



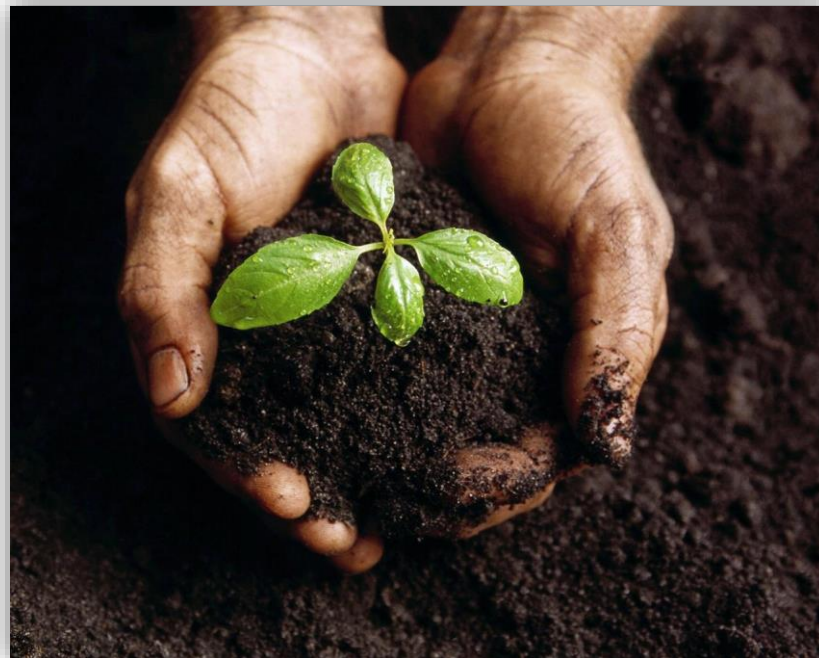
# 7 Inovações Tecnológicas da Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas para Cultivo de Soja no Cerrado

Rafael de Souza Nunes  
Pesquisador - Embrapa Cerrados

*Palestra realizada no dia 08 de agosto de 2017, na 3ª Reunião técnica sobre a parceria Embrapa, Emater e Produtor Rural, em Planaltina, DF*



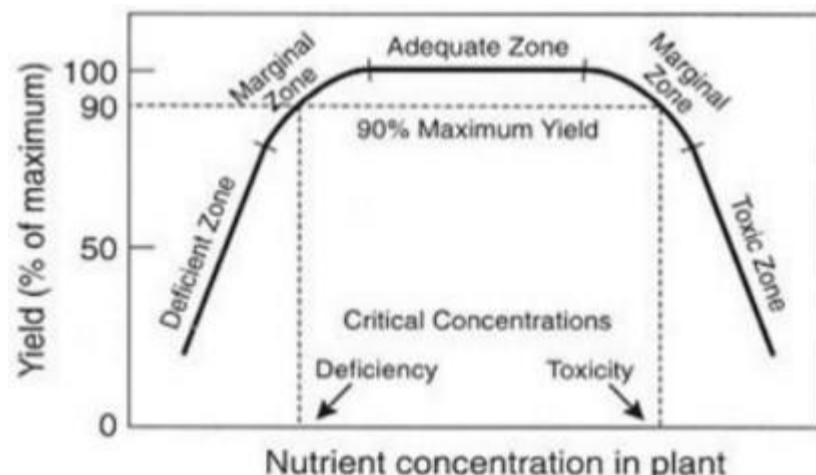
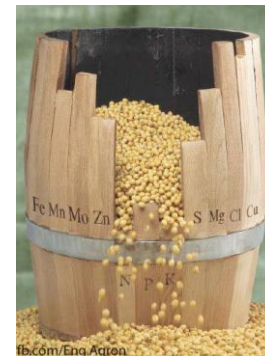
## Redefinição do conceito de Fertilidade do Solo



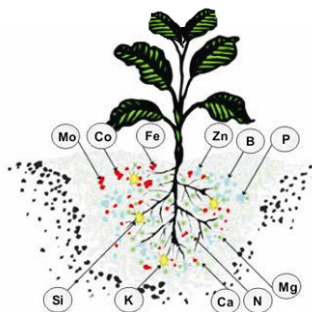
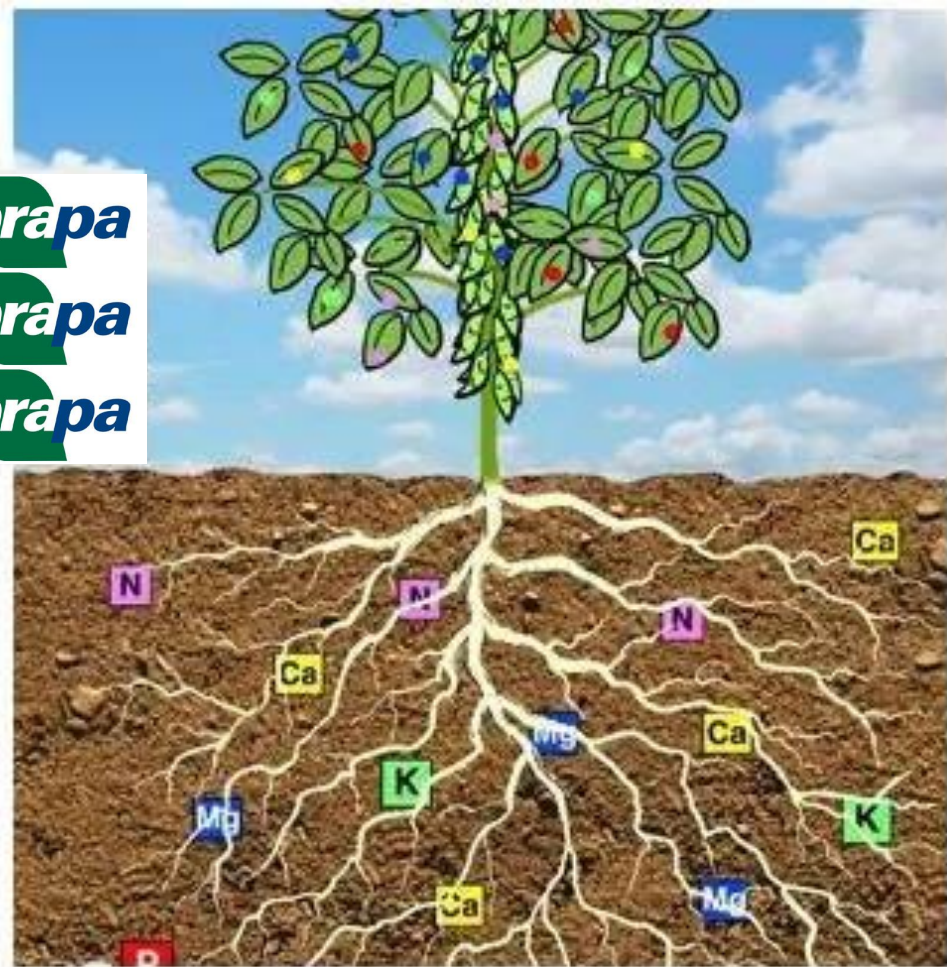
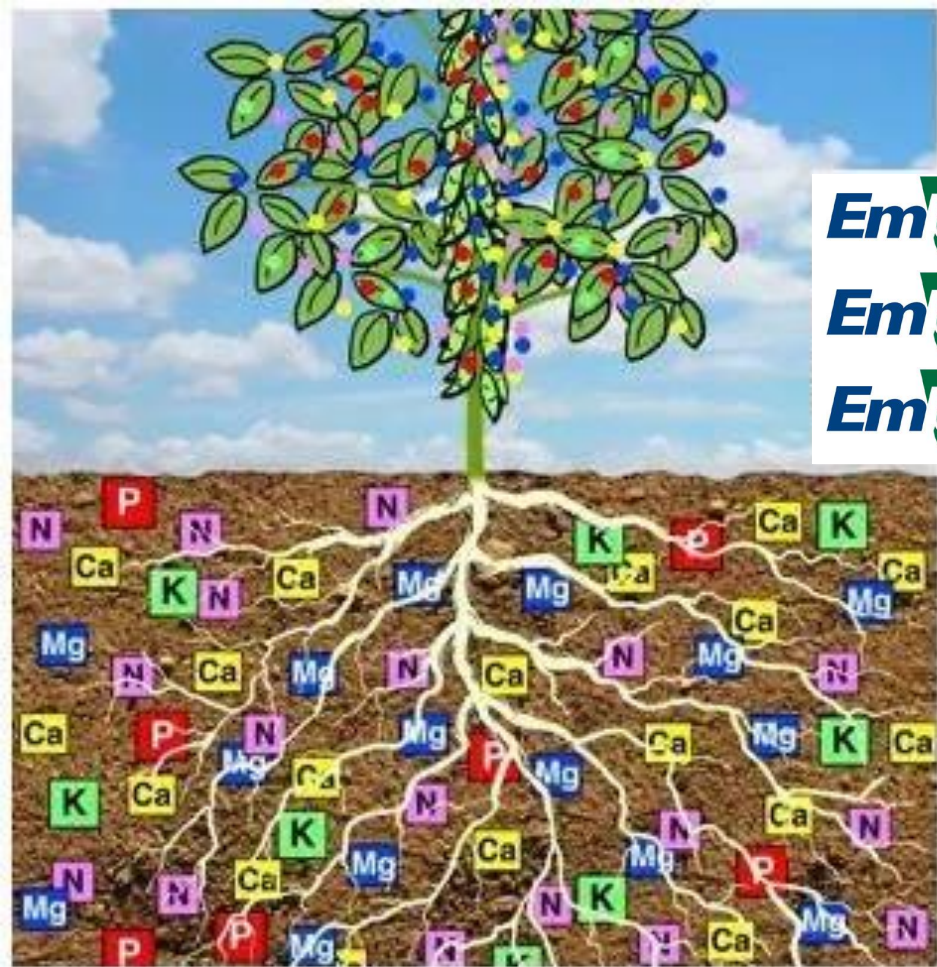
# O que é Fertilidade do Solo?

