



16 a 20  
outubro  
**2016**

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

# Avaliação da eficiência de fertilizantes fosfatados em solos tropicais

Vinicius Benites

Embrapa Solos

Eduardo Cancellier

Universidade Federal de Lavras

Fien Degryse

University of Adelaide

Rodrigo Coqui da Silva

University of Adelaide

Mike McLaughlin

CSIRO Land and Water

Goiania, 18 de outubro de 2016

# Fertiliser Technology Research Centre



FTRC Home

FTRC Home

About the FTRC

Research

People

Partners

Publications

News

Events

Contact



## Welcome to the Fertiliser Technology Research Centre

The Fertiliser Technology Research Centre (FTRC) is a University of Adelaide Research Centre located within the School of Agriculture, Food and Wine. The FTRC focuses on the understanding of fundamental processes controlling fertiliser efficiency in a wide range of soils globally, using a combination of spectroscopic, speciation and radio-isotopic techniques. The Centre manages and conducts experimental work under laboratory, glasshouse and field conditions to develop more effective fertiliser formulations to optimise their efficiency.

### Research

### People

### Quicklinks

- > Soil Science - AFW
- > School of Agriculture, Food & Wine (AFW)
- > The Waite Research Institute (WRI)

### News

#### [New Agreement for Advanced Fertiliser Research](#)

A new five-year, \$8.5 million partnership agreement between the University of Adelaide and US-based fertiliser producer The Mosaic Company.

#### [Prof. McLaughlin is the laureate of 2015 IFA Norman Borlaug Award](#)

The International Fertilizer

# Roteiro

- Por que avaliar a eficiência de fertilizantes fosfatados?
- Mecanismos que afetam a eficiência de fertilizantes fosfatados em solos tropicais
- Métodos de avaliação da eficiência de fertilizantes fosfatados
- Estratégias para aumento da eficiência de fertilizantes
- Avaliação agronômica de fertilizantes fosfatados em solos tropicais

# Por que avaliar a eficiência de fertilizantes fosfatados?

- A rocha fosfática é um recurso natural não renovável e concentrado em poucos países

- Consumo mundial de cerca de 180 milhões de toneladas de rocha fosfática (aprox 31%  $P_2O_5$ ), com uma relação de consumo/reserva de cerca de 370 anos (Scholz et al. 2014)
- Em Marrocos estão localizadas cerca de 70% das reservas mundiais identificadas (USGS, 2012).
- Rochas fosfáticas são produzidas por 37 países, mas somente 4 desses (China, Marrocos, EUA e Rússia) detêm 72% da produção mundial (IF 2012).



# Por que avaliar a eficiência de fertilizantes fosfatados?

- A rocha fosfática é um recurso natural não renovável e concentrado em poucos países
- Baixa eficiência de uso de P em solos tropicais

**Balanco de nutrientes na agricultura brasileira  
(2009-2012): média anual**

Balanco de Nutrientes	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	(t)		
Exportação total das culturas (t)	26.205.121	7.412.649	13.145.435
Deduções das exportações (t)	18.827.693	17.713	774.264
Exportação líquida de nutrientes (I)	7.377.428	7.394.936	12.371.171
Total de entradas de nutrientes (II)	11.347.282	13.868.137	15.162.278
Balanco de nutrientes (II - I)	3.969.854	6.473.201	2.791.107
<b>Desfrute médio obtido com o uso de fertilizantes (I/II x 100)</b>	<b>65%</b>	<b>53%</b>	<b>82%</b>
Fator de consumo (II/I)	1,5	1,9	1,2

Fonte: Cunha et al., IPNI Informações Agrônomicas, 130

# Por que avaliar a eficiência de fertilizantes fosfatados?

- A rocha fosfática é um recurso natural não renovável e concentrado em poucos países
- Baixa eficiência de uso de P em solos tropicais
- Impactos ambientais causados pelo uso ineficiente dos fertilizantes fosfatados

# Eutrofização de cursos d'água pelo escoamento superficial de fósforo de fertilizantes fosfatados



# Por que avaliar a eficiência de fertilizantes fosfatados?

- A rocha fosfática é um recurso natural não renovável e concentrado em poucos países
- Baixa eficiência de uso de P em solos tropicais
- Impactos ambientais causados pelo uso ineficiente dos fertilizantes fosfatados
- Avaliação comparativa de diferentes tecnologias em fertilizantes



minororgan  
BAC INSIDE

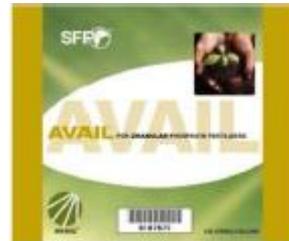
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> MAX<sup>™</sup>  
Phosphate Fertilizer Additive



