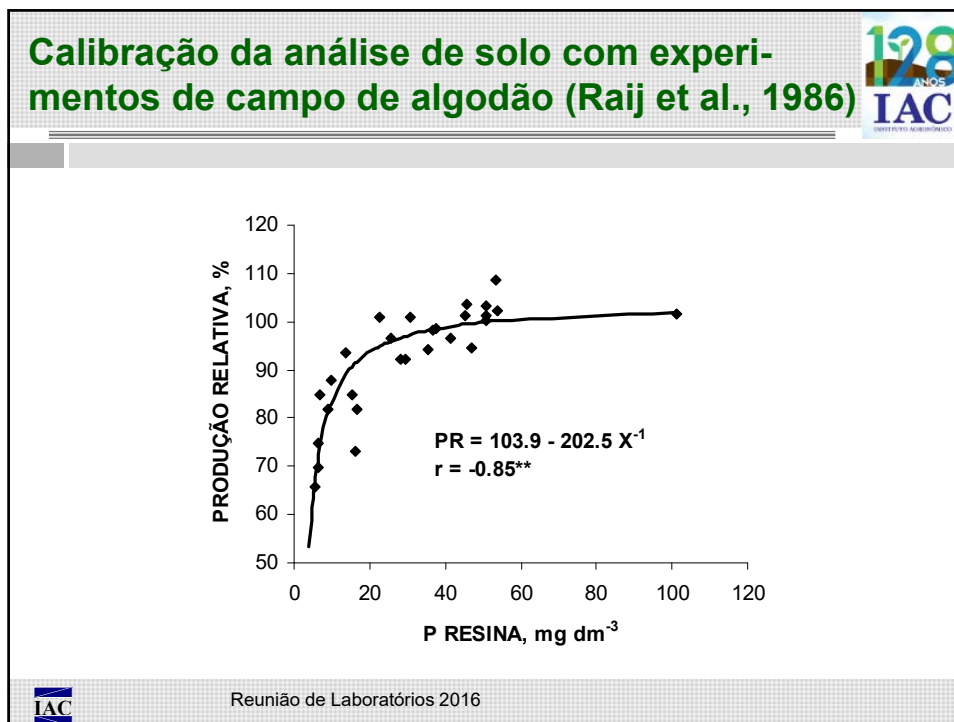


Reunião de Laboratórios 2016

**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 <sup>-1</sup>	4,3	2,3	1,1	1,7
P resina mg dm <sup>-3</sup>	12,7	7,9	1,7	4,9
P Mehlich 1 mg dm <sup>-3</sup>	27,9	24,6	42,8	15,0
P Bray 1 Mg dm <sup>-3</sup>	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.


 Reunião de Laboratórios 2016

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


pH em CaCl <sub>2</sub>	P folha mg kg <sup>-1</sup>	P no solo, em mg dm <sup>-3</sup> , 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

 Reunião de Laboratórios 2016


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


 Reunião de Laboratórios 2016


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


 Reunião de Laboratórios 2016


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




pH em CaCl <sub>2</sub>	P folha mg kg <sup>-1</sup>	P no solo, em mg dm <sup>-3</sup> , 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

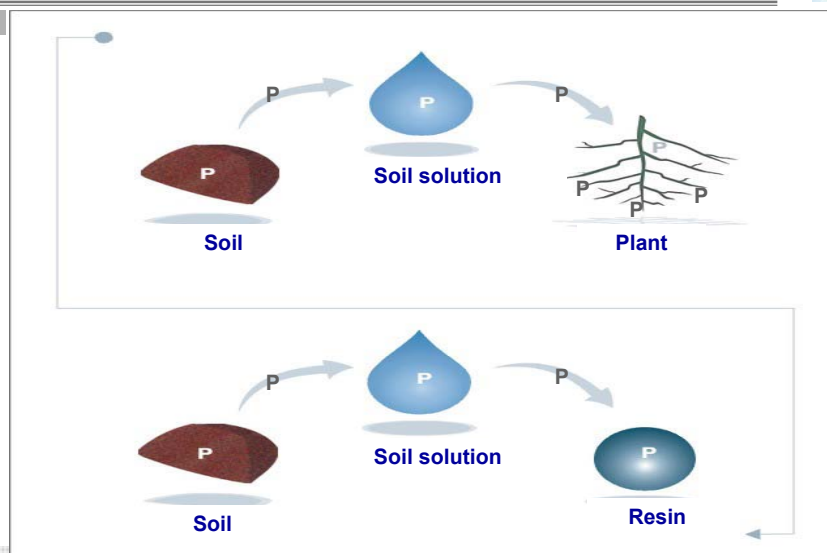
**Comparando métodos: correlação com resposta à P (70 artigos internacionais)**



Método	Coeficiente de determinação ou eficiência, 100 r <sup>2</sup> , 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  $P_{\text{resina}}$  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.; CURTI, 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 Agrônômico: 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