## 4 Leis da Fertilidade do Solo

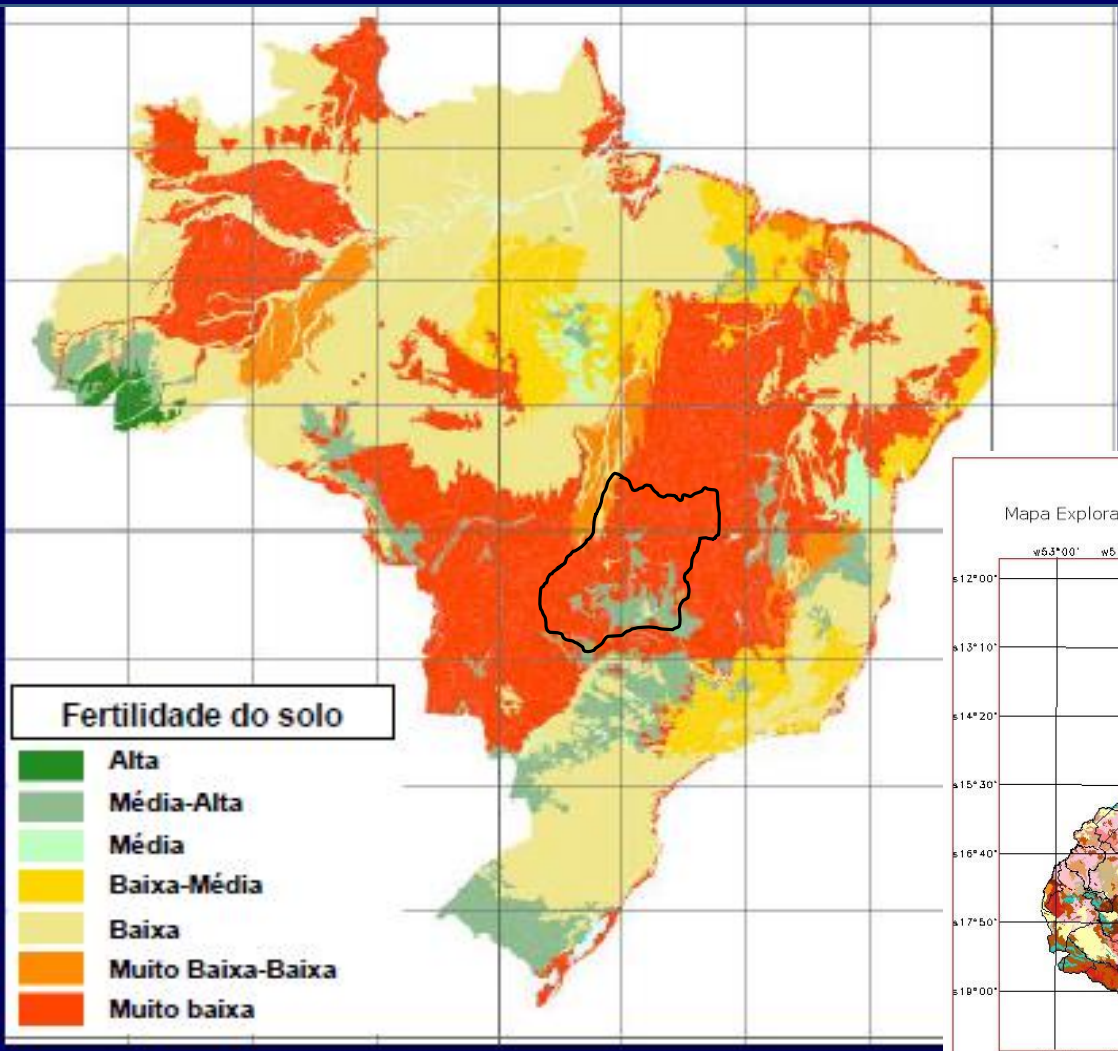
- » **Lei do mínimo** (Liebig, 1943): "A produção de uma planta é limitada pelo nutriente que estiver em menor quantidade no solo, em relação à necessidade da planta, mesmo que os demais nutrientes estejam em quantidades adequadas".
- » **Lei dos acréscimos decrescentes** (Mirchelich, 1905): "Quando se aplicam doses crescentes de um nutriente, o aumento na produção é elevado inicialmente, mas decresce sucessivamente".
- » **Lei do máximo** (Voisin, 1973): "O excesso de um nutriente no solo reduz a eficácia dos demais e pode diminuir a produção das lavouras".
- » **Lei da Restituição:** "Os nutrientes retirados pelas culturas devem ser restituídos ao solo para evitar seu empobrecimento".



*Embrapa*  
*Embrapa*  
*Embrapa*



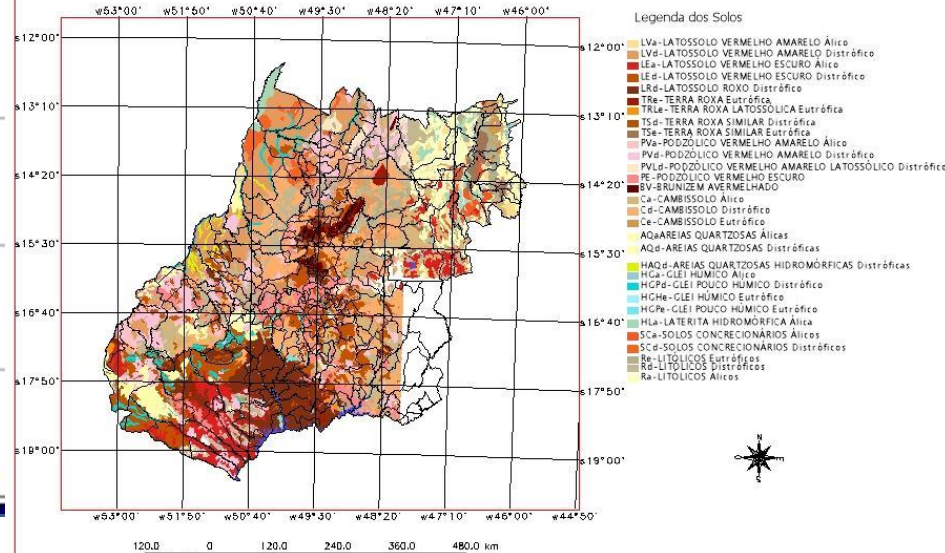
## Mapa de fertilidade dos solos do Brasil



## BRASIL

- » Predomina solos com **baixa a muito baixa** fertilidade natural
- » Deficiências de P, K, V%
- » Acidez (pH e Al)
- » Importância da Calagem e Adubação

Mapa Exploratório dos Solos do Estado de Goiás



# Evolução da Soja no Brasil

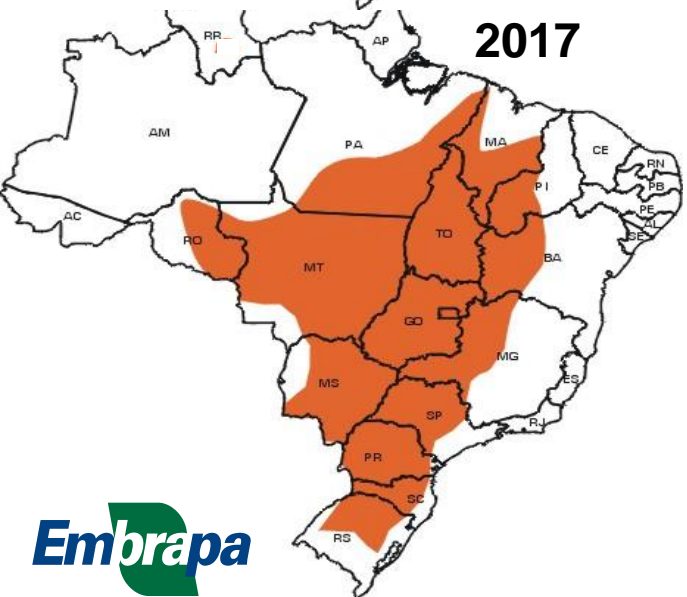
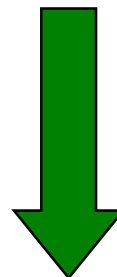


Área  
(1000 ha)

906

Produtividade  
(kg/ha)