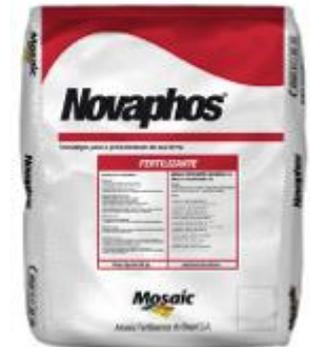
FOSMAG<sup>®</sup>  
MANAH



TOP-PHOS<sup>®</sup>  
A REVOLUÇÃO DOS FOSFATADOS

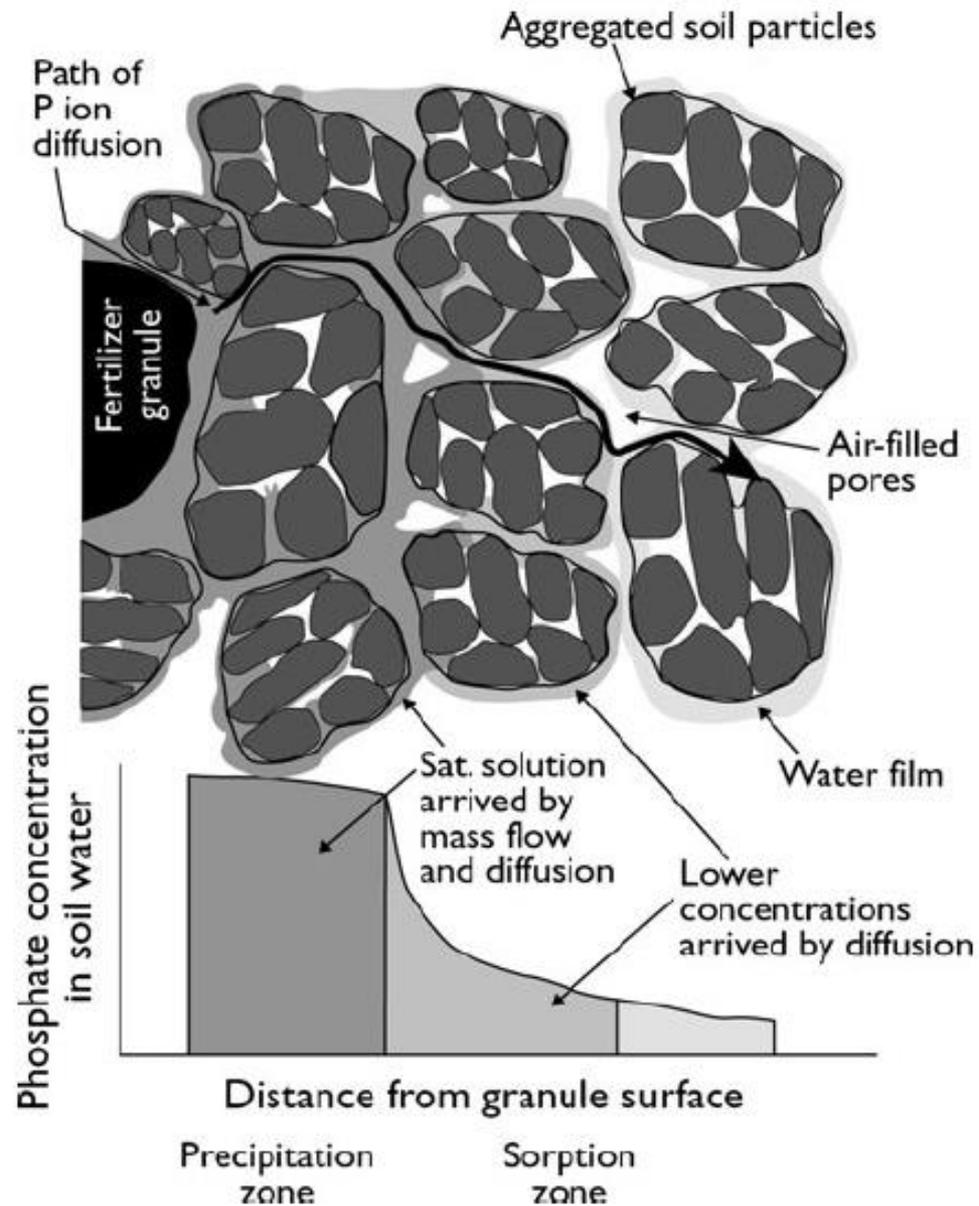


MicroEssentials<sup>®</sup>

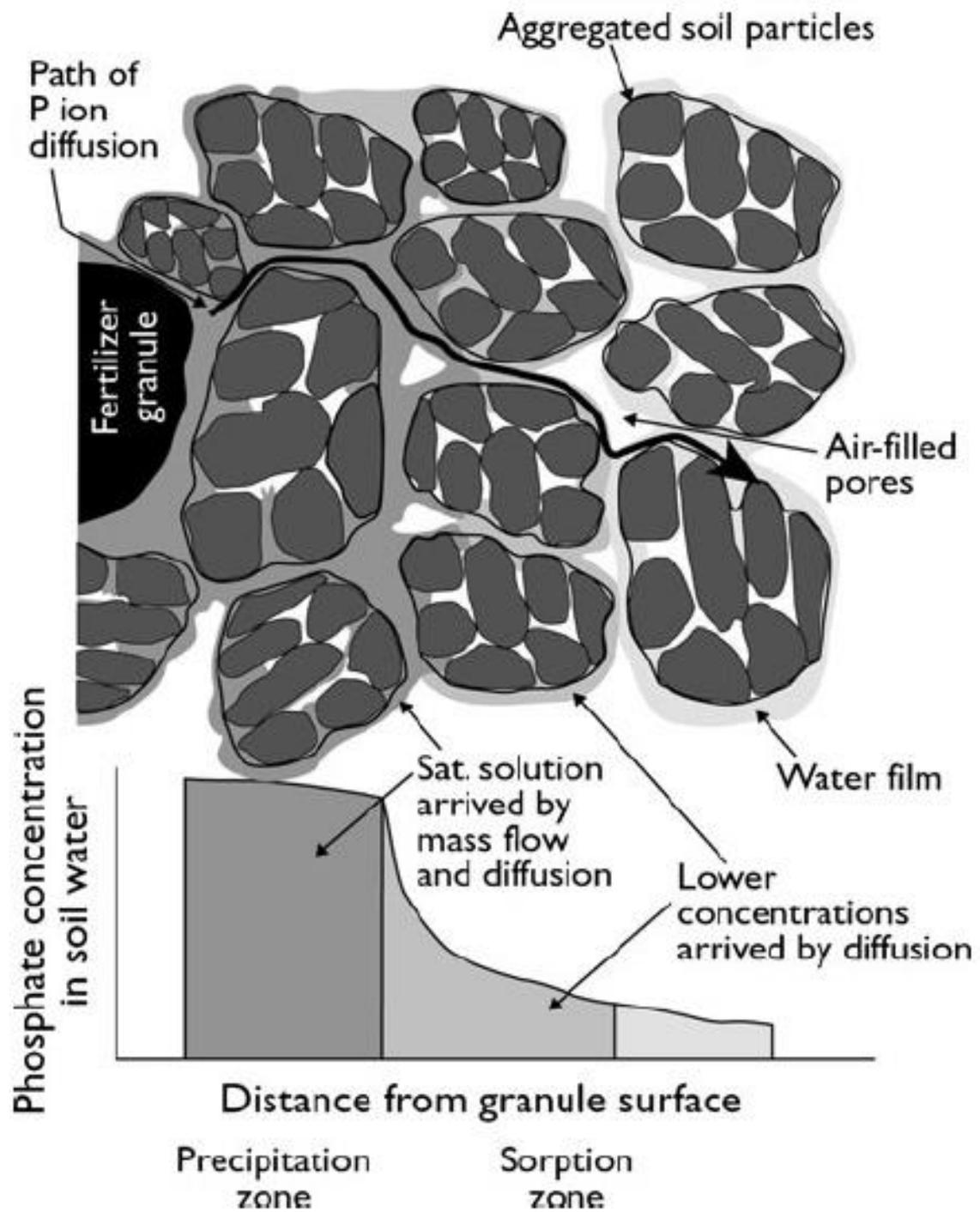


FH Humics

# Mecanismos que afetam a eficiência de fertilizantes fosfatados em solos tropicais

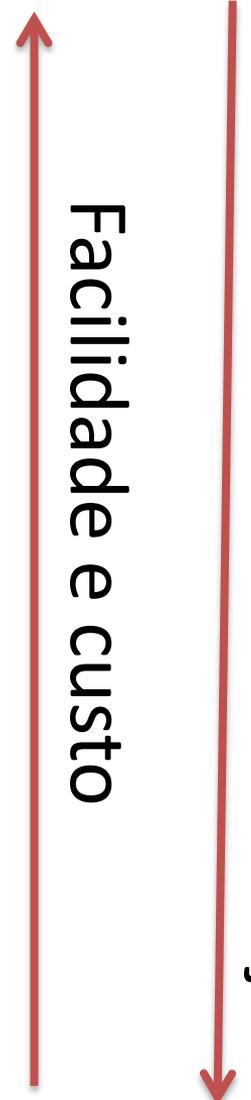


Source: Hedley M., McLaughlin M. (2005) Reactions of phosphate fertilizers and by-products in soils, in: J. T. Sims and A. N. Sharpley (Eds.), Phosphorus: Agriculture and the Environment, Agronomy Monograph no. 46, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison, WI, USA. pp. 181-252.



# Métodos de avaliação da eficiência de fertilizantes fosfatados

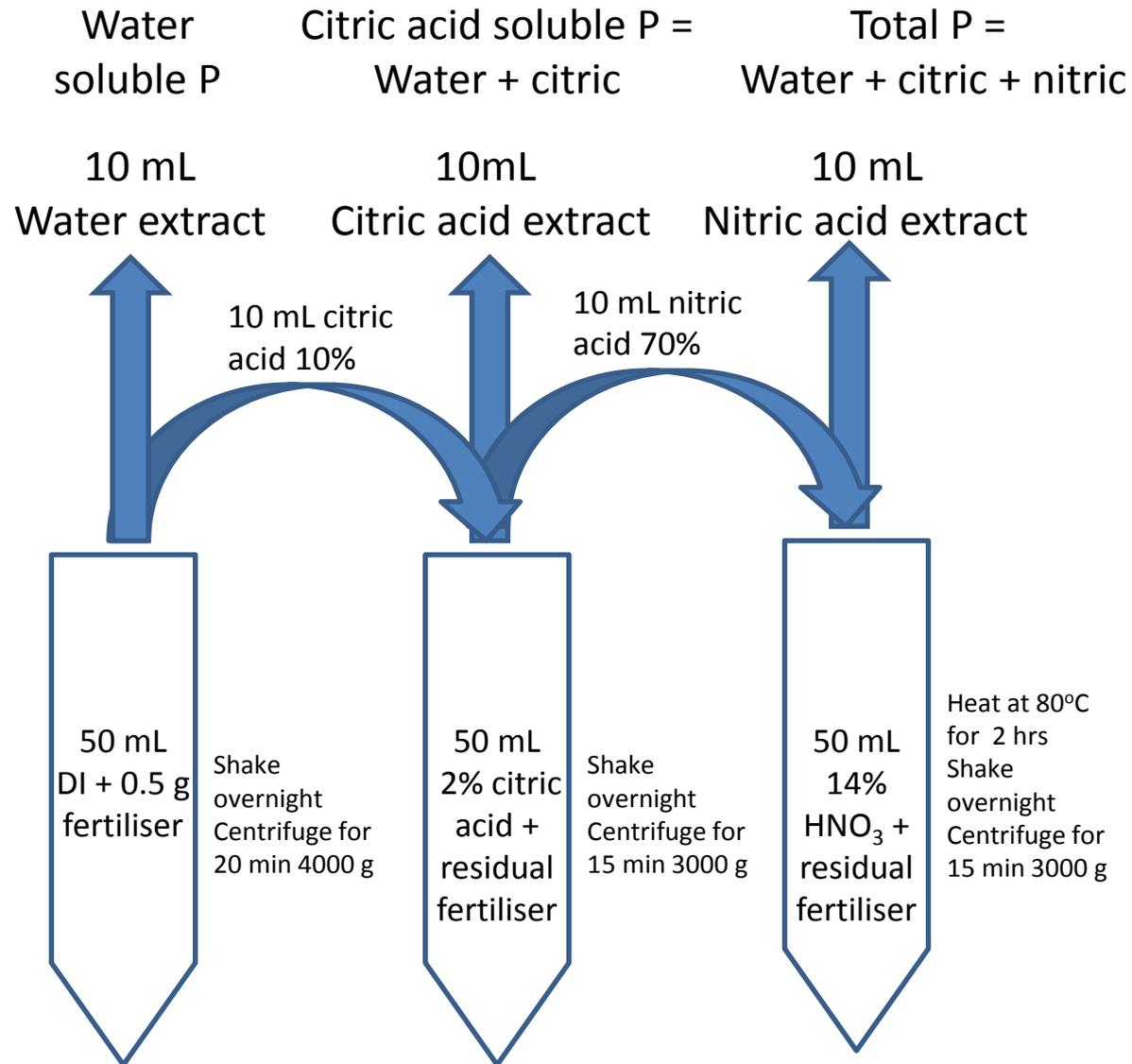
- Análise da solubilidade do fertilizantes em água e em citrato
- Estudo da cinética de dissolução do fertilizante
- Fracionamento químico dos produtos de dissolução do fertilizante
- Medida da dissolução e difusão de P do fertilizante no solo
- Medida da capacidade do fertilizante em incrementar o P trocável do solo (métodos isotópicos)
- Medida da absorção de fósforo por plantas por meio de fertilizante fosfatado marcado ou diluição isotópica
- Avaliação agronômica em ensaios em casa de vegetação
- Avaliação agronômica em ensaios de campo