1.166



33.889

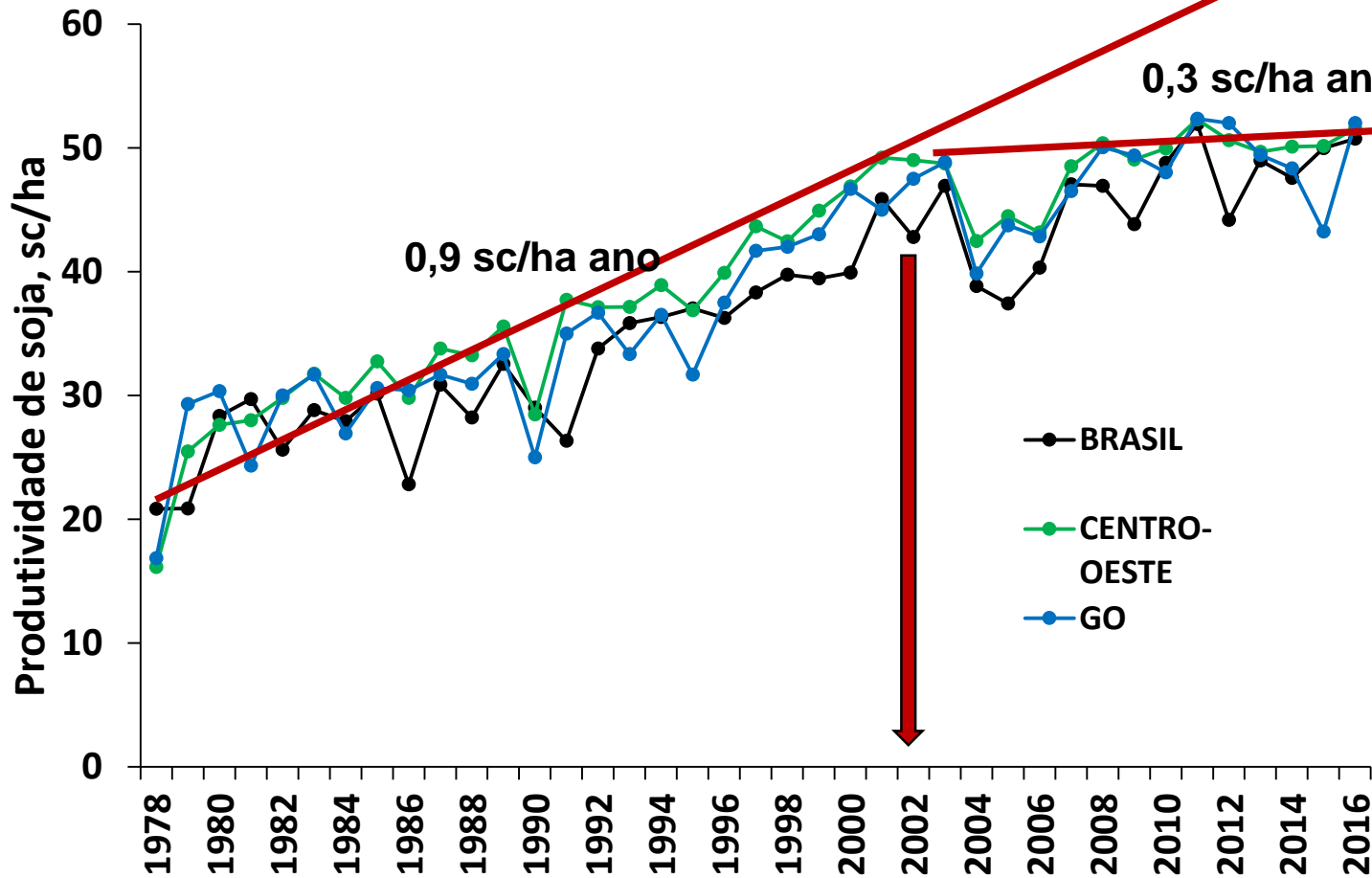
3.362



Melhoramento, **manejo da fertilidade química do solo**, fixação de nitrogênio, controle de pragas e doenças.



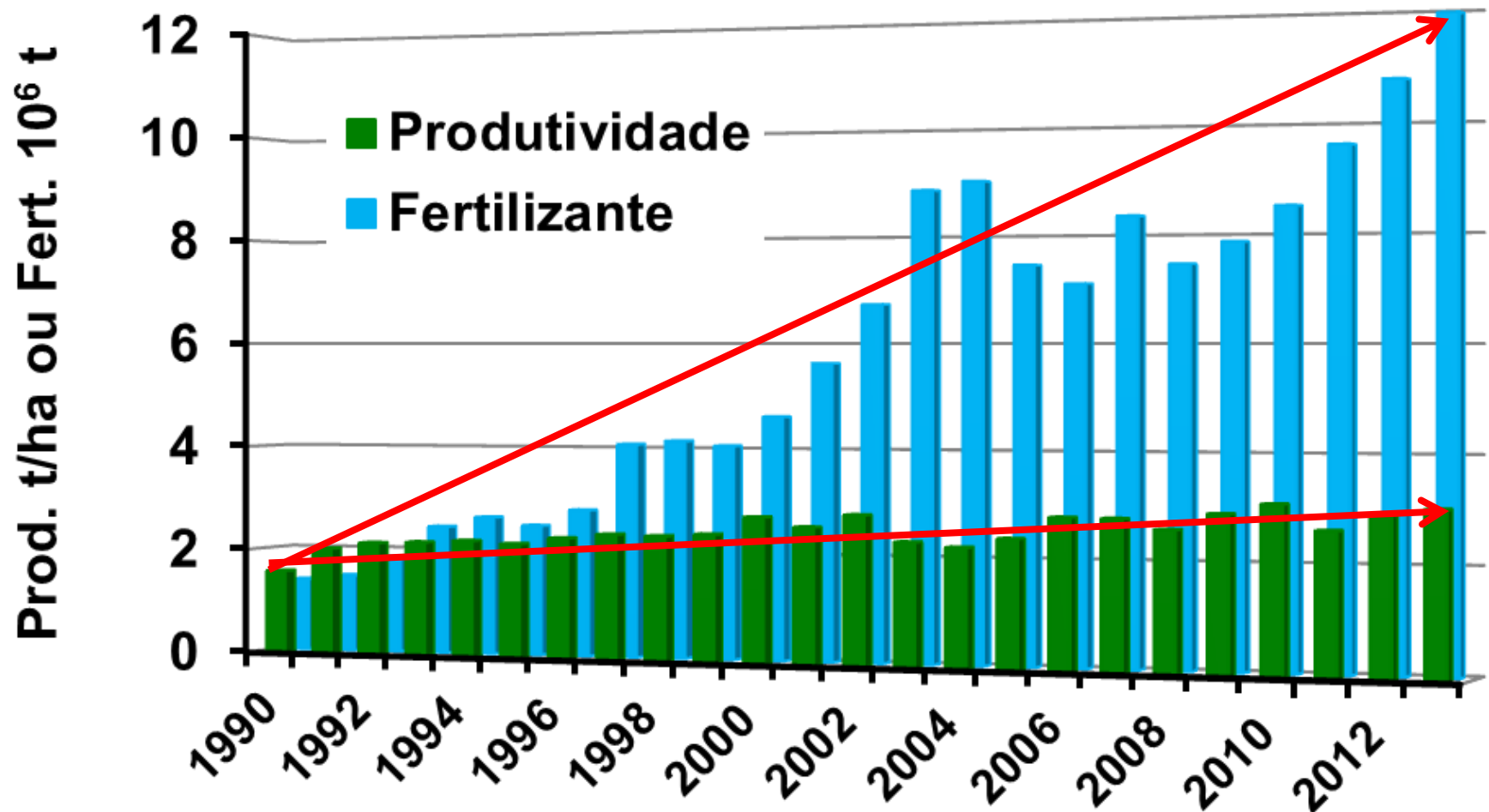
▶▶▶▶ Produtividade estagnada



Nutrição?  
Daninhas?  
Doenças?  
Nematoides?  
Pragas?  
Operacional?



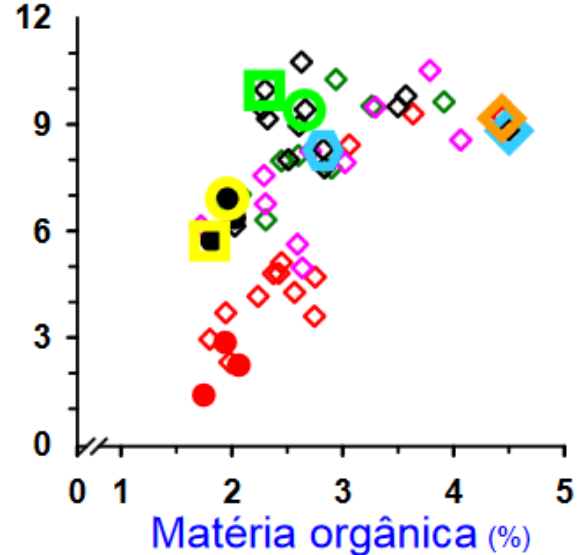
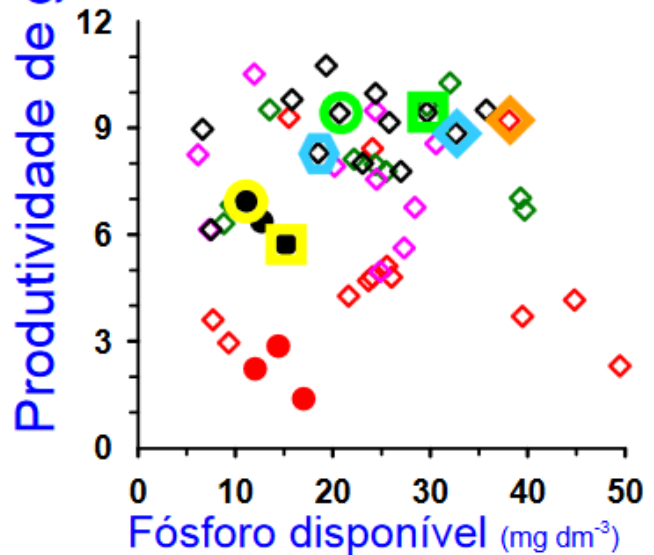
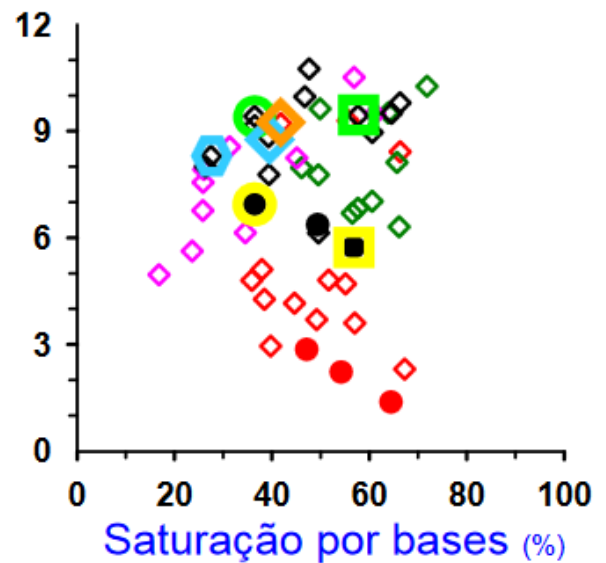
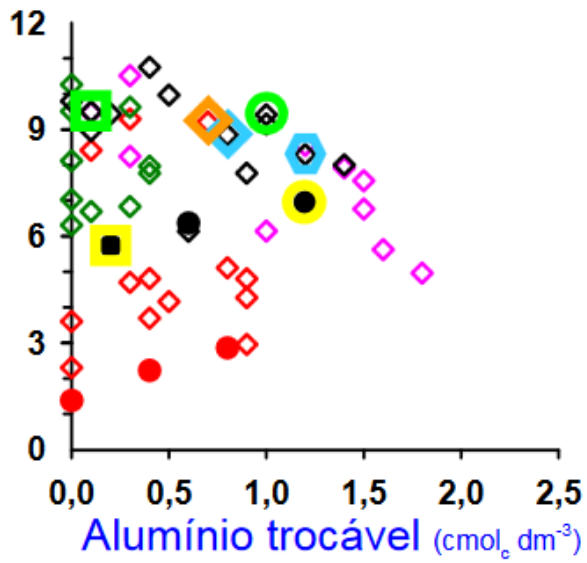
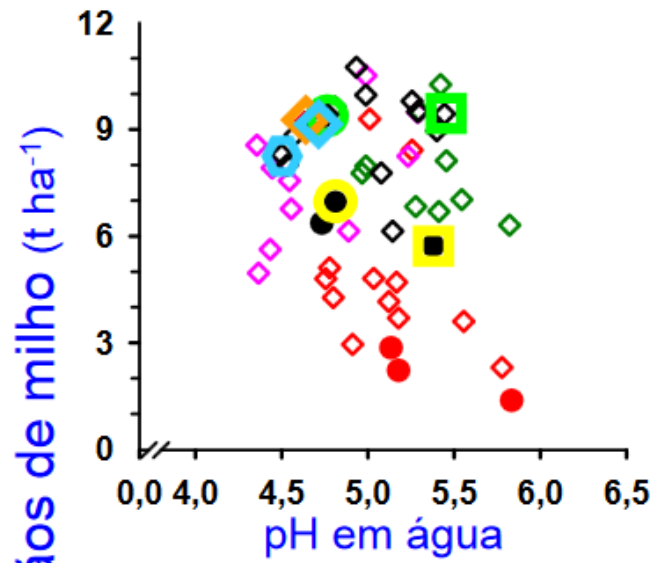
Desafios de produzir mais: 70 sc ha<sup>-1</sup> → 100 sc ha<sup>-1</sup>