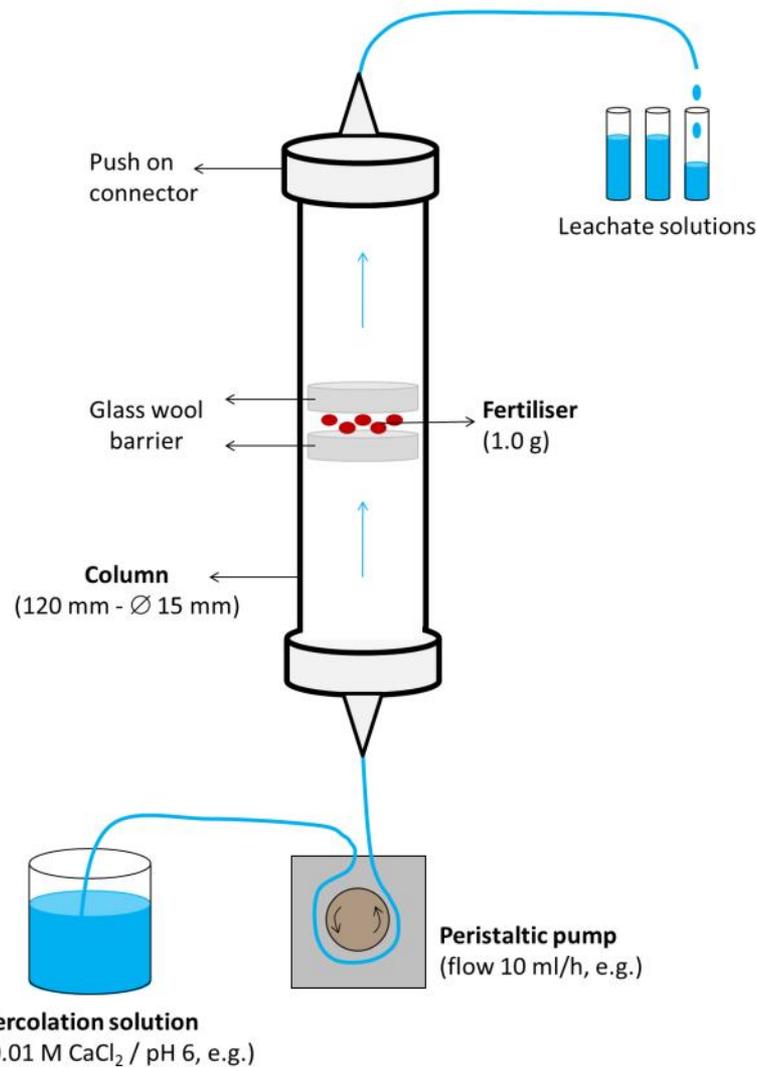
Facilidade e custo

Utilidade e eficácia da informação

# Extração sequencial de P no fertilizante

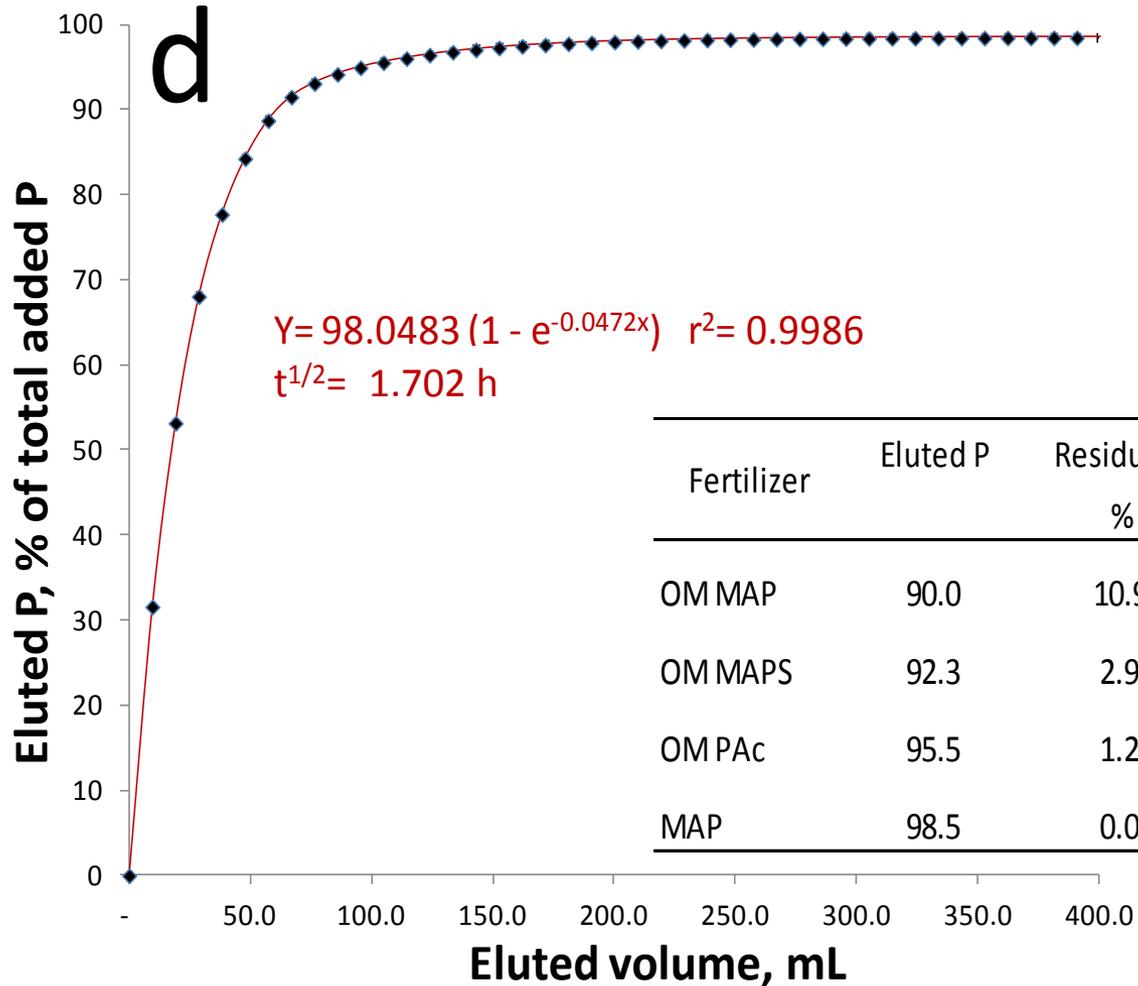


## Perfusion cell method overview



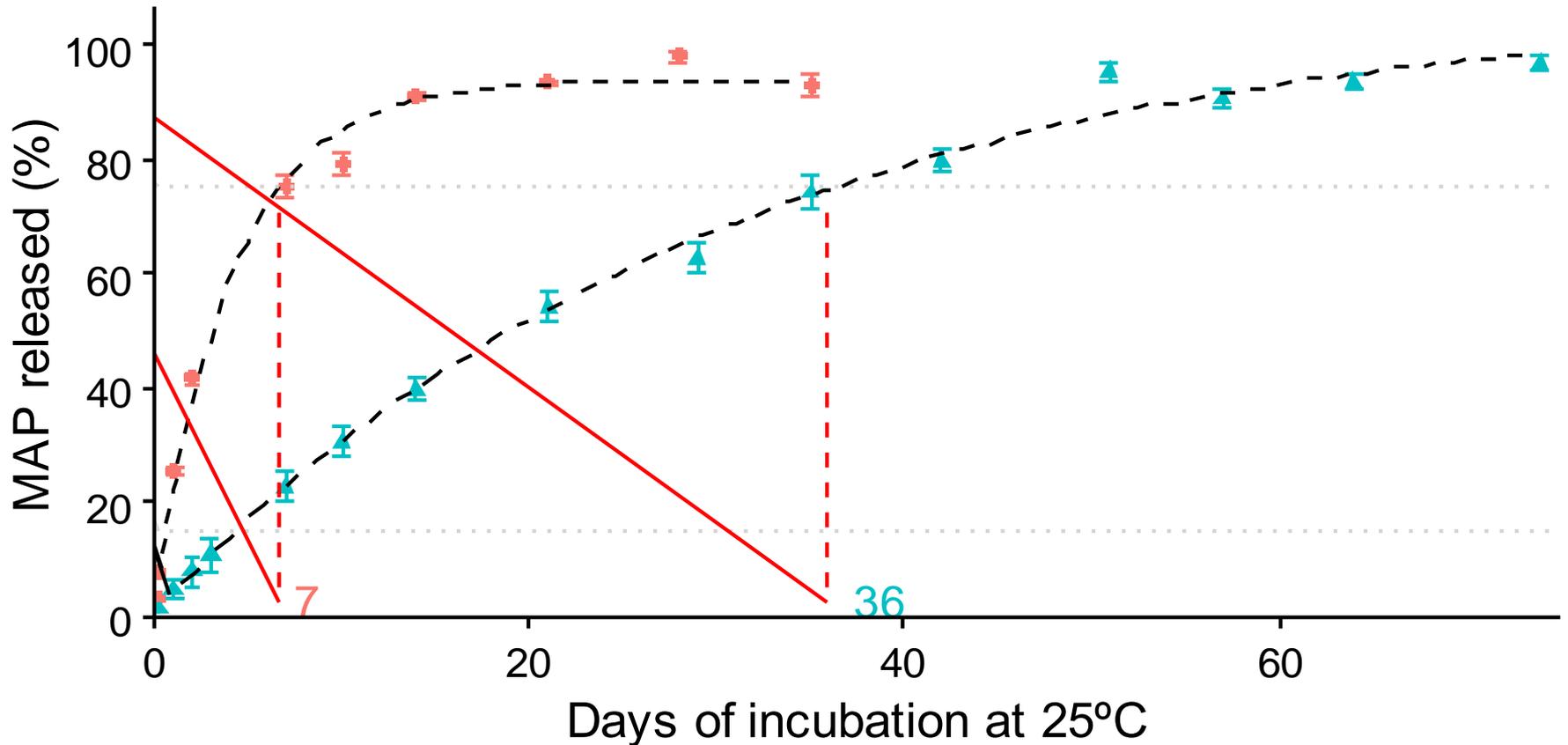
**Cinética de dissolução de fertilizantes**

# Análise da cinética de dissolução de MAP usando água como solvente, por 40 h e fluxo de 10 ml h<sup>-1</sup>.



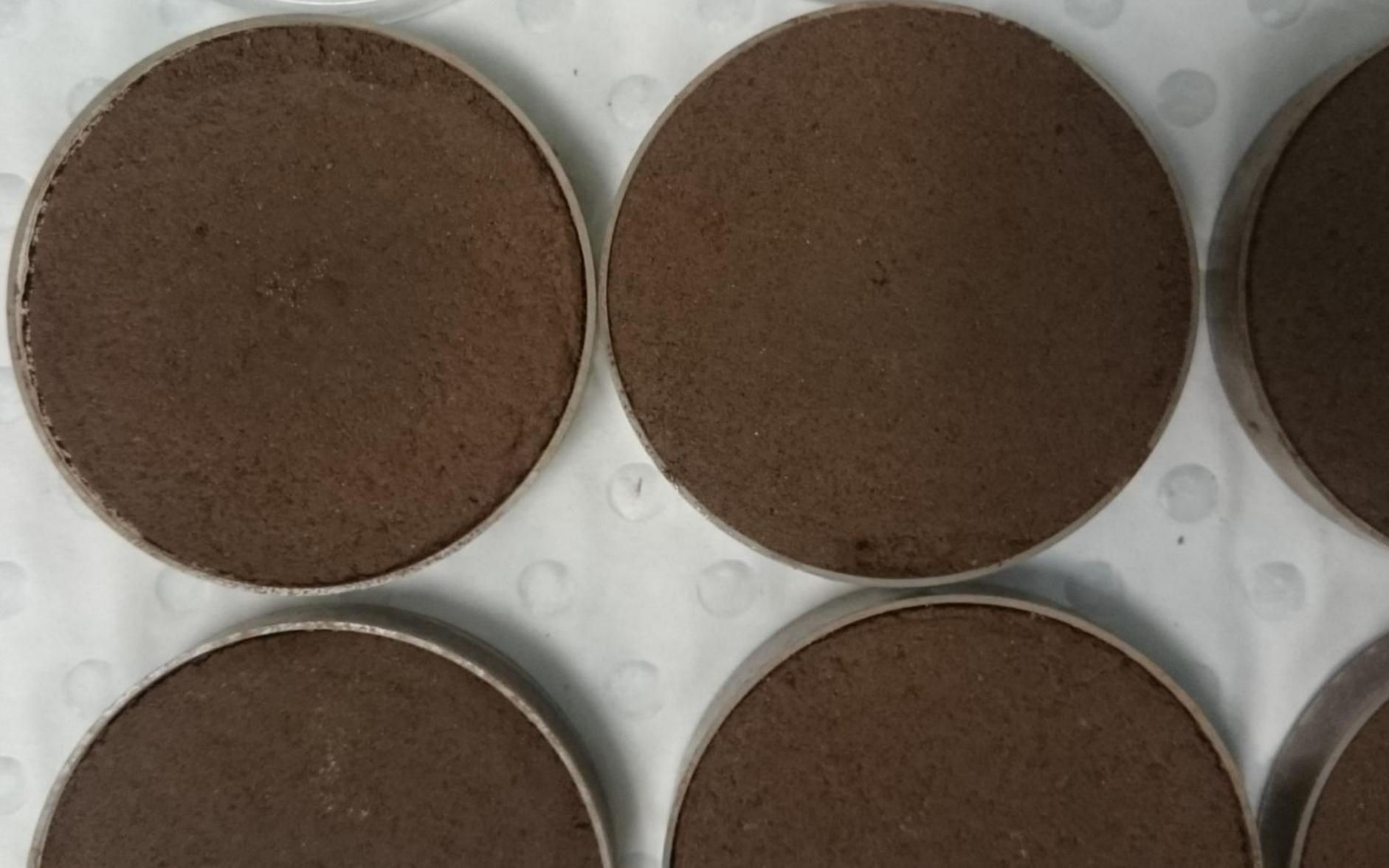
Fertilizer	Eluted P	Residual P	Recovery	t <sub>50%</sub>	t <sub>90%</sub>
		%		h	
OM MAP	90.0	10.9	100.9	0.8	2.7
OM MAPS	92.3	2.9	95.3	0.6	2.0
OM PAc	95.5	1.2	96.7	0.7	2.3
MAP	98.5	0.0	98.6	1.7	5.7

# Análise da cinética de dissolução de MAP usando água como solvente, em ambiente estático, com coleta periódica de alíquotas



Fonte: Eduardo Cancellier, dados não publicados (ainda)

# Difusão de fósforo em placa de petri



# Phosphorus Diffusion from Fertilizer: Visualization, Chemical Measurements, and Modeling

## Fien Degryse\*

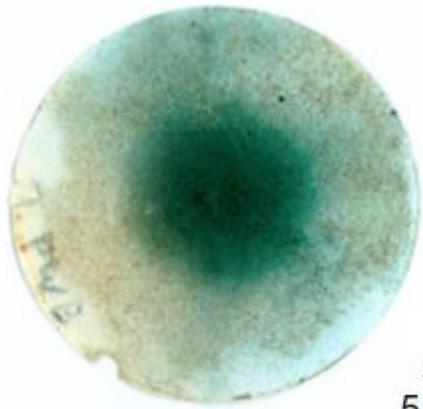
Adelaide Univ. Fertiliser Tech. Res. Centre  
Soil Science Group  
School of Agriculture, Food and Wine  
The Univ. of Adelaide  
PMB1  
Waite Campus  
Glen Osmond  
SA 5064  
Australia

## Mike J. McLaughlin

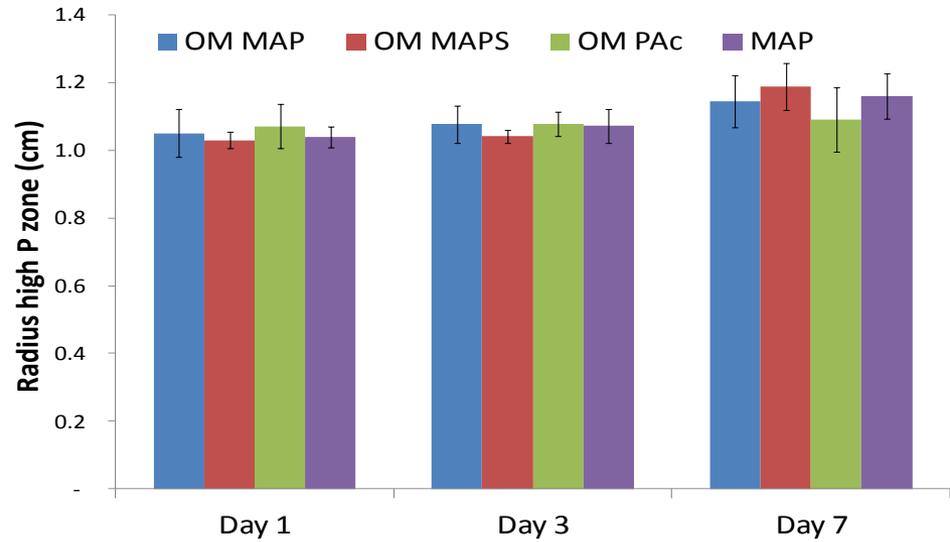
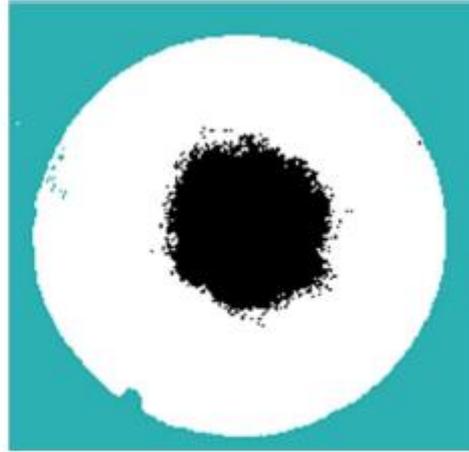
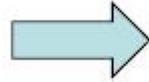
Phosphorus (P) applied to soil as fertilizer moves away from the point of application mainly through diffusion. Sorption and precipitation reactions may reduce its mobility and availability to plants. Here, we developed a method to visualize diffusion of P from fertilizer in a simple and nondestructive way. A fertilizer granule is added in the center of a soil-filled Petri dish. After a given incubation time, a filter paper impregnated with Fe oxide acting as a P sink is placed on the soil surface. The P captured on the filter paper is visualized using a modified malachite green method, which creates a mirror image of the diffusion zone. The paper is scanned and analyzed using imaging software to quantify the extent and intensity of the diffusion zone. This method was applied to a range of fertilizer formulations in soils with contrasting properties. The extent of diffusion was also assessed through concentric sam-

Degryse F, McLaughlin MJ (2014) Phosphorus diffusion from fertilizer: Visualization, chemical measurements, and modeling. *Soil Science Society of America Journal* **78(3)**, 832-842.





∅  
5.5  
cm

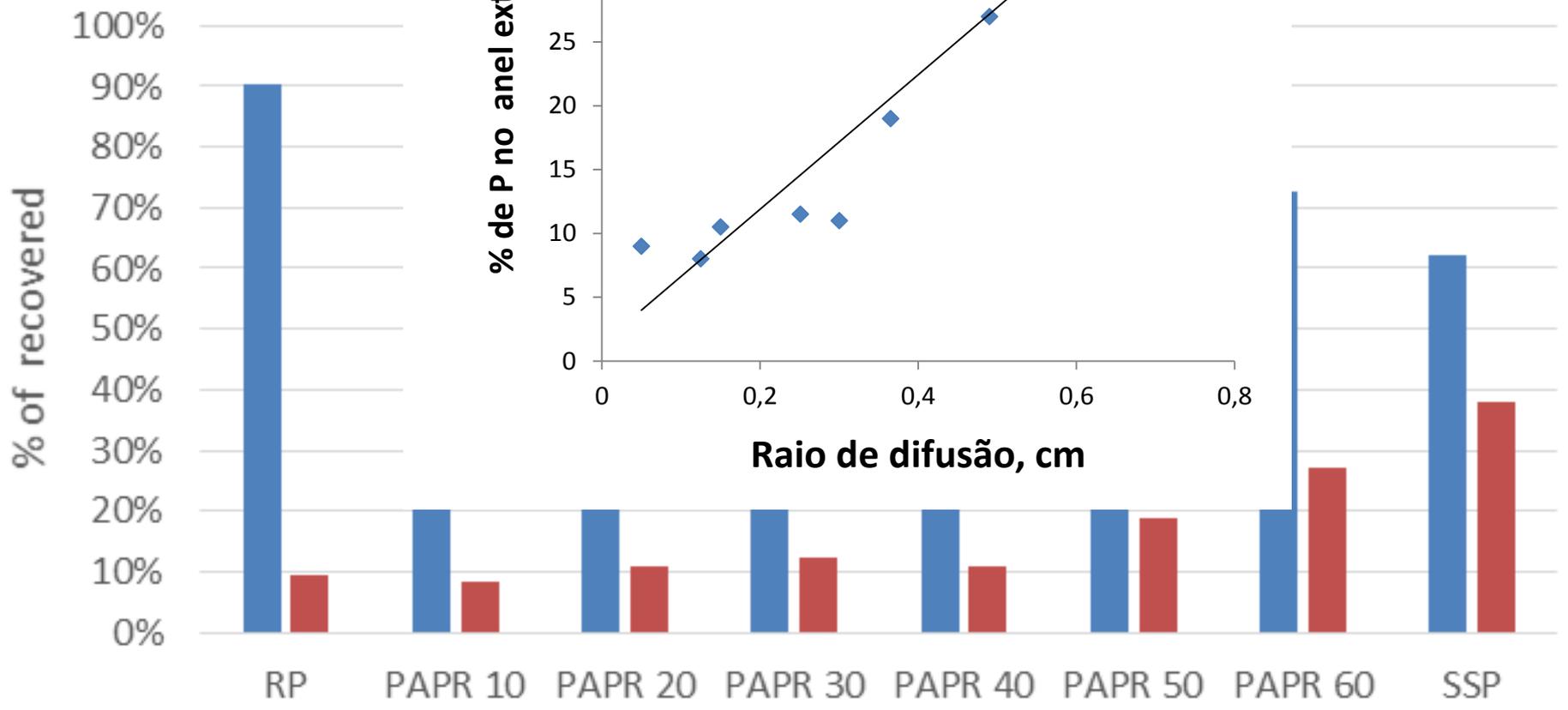
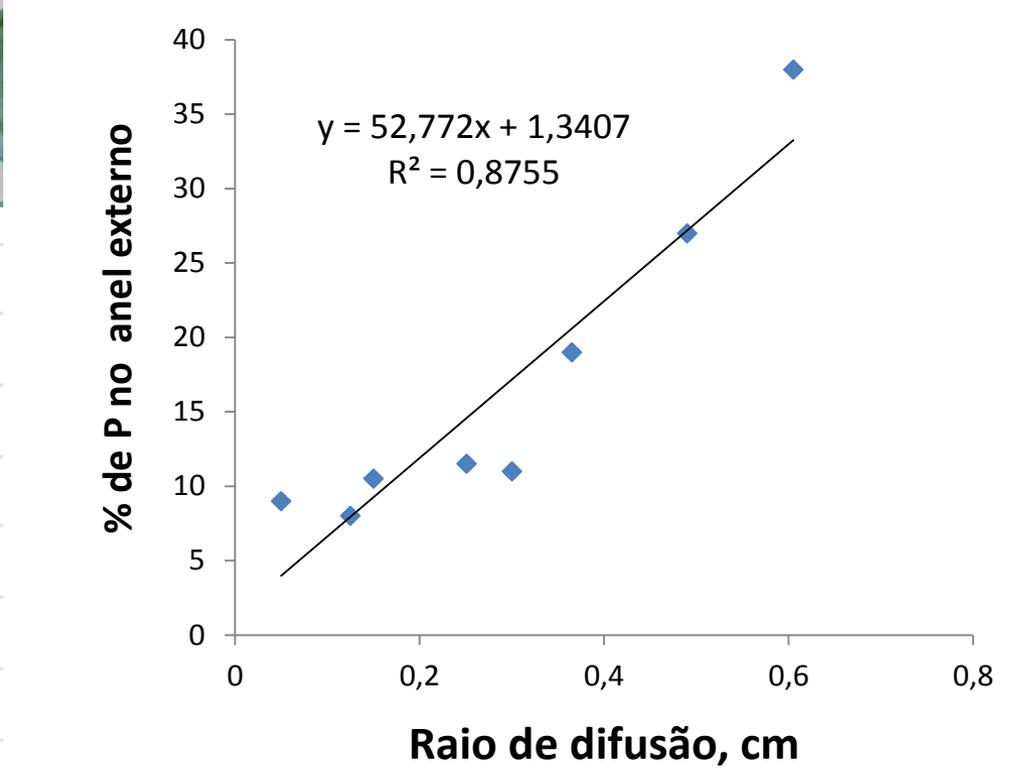
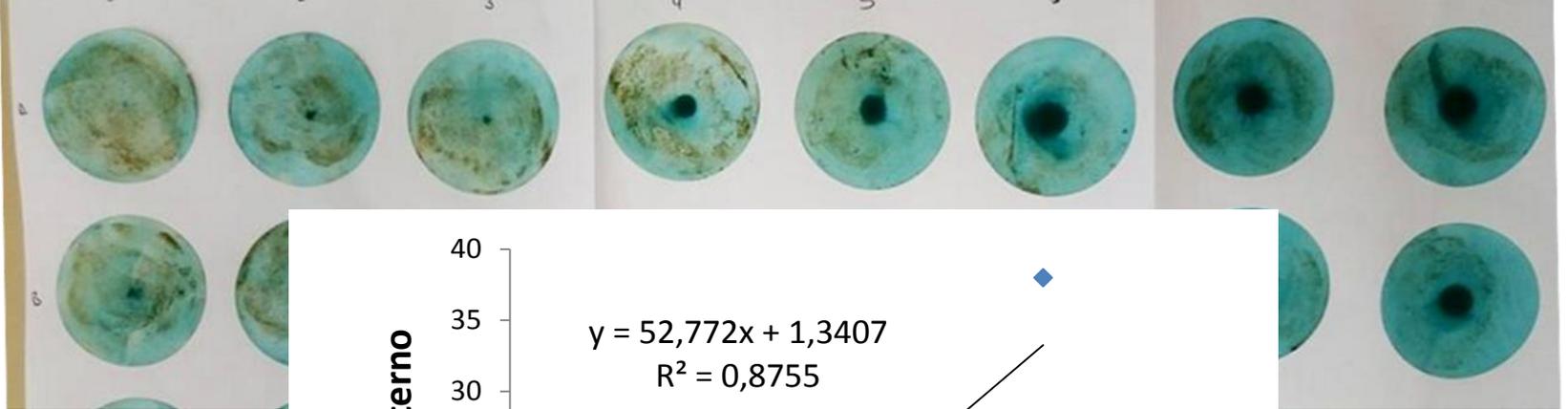