Produtividade e consumo de fertilizantes da cultura da soja no Brasil



# O que é Fertilidade do Solo?



**CONCEITO  
MINERALISTA É  
INSUFICIENTE!**

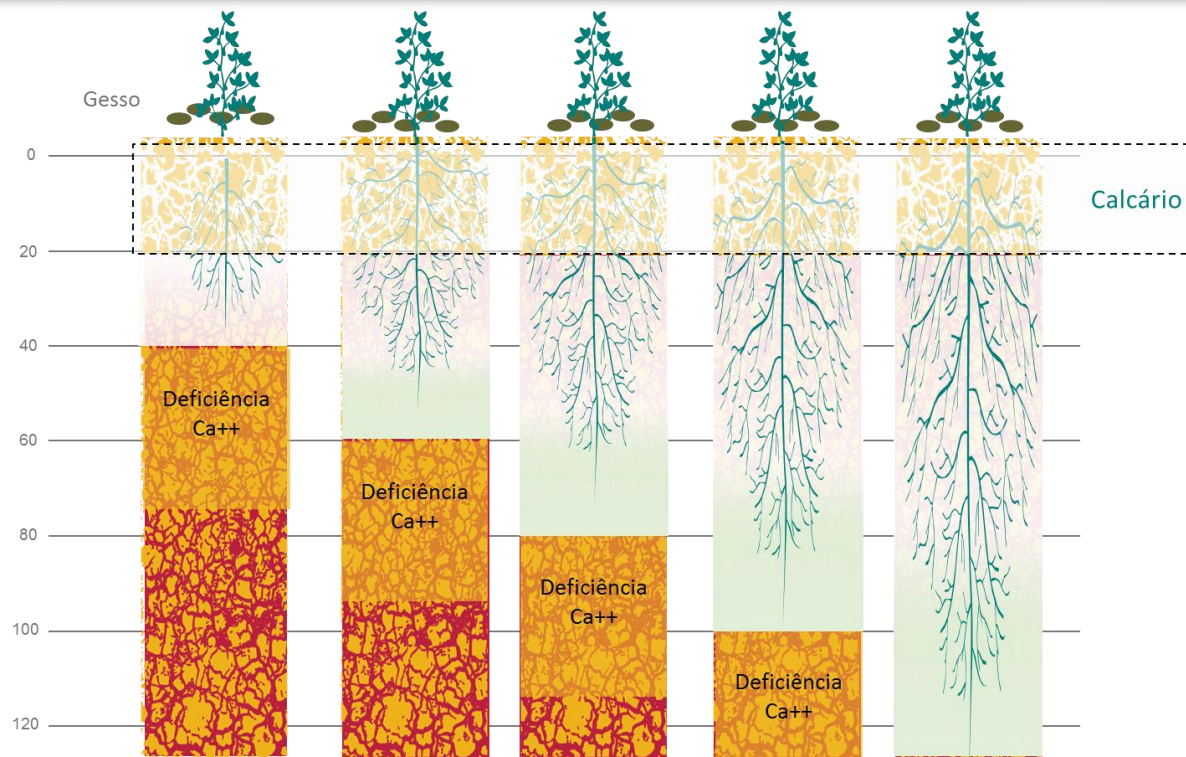
# O que é Fertilidade do Solo?

- Segundo o *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*, **Fertilidade** é o termo empregado para categorizar a capacidade ou facilidade de se **gerar, abrigar ou multiplicar** algo, em geral, a **vida**.



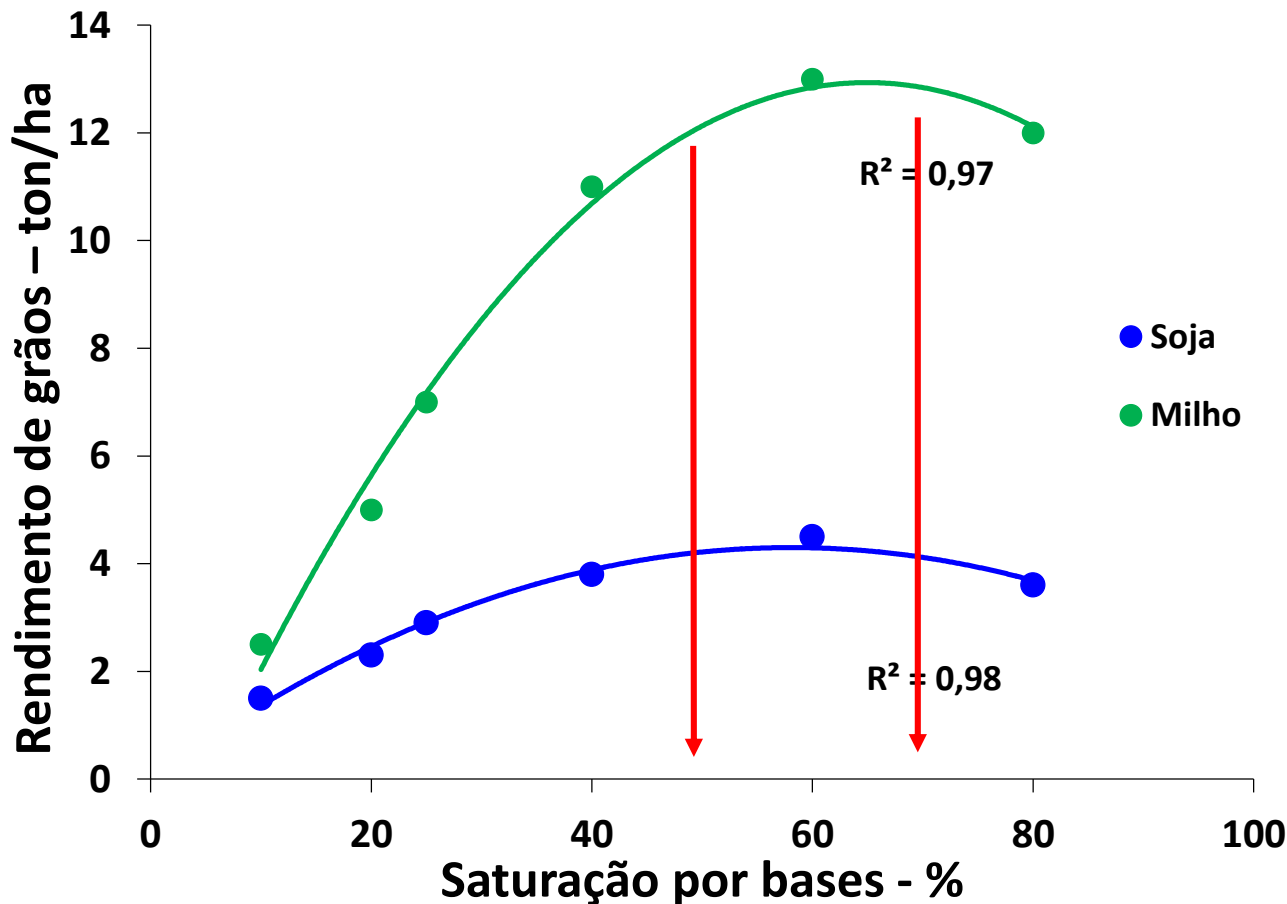
**Fertilidade do Solo = Vida do Solo**

## Melhoria do ambiente químico para o desenvolvimento radicular



# Correção da acidez do solo: Calagem

Correção do pH, fornecimento de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  e neutralização do  $\text{Al}^{3+}$ , aumento da CTC, atividade microbiológica - corrige até 20 cm



## »»»» Calagem na cultura da soja

Fonte: Sousa et al. (2007)

»»» Saturação por bases = 15%

»»» Adubação: 400 kg/ha de 0-20-20

Calcário	Rend. de Grãos	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O absorvido	Eficiência de uso do fert.
t/ha	sc/ha	Kg/ha	%
0	30	50	31
4	66	100	63
8	50	84	52