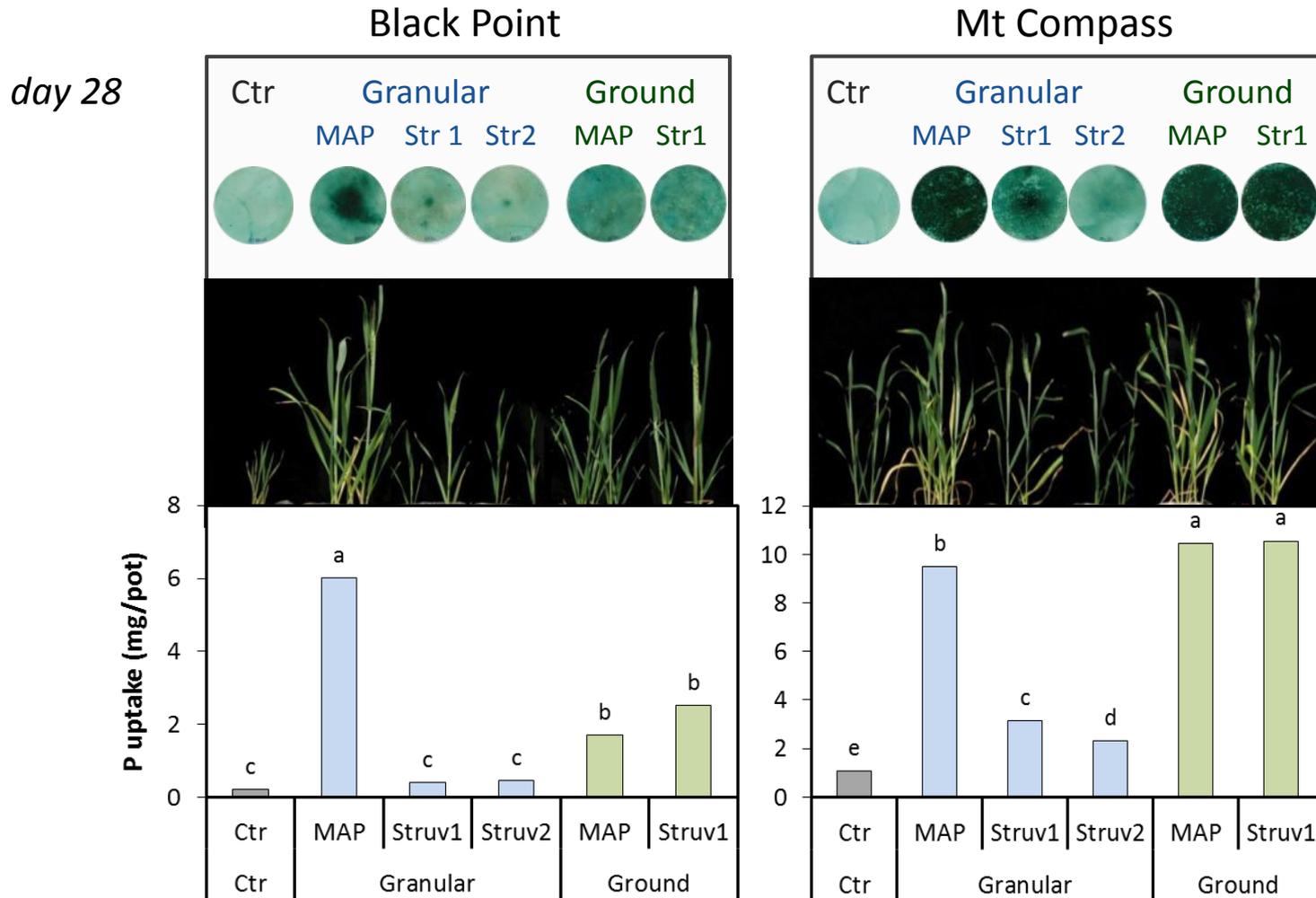




Ring A - 8 mm  $\emptyset$   
 Ring B - 24 mm  $\emptyset$

■ Ring A ■ Ring B

# Correlação entre a difusão de P e o P absorvido por planta

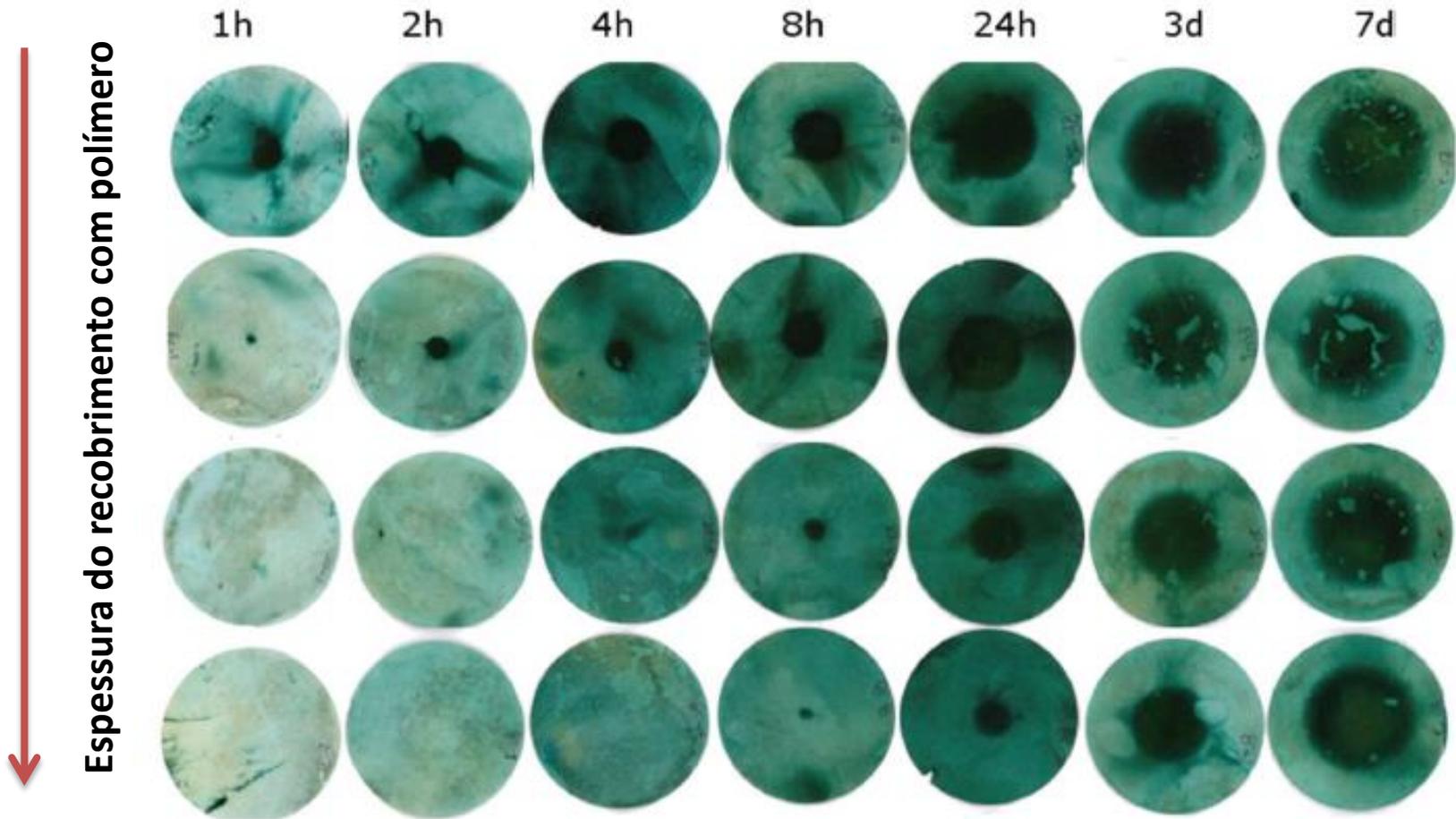


Fonte: Fien Degryse, Ashleigh Broadbent, Bogumila Tomczak, Colin Rivers, Roslyn Baird, Rodrigo C. Silva and Mike J. McLaughlin. Diffusion and plant availability of phosphorus from struvite-based fertiliser . ASSI meeting 2014

# Estratégias para aumento da eficiência de fertilizantes fosfatados por meio de novas tecnologias em fertilizantes

- Liberação controlada: Reduz a taxa de dissolução do grânulo para a redução de perdas por lixiviação ou erosão superficial
- Redução das reações de precipitação e adsorção no ambiente de dissolução do grânulo, por meio de complexantes e quelantes

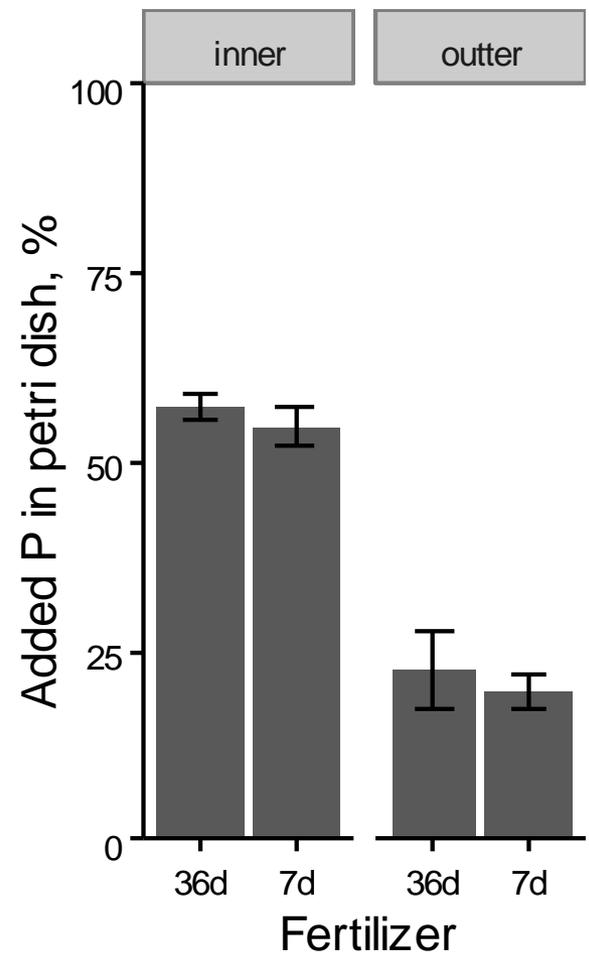
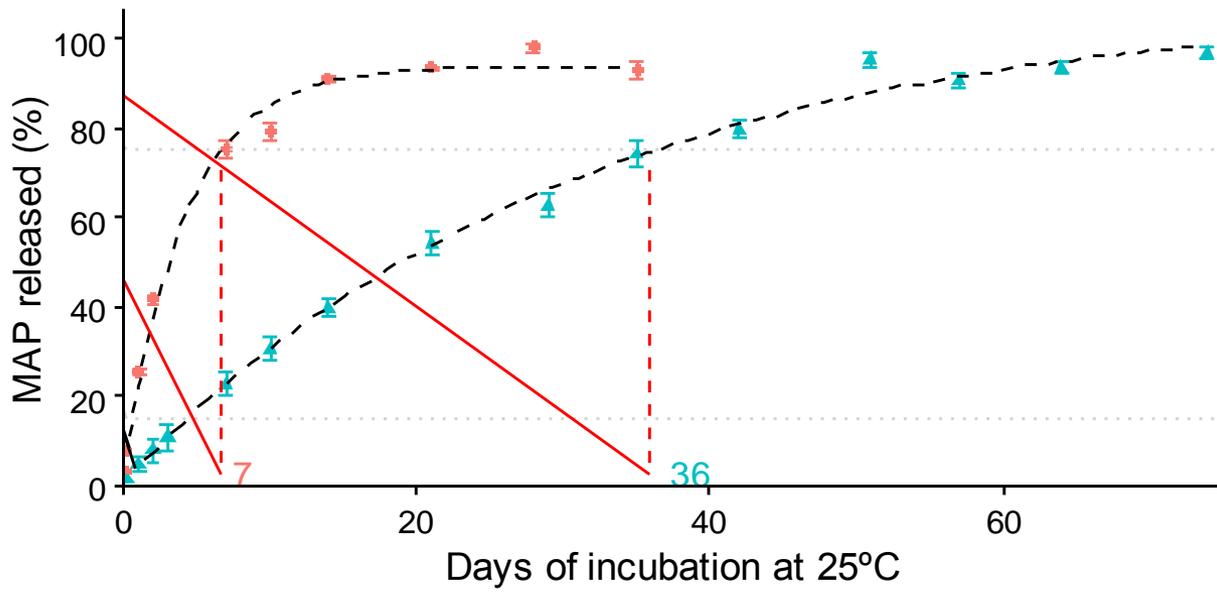
# Fertilizante de liberação controlada



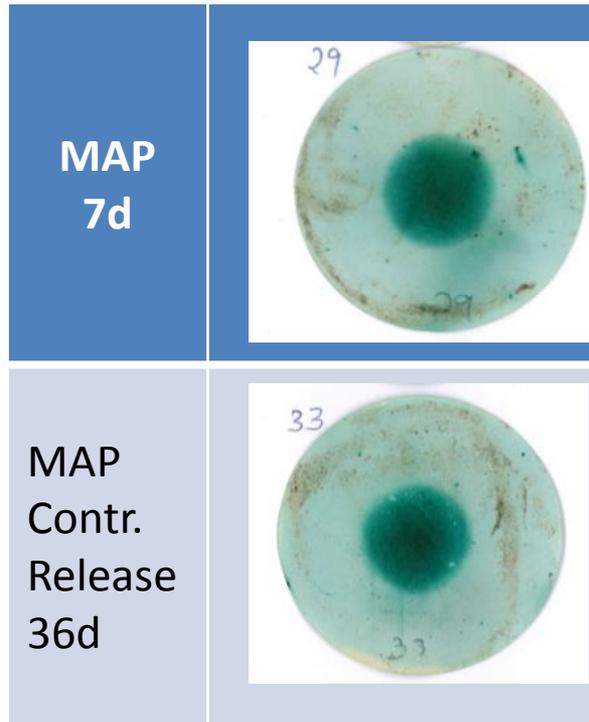
MAP

MAP com liberação lenta

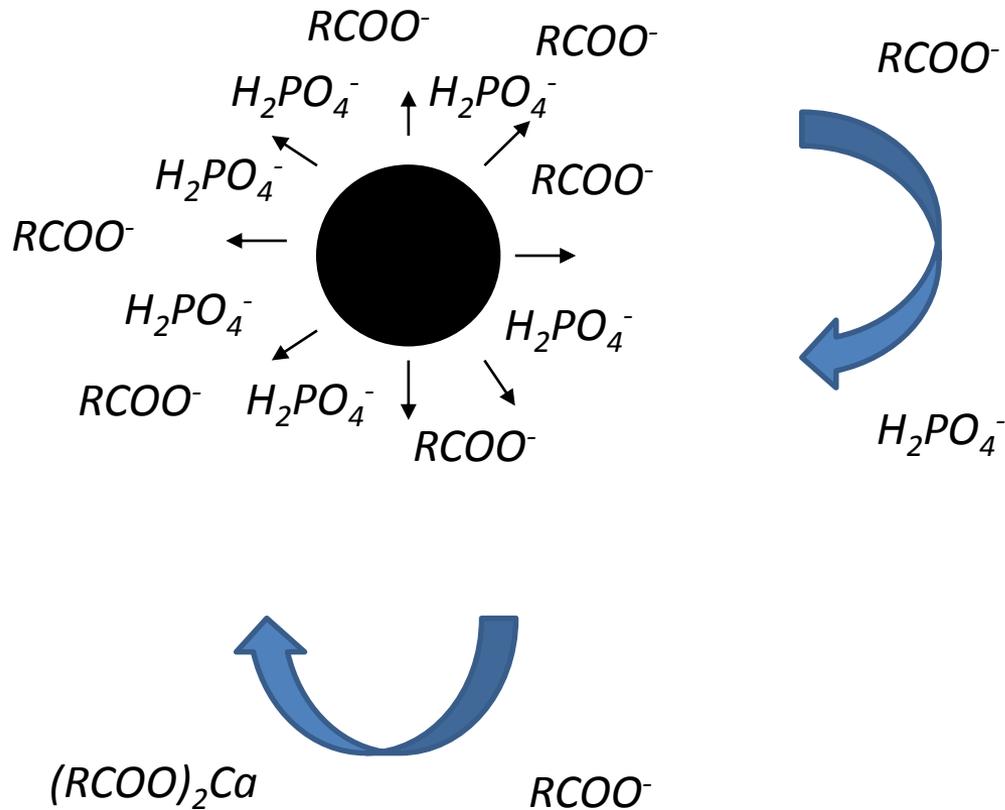




Fonte: Eduardo Cancellier,  
dados não publicados  
(ainda)



# Redução das reações de precipitação e adsorção por meio de complexantes e quelantes



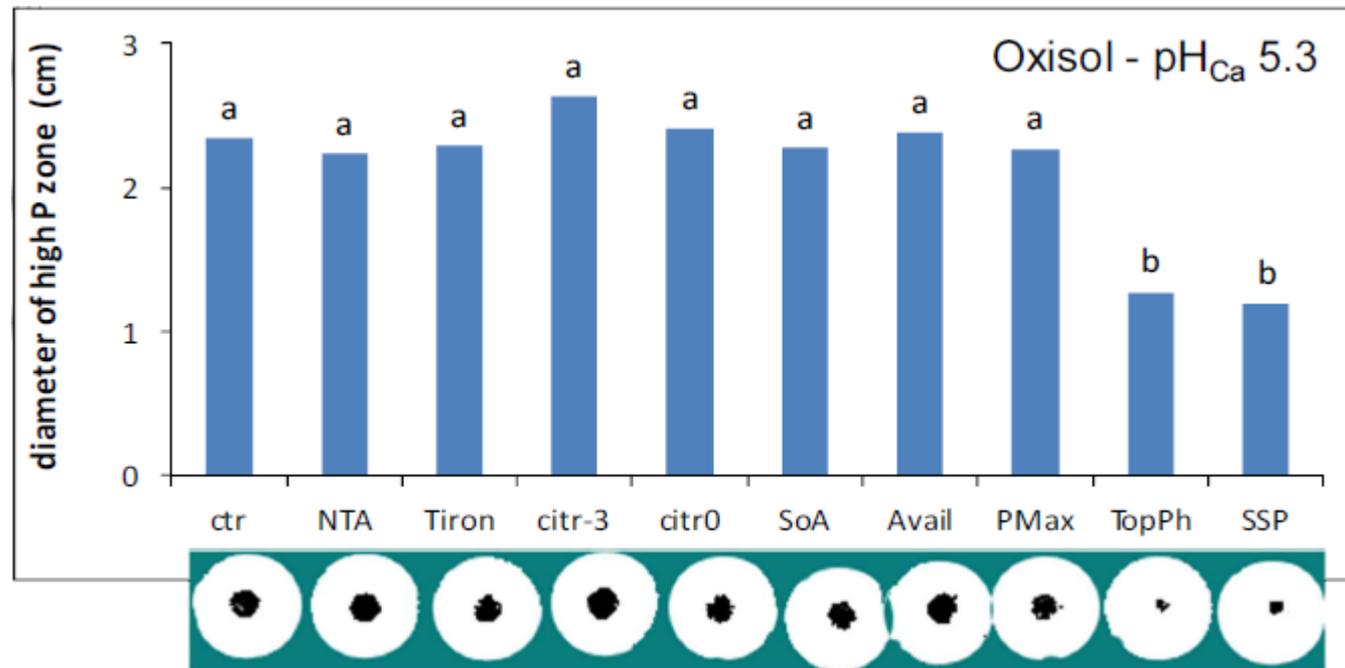
# Sequestration of Phosphorus-Binding Cations by Complexing Compounds is not a Viable Mechanism to Increase Phosphorus Efficiency

**Fien Degryse\***

School of Agriculture, Food and Wine  
The Univ. of Adelaide  
PMBI  
Waite Campus  
Glen Osmond, SA 5064, Australia

**Babasola Ajiboye**

There is increasing interest in enhancing the efficiency of P fertilizers or mobilizing fixed P from soil. Cation-complexing ligands are claimed to increase availability of fertilizer-applied or soil P through sequestration of cations (Fe, Al, Ca) that bind P strongly. We assessed the effect of ligand addition on mobility and availability of P in four soils, using a large range of cation-complexing compounds, in batch experiments without or with added P, and found only small effects of these compounds on P solubility. Selected compounds, including two commercial polymer coatings, coated on



# Avaliação da eficiência de fertilizantes organominerais produzidos a partir de cama de frango e MAP

Organic mineral fertilizer	Code	CL <sup>1</sup>	MAP <sup>2</sup>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 40%	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10%	bentonite	silicate	total
		..... g	.....	..... mL	.....	..... g	.....	
OM CL + MAP	OM MAP	19.80	7.90	-	-	1.50	0.80	30.00
OM CL + MAP + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	OM MAPS	18.30	7.90	-	17.00	1.50	0.80	30.20
OM CL + H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	OM PAc	21.00	-	16.75	-	1.50	0.80	30.00
MAP	MAP	-	27.70	-	-	1.50	0.80	30.00

<sup>1</sup> Chicken Litter dried at 65°C (11 % moist ), <sup>2</sup> Mono ammonium phosphate PA (Merck)

OM MAP



OM MAPS



OM PAc



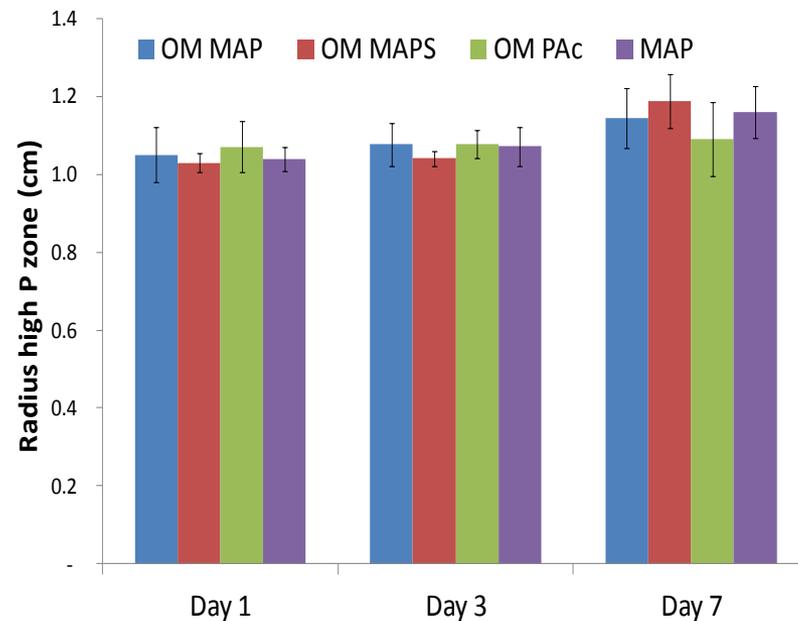
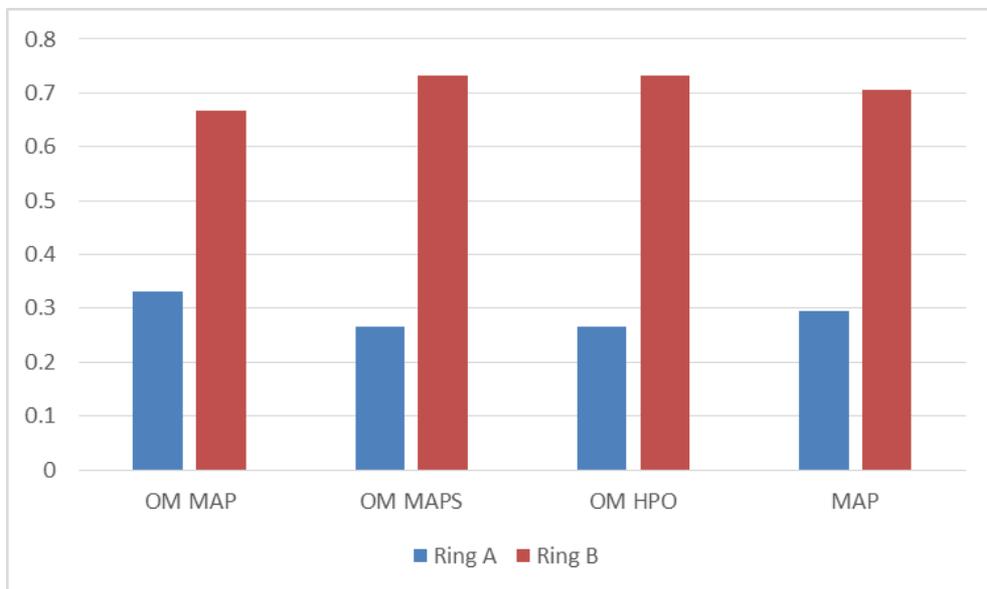
MAP