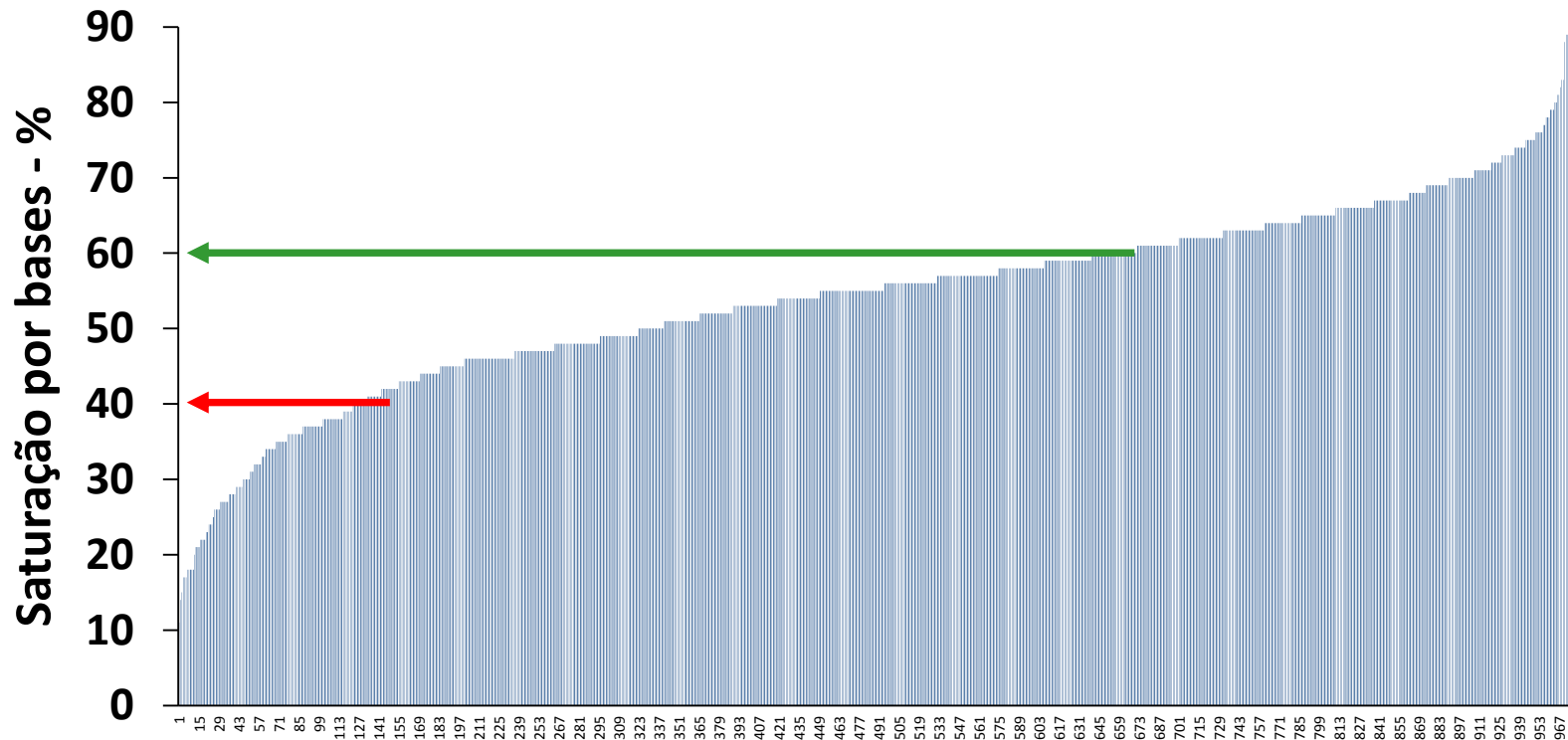


## 1.000 amostras de solo de GO

13 % das amostras  $\Rightarrow V < 40 \%$

56 % das amostras  $\Rightarrow V 40-60 \%$

31 % das amostras  $\Rightarrow V > 60 \%$





Área novo dono



Área antigo dono



Fonte: Márcio Veronese, Fundação MT/PMA (2012)

Fonte: Haroldo Hoogerheide, Fundação MT (2010).

**COM CALCÁRIO**

**20 cm**

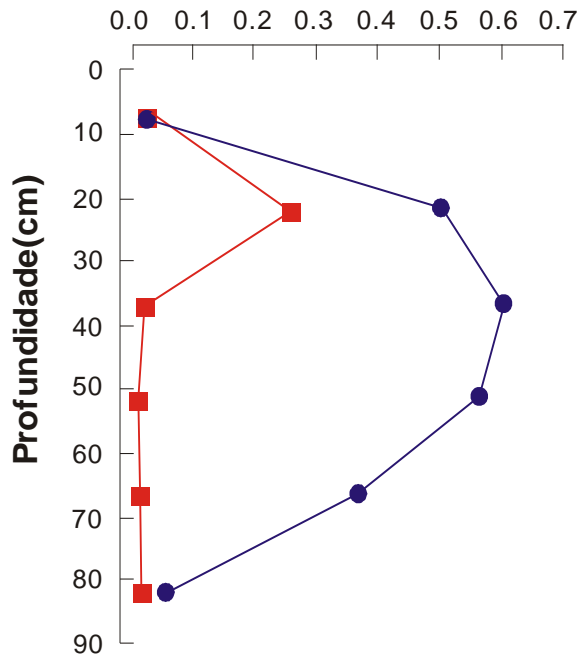
A cross-section of soil showing a dense network of white roots. A red bracket on the right side of the image indicates a 20 cm layer. A thick red horizontal line is drawn across the soil profile, positioned below the 20 cm layer. The soil is dark brown, and the roots are numerous and interconnected.



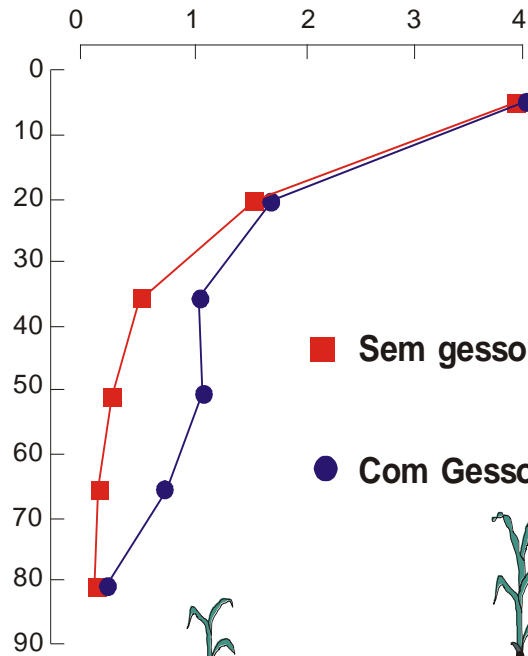
# Correção da acidez do solo: Gessagem

Fornecimento de  $\text{Ca}^{2+}$  e S, movimentação de  $\text{Mg}^{2+}$  e neutralização do  $\text{Al}^{3+}$  - corrige abaixo de 20 cm

$\text{SO}_4^-$  (me/100g)



Ca + Mg (me/100g)



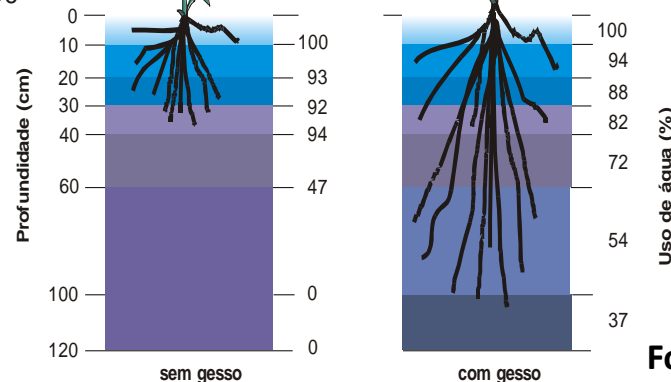
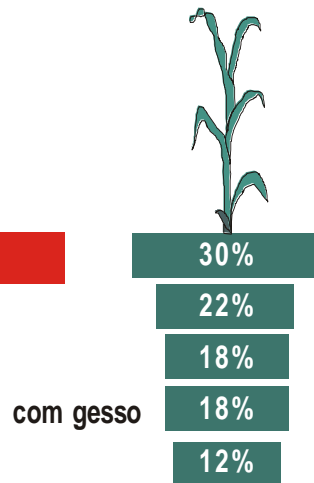
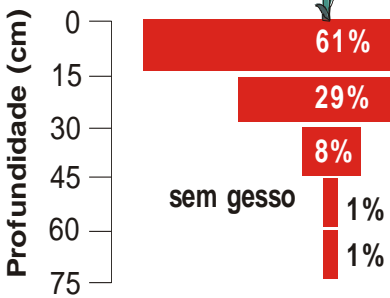
Ca ( $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ )

menor 0,5

Al - m (%)

maior 20

Gesso (kg/ha) =  
50-100 x % argila



# Correção da acidez do solo: Gessagem

▶▶▶▶ Gessagem em culturas anuais

17 cultivos (12 anos) em SPD

**Ganhos médios de 57% (23 a 151%)**

**SEQUEIRO**

Gesso	Soja	Milho	Algodão	Soja precoce	Milho 2° safra
----- t/ha -----					
Sem	3,3	9,5	3,0	2,5	6,9
Nutriente	3,8	12,7	4,8	3,5	8,2
Perfil 60 cm	4,0	13,5	5,9	4,0	9,2
Ganho Nutr.	68%	82%	63%	66%	58%
Ganho Perfil	32%	18%	37%	34%	42%