# Colin's fertiliser granulator<sup>©</sup>

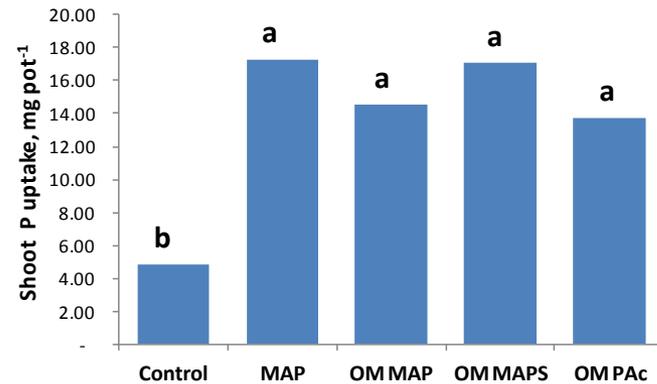
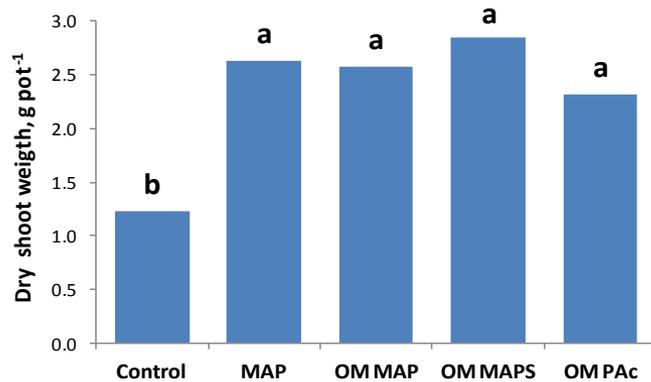
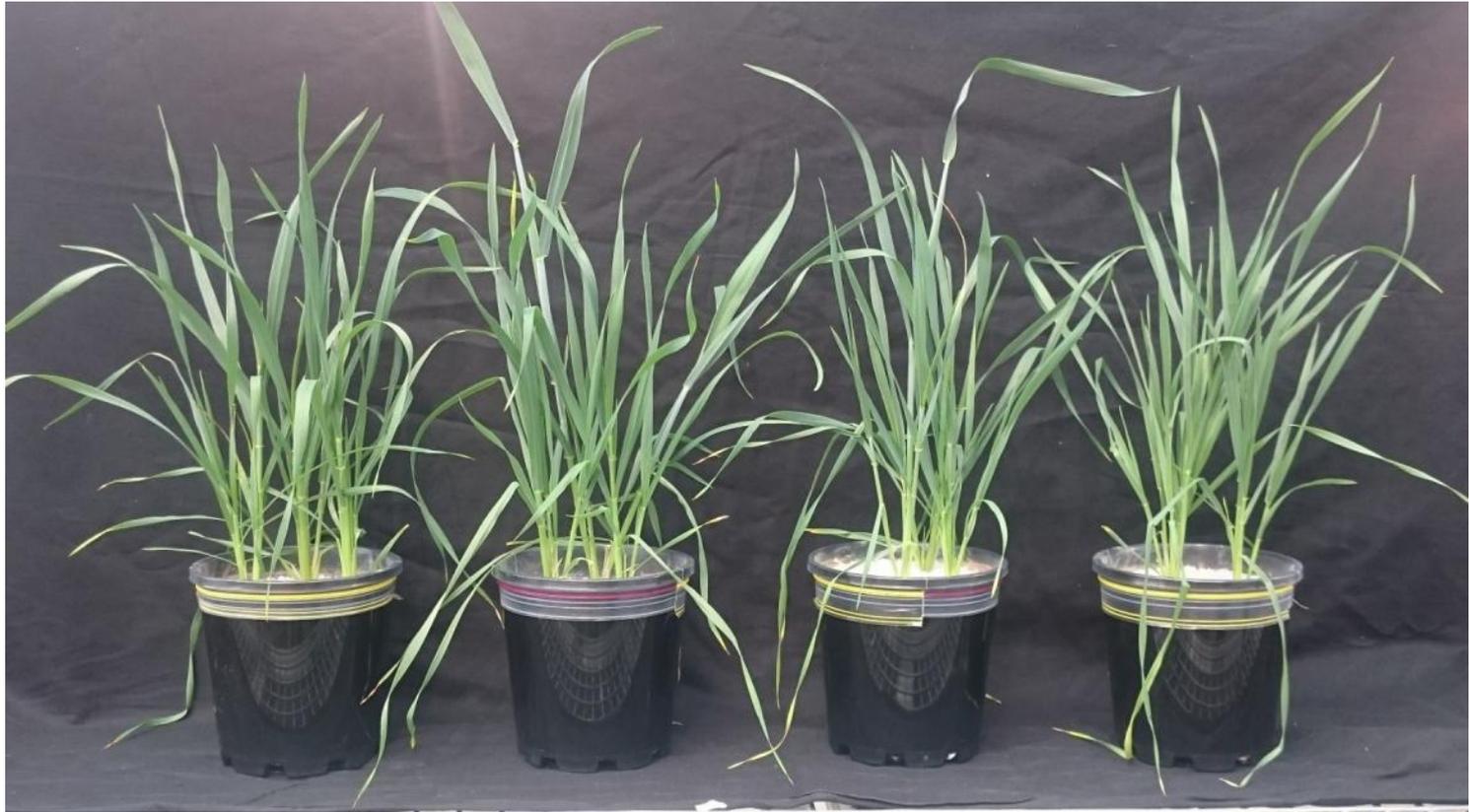


By Colin Rivers



Fertilizer	Eluted P	Residual P %	Recovery	$t_{50\%}$ h	$t_{90\%}$
OM MAP	90.0	10.9	100.9	0.8	2.7
OM MAPS	92.3	2.9	95.3	0.6	2.0
OM PAc	95.5	1.2	96.7	0.7	2.3
MAP	98.5	0.0	98.6	1.7	5.7

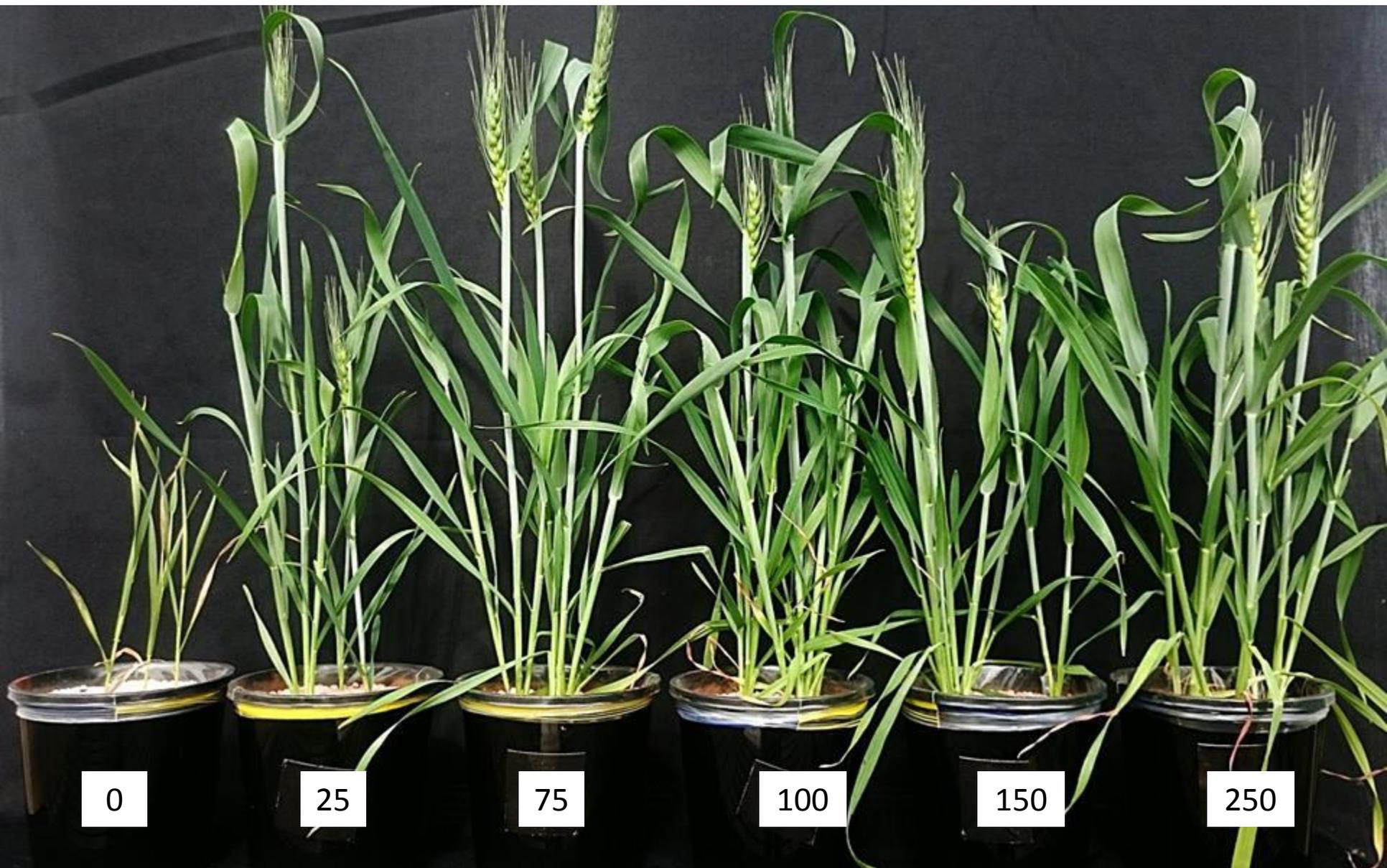
# Produção de matéria seca e absorção de P pelo trigo em resposta a adubação com fertilizantes organominerais e MAP ( 20 mg P kg<sup>-1</sup>)

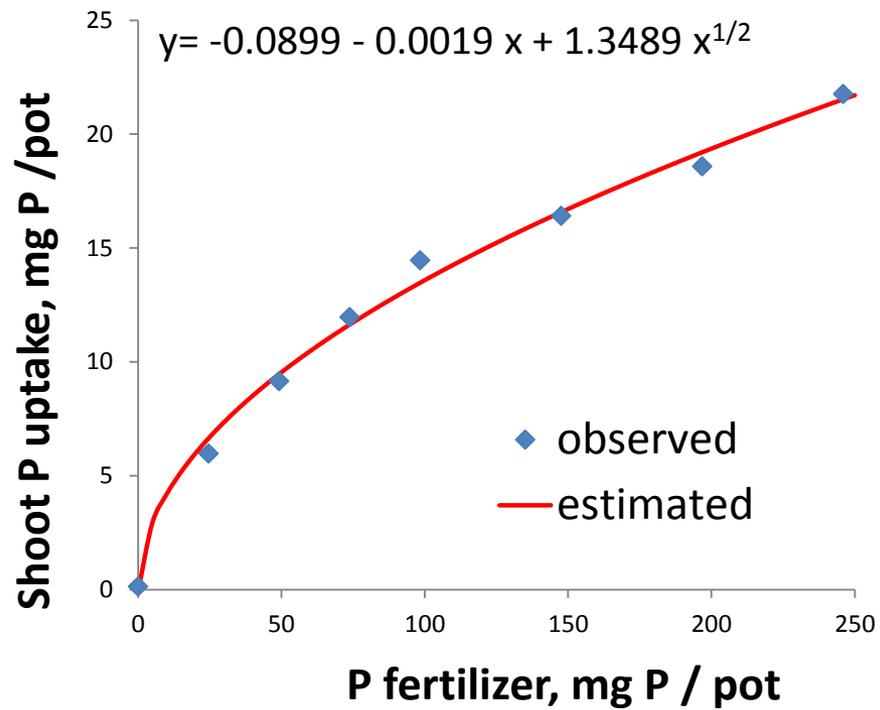
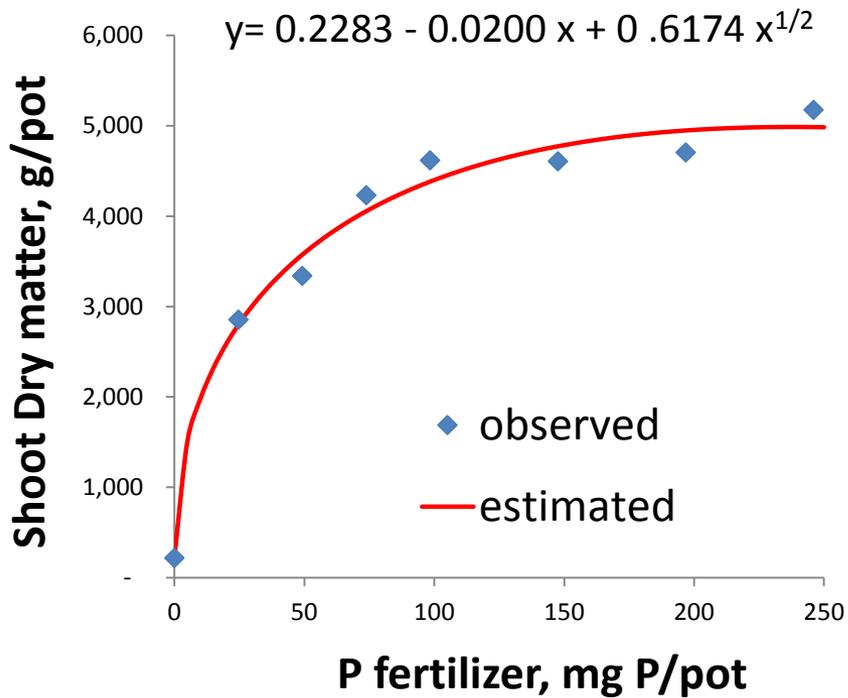


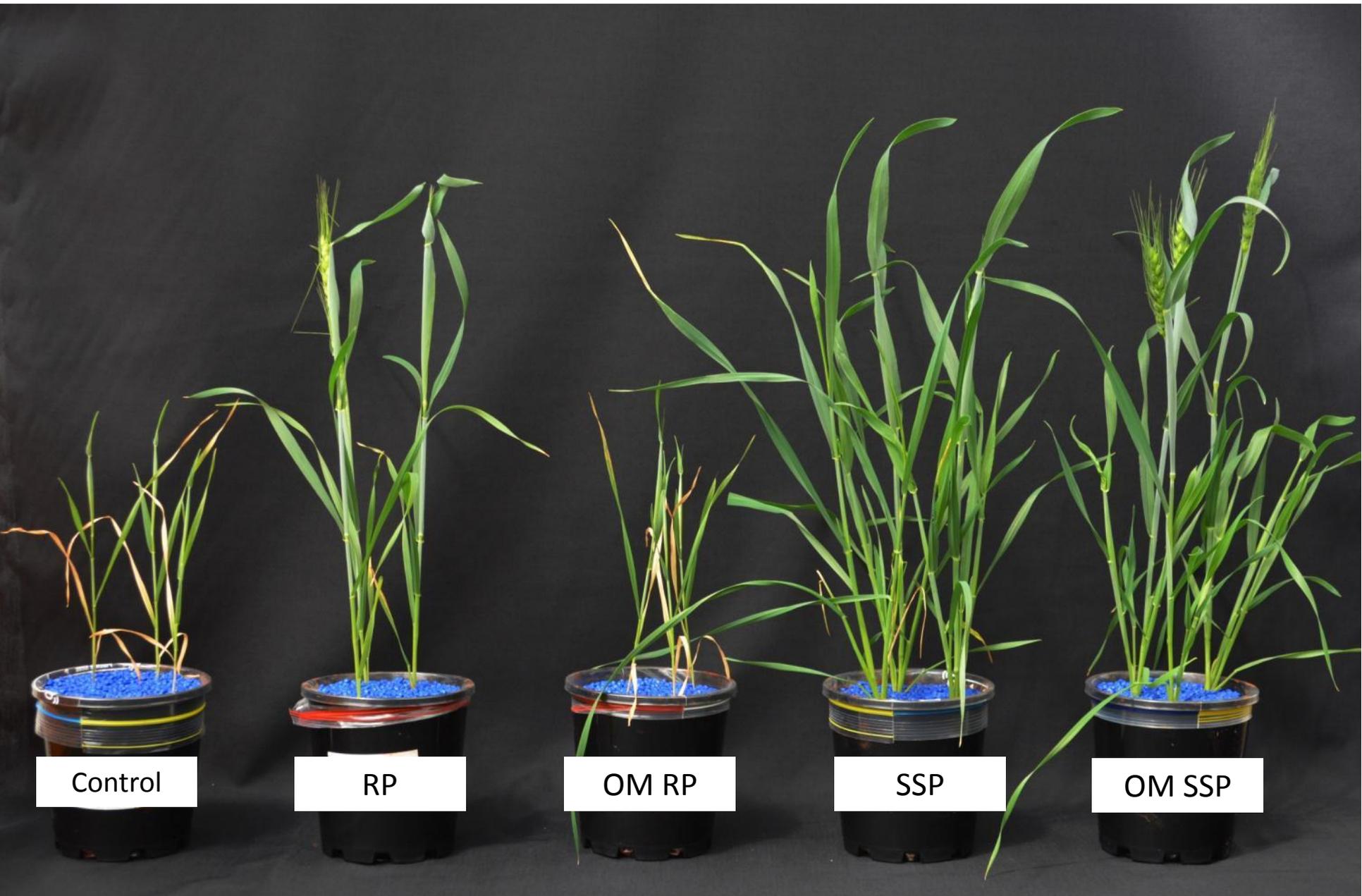
# Avaliação agronômica de novas tecnologias em fertilizantes fosfatados



# Experimentos em casa de vegetação







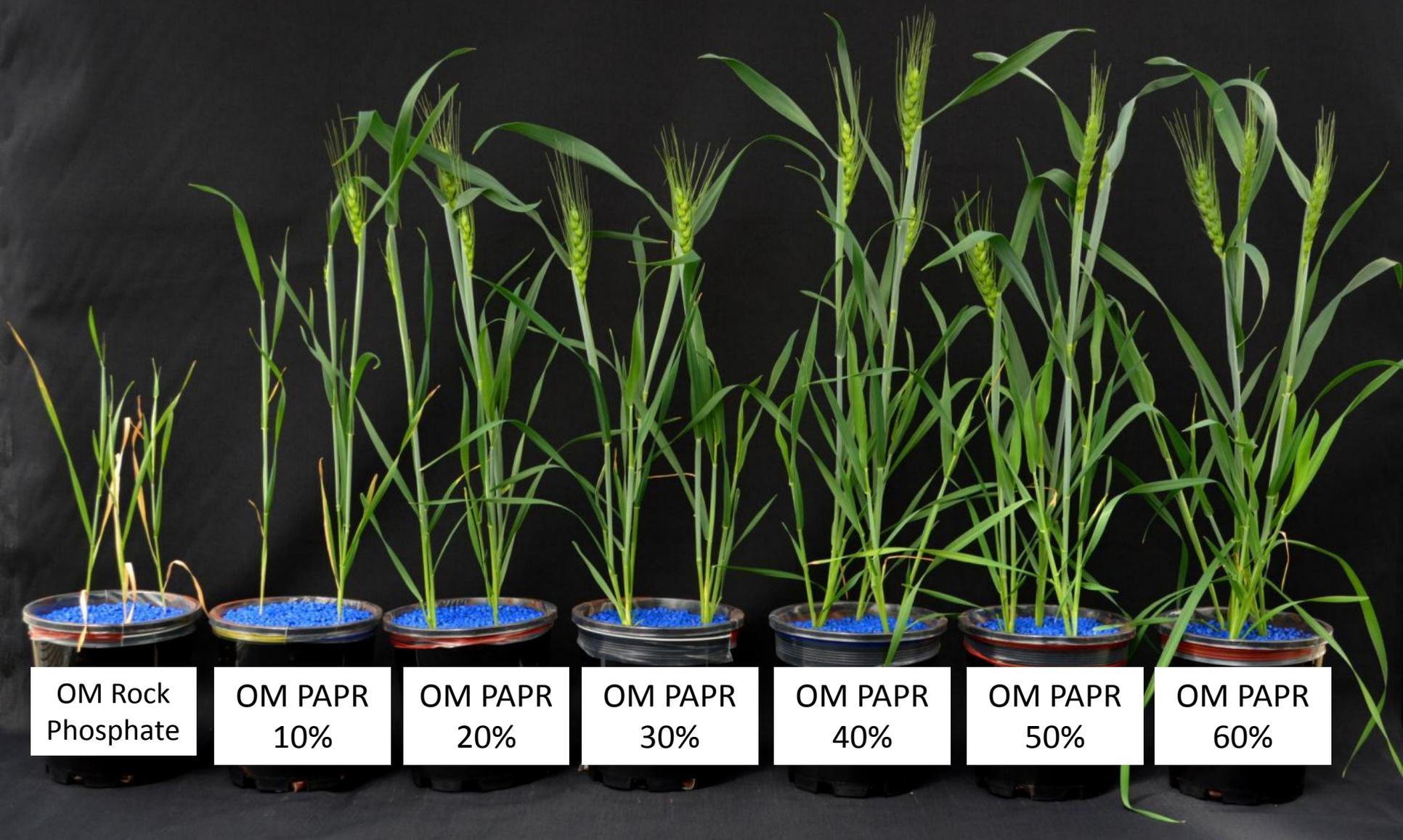
Control

RP

OM RP

SSP

OM SSP



OM Rock  
Phosphate

OM PAGR  
10%

OM PAGR  
20%

OM PAGR  
30%

OM PAGR  
40%

OM PAGR  
50%

OM PAGR  
60%

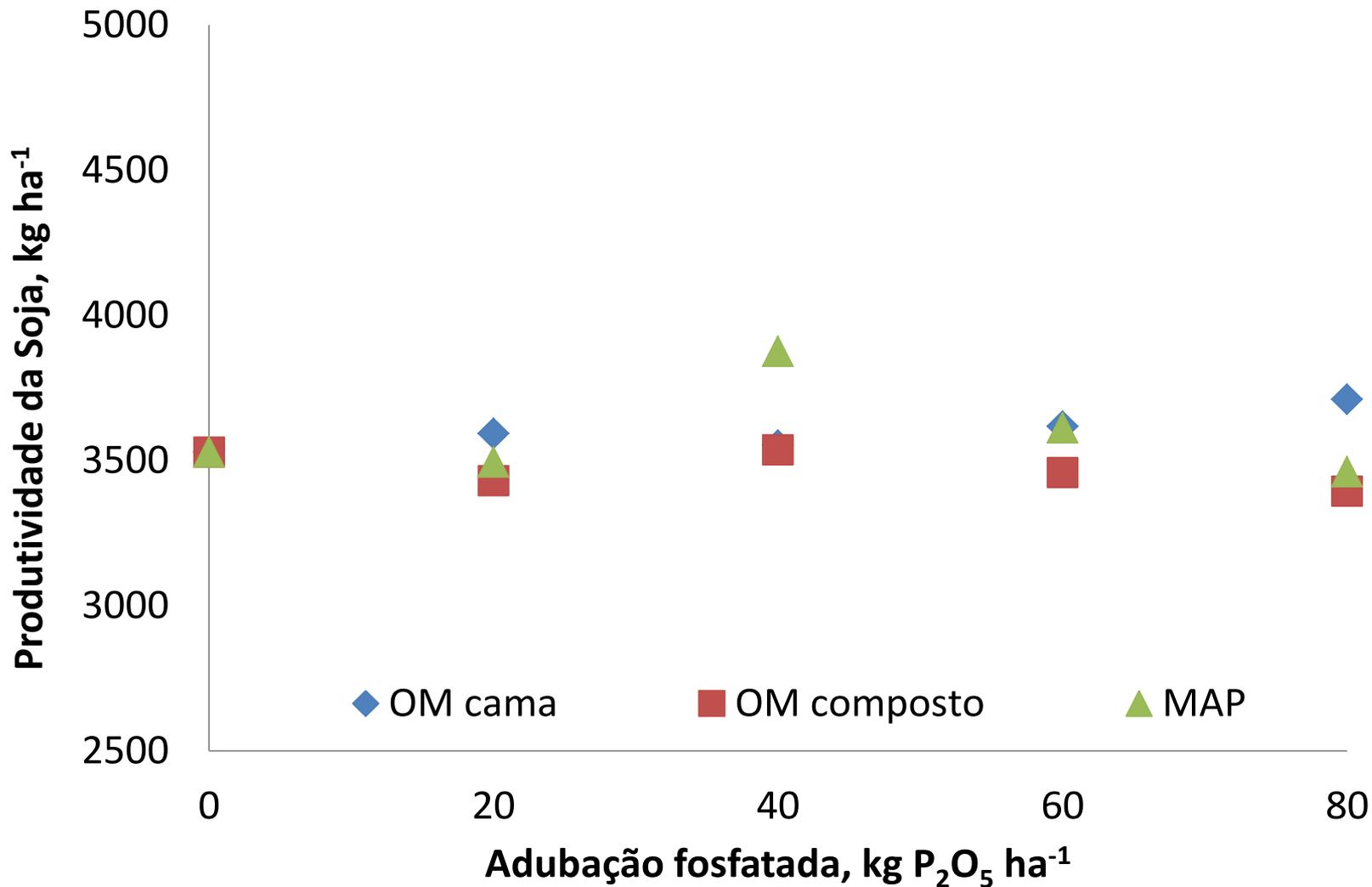


## Experimento 1

Aplicação de fertilizante Organomineral  
em soja sob plantio direto

Rede FertBrasil  
Experimento 1  
Aplicação de fertilizante Organomineral  
em soja sob plantio direto

**2010/2011**



# Obrigado

**Vinicius Benites**

**[vinicius.benites@embrapa.br](mailto:vinicius.benites@embrapa.br)**

**+55 64 996411696**



# P diffusion visualization

No lime

1x LR

2x LR

5x LR

10x LR

50x LR

MAP

TSP