# Embrapa Correção da acidez do solo: Gessagem

▶▶▶▶ Algodão (cv. Delta Opal) Sequeiro – março de 2006

**SEM GESSO**



**3 t/ha DE GESSO**



**N +113 %**

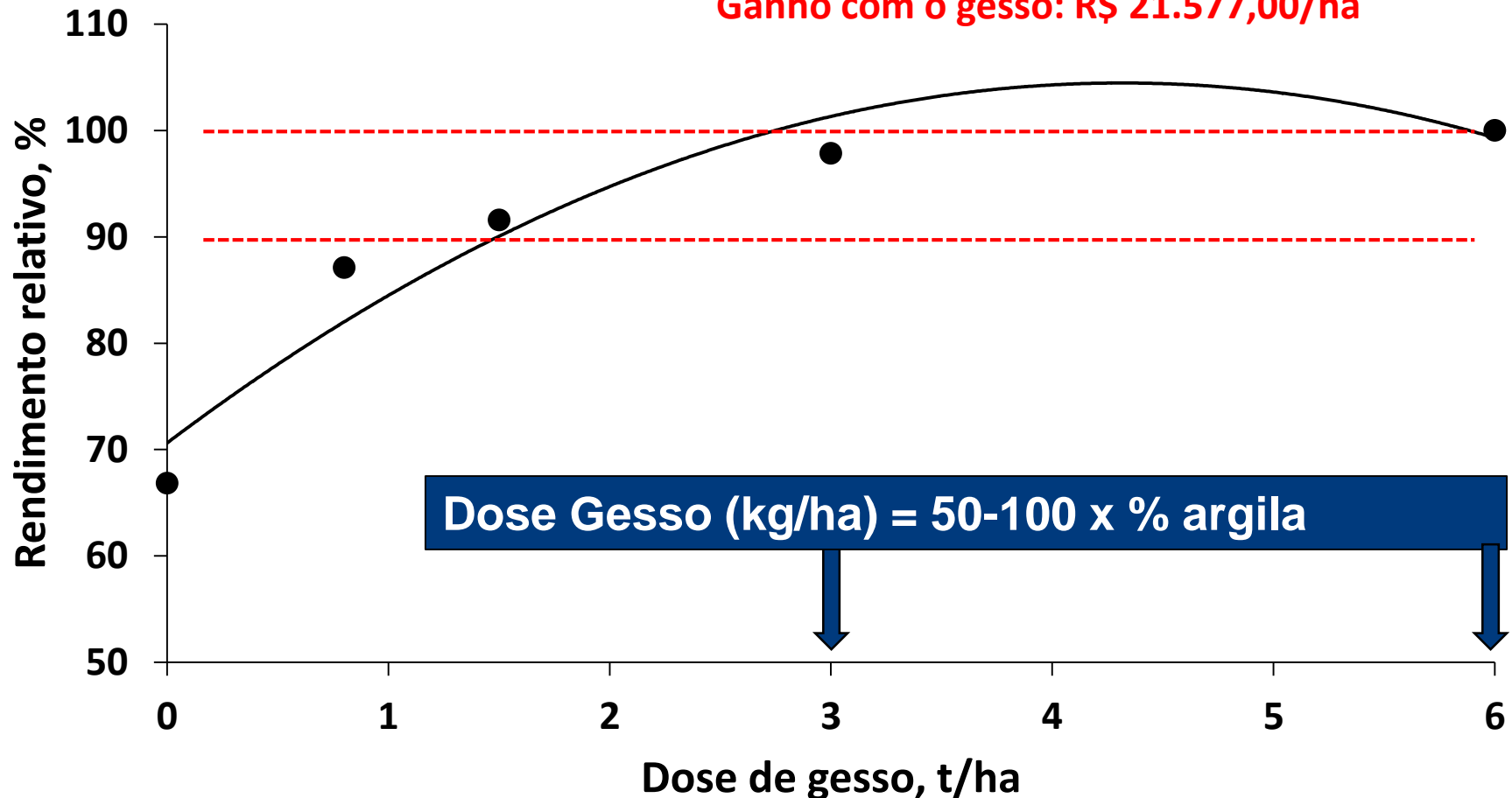
**P +77 %**

**K +94 %**

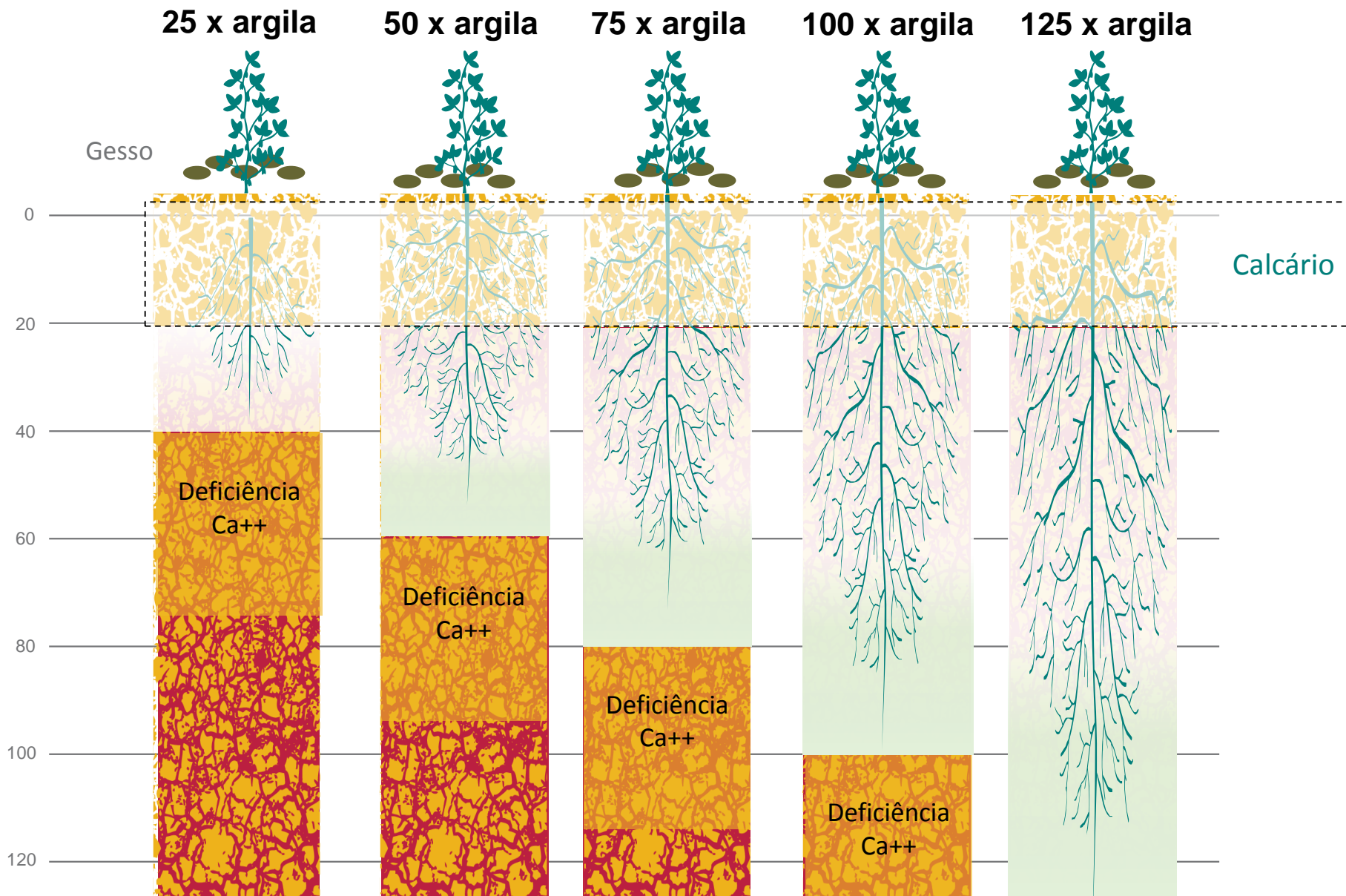
**S +106 %**

▶▶▶▶ Acumulado de 17 cultivos (2005-2017)

+ 57% na dose recomendada (3 t/ha)  
**Ganho com o gesso: R\$ 21.577,00/ha**



# Fator 25 para cada 20 cm de profundidade



## Manejo adequado da adubação fosfatada



Right  
Source



Right  
Rate



Right  
Time



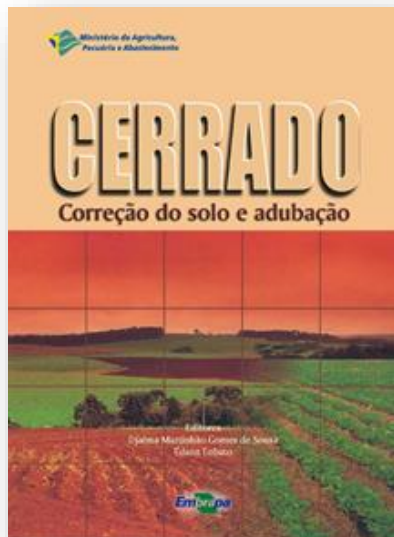
Right  
Place



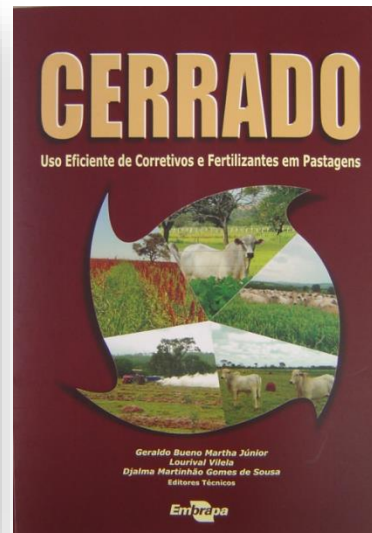
nutrient  
stewardship

# Necessidade de aprimoramento constante da recomendação, com enfoque em práticas que promovam maior eficiência de uso do P

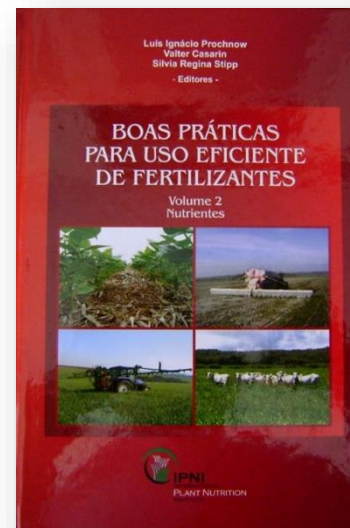
2002



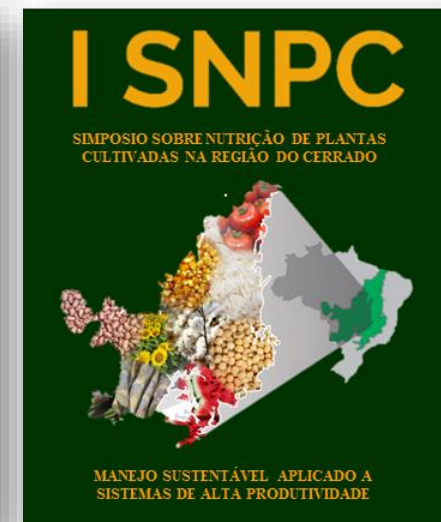
2007



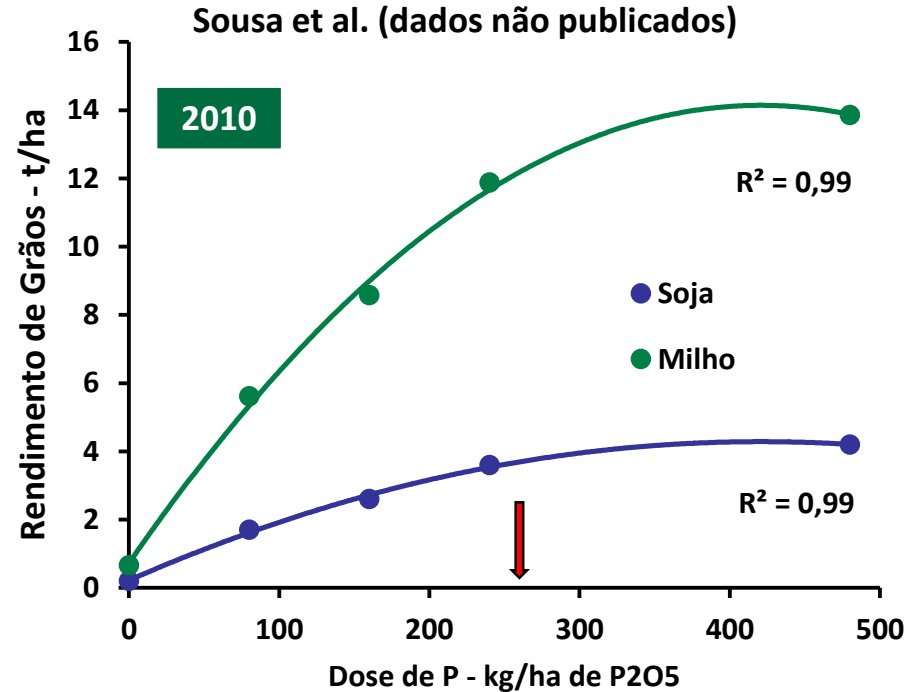
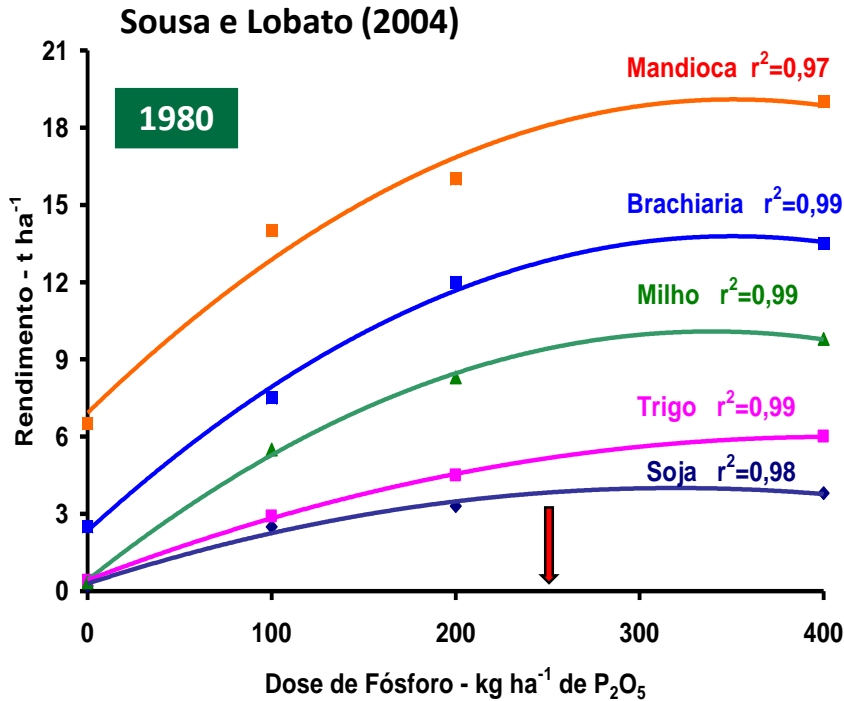
2010



2016



▶▶▶▶ O nível crítico para culturas anuais continua **o mesmo**



## Teor de P no solo pela resina (mg dm<sup>-3</sup>)

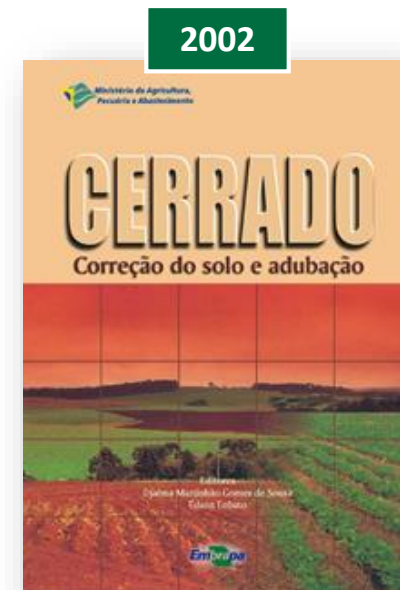
Muito baixo (0-40%)	Baixo (41-60%)	Médio (61-80%)	Adequado (81-90%)	Alto (91-100%)	Muito alto (100%)
0 a 5	6 a 8	9 a 14	<b>15 a 20</b>	21 a 35	>35



# Adubação fosfatada corretiva: Tabelas

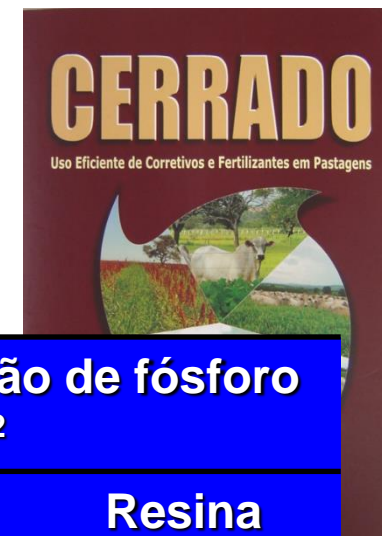
Teor de argila (%)	Disponibilidade de P no solo					
	Muito baixo	Baixo	Médio	Muito baixo	Baixo	Médio
< 15	60	30	15	90	45	20
16 a 35	100	50	25	150	75	40
36 a 60	200	100	50	300	150	75
> 60	280	140	70	420	210	105

Teor de argila (%)	Disponibilidade de P no solo		
	Muito baixo	Baixo	Médio
Sequeiro	<b>4</b> x argila	<b>2</b> x argila	<b>1</b> x argila
Irrigado	<b>6</b> x argila	<b>3</b> x argila	<b>1,5</b> x argila



# Adubação fosfatada corretiva: Cap. Tampão

2007



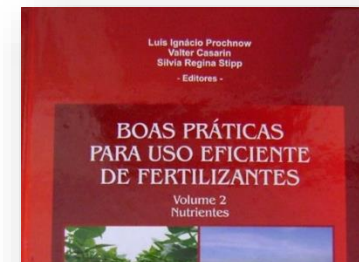
Teor de argila	Nível crítico de fósforo para o sistema de sequeiro <sup>1</sup>		Capacidade tampão de fósforo (CT) <sup>2</sup>	
	Mehlich 1	Resina	Mehlich 1	Resina
%	-----mg/dm <sup>3</sup> -----		(kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)/(mg/dm <sup>3</sup> de P)	
≤ 15	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
16 a 35	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
36 a 60	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>14</b>
>60	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>70</b>	<b>19</b>

<sup>1</sup> Para obtenção do nível crítico de fósforo no sistema irrigado multiplicar por 1,4 os valores do sistema de sequeiro.

<sup>2</sup> Dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel para elevar o teor de P no solo em 1 mg/dm<sup>3</sup>, com base em amostra da camada de 0 a 20 cm.

# Adubação fosfatada corretiva: Cap. Tampão

2010



Teor de argila	Nível crítico de P para sequeiro <sup>1</sup>		Capacidade tampão de P (CT) <sup>2</sup>	
	Mehlich 1	Resina	Mehlich 1	Resina
%	-----mg/dm <sup>3</sup> -----		(kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)/(mg/dm <sup>3</sup> de P)	
<b>10-15</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>16-25</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>26-35</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>36-45</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>12</b>
<b>46-55</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>26</b>	<b>15</b>
<b>56-65</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>42</b>	<b>17</b>
<b>66-70</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>70</b>	<b>19</b>

<sup>1</sup> Para obtenção do nível crítico de fósforo no sistema irrigado (90% do potencial produtivo) multiplicar por 1,4 os valores de nível crítico do sistema de sequeiro.

<sup>2</sup> Dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel para elevar o teor de P no solo em 1 mg/dm<sup>3</sup>, com base em amostra da camada de 0 a 20 cm.

# Adubação corretiva utilizando funções

**Método de Mehlich-1, 90% da produtividade potencial das culturas**

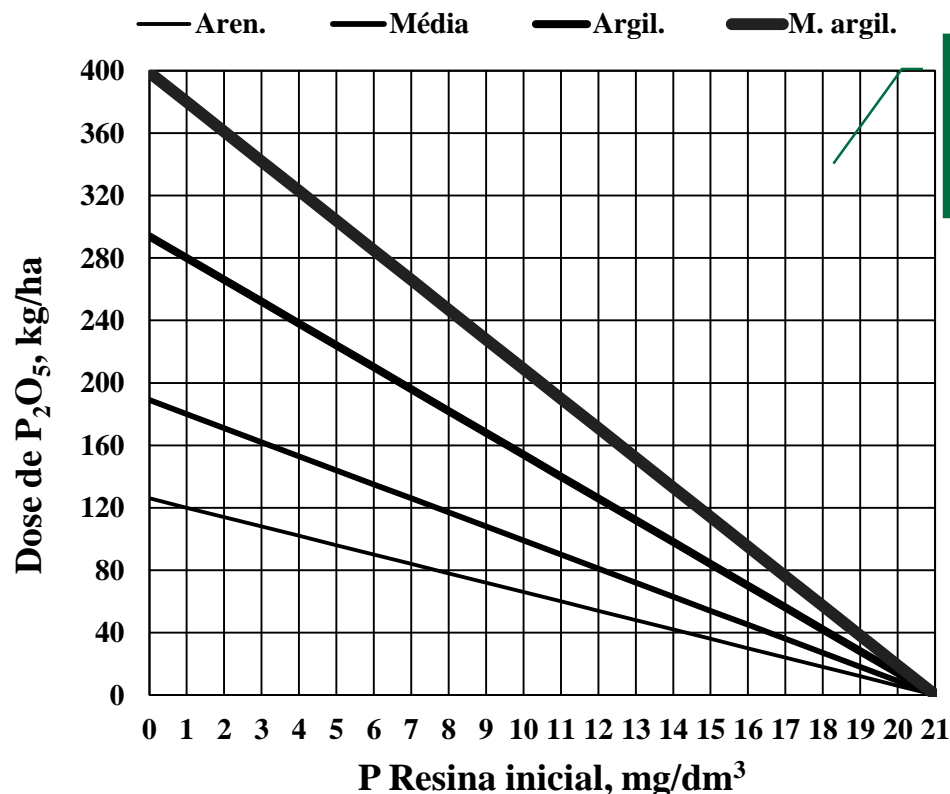
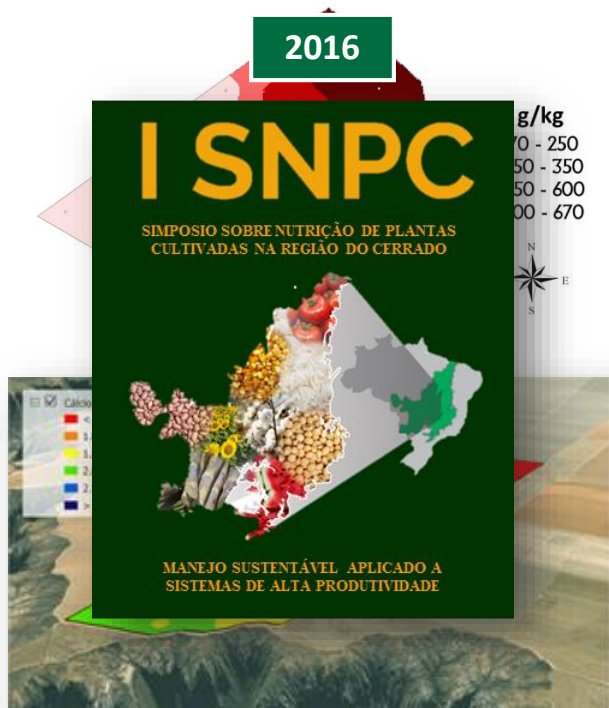
Dose de fósforo ( $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) =  $[(32 - 0,4 \times \text{argila } \%) - \text{Teor atual de fósforo}] \times (2,43 \times e^{0,0483 \text{ argila } \%})$

**Método da resina, 90% da produtividade potencial das culturas**

Dose de fósforo ( $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) =  $(21 - \text{Teor atual de fósforo}) \times (4,6 + 0,21 \times \text{argila } \%)$

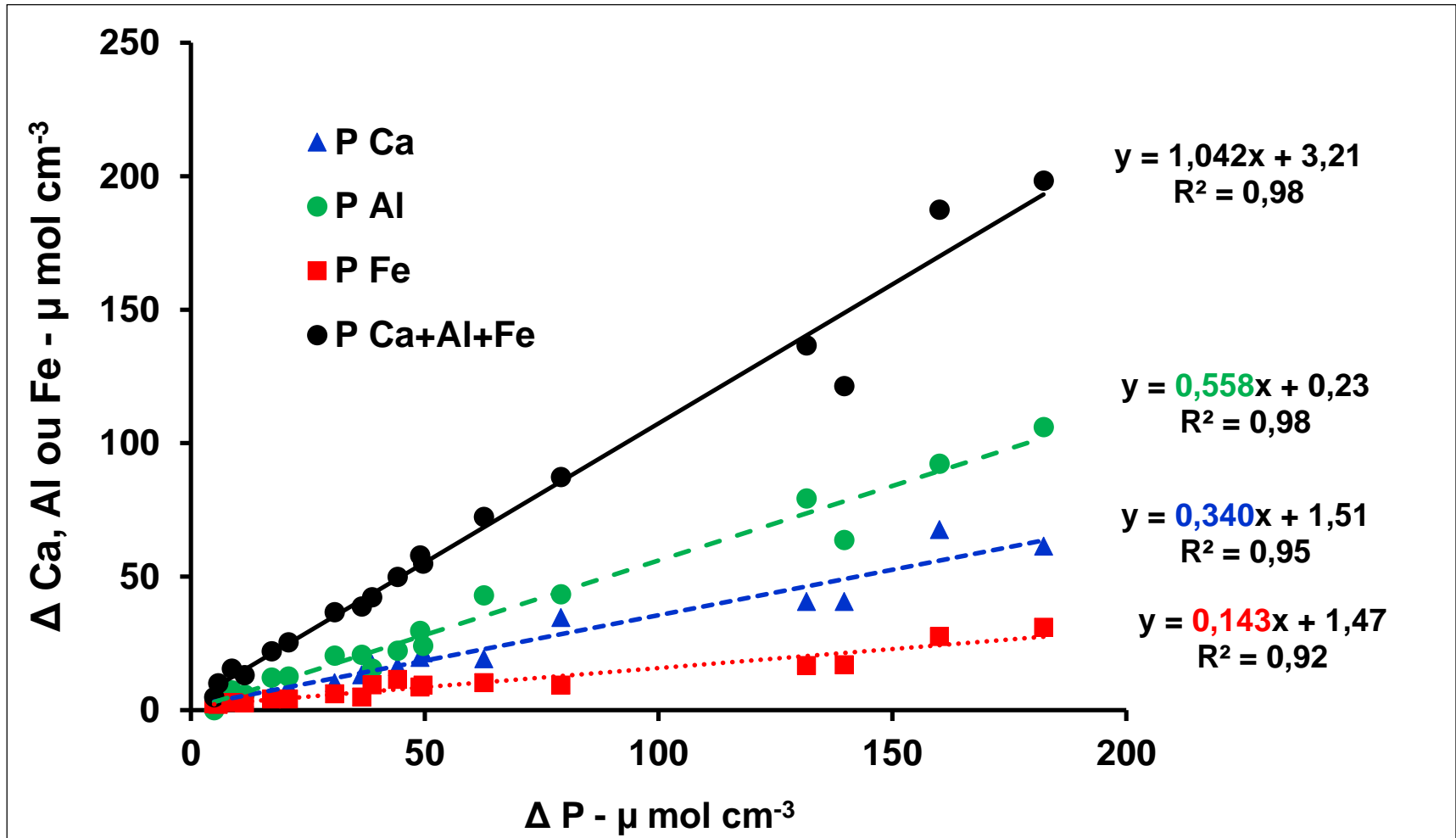
Argila (g/kg)

2016



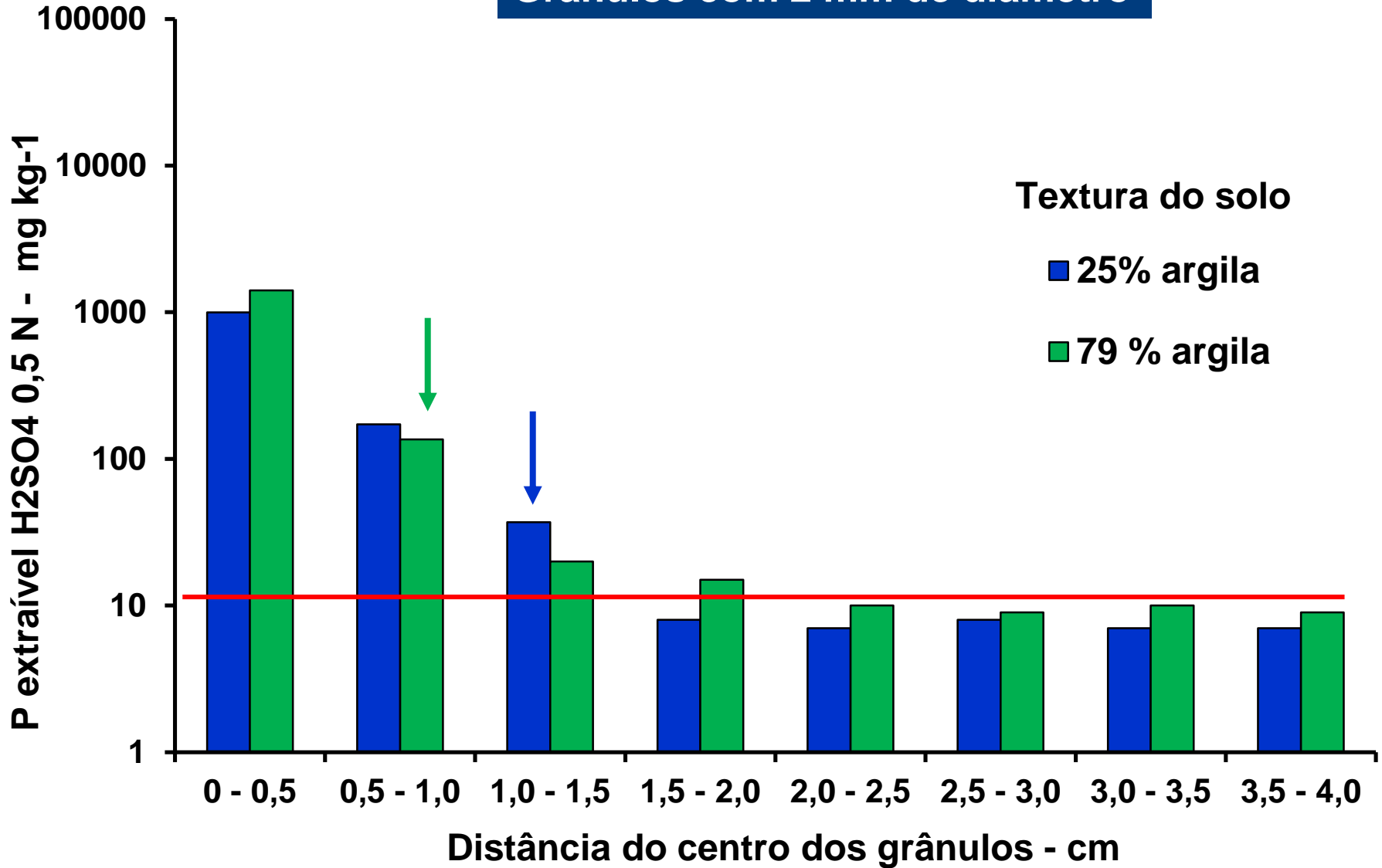
Volume ocupado 15%

Grânulos de ST com 5,66-6,35 mm de diâmetro dos anéis 5-10, 10-15 e 15-20 mm



# Reações do P no solo

Grânulos com 2 mm de diâmetro



LV argiloso - teor de P extraível muito baixo - ST - SPC - Cultura Soja

Dose de P kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Modo de aplicação	
	Sulco	Lanço
0	0,20	0,20
50	1,40 (2,8%)	1,20 (2,0%)
100	1,75 (2,8%)	1,80 (3,9%)
150	1,85 (2,8%)	2,40 (5,9%)
300	-	3,60 (12%)

----- t ha<sup>-1</sup> -----

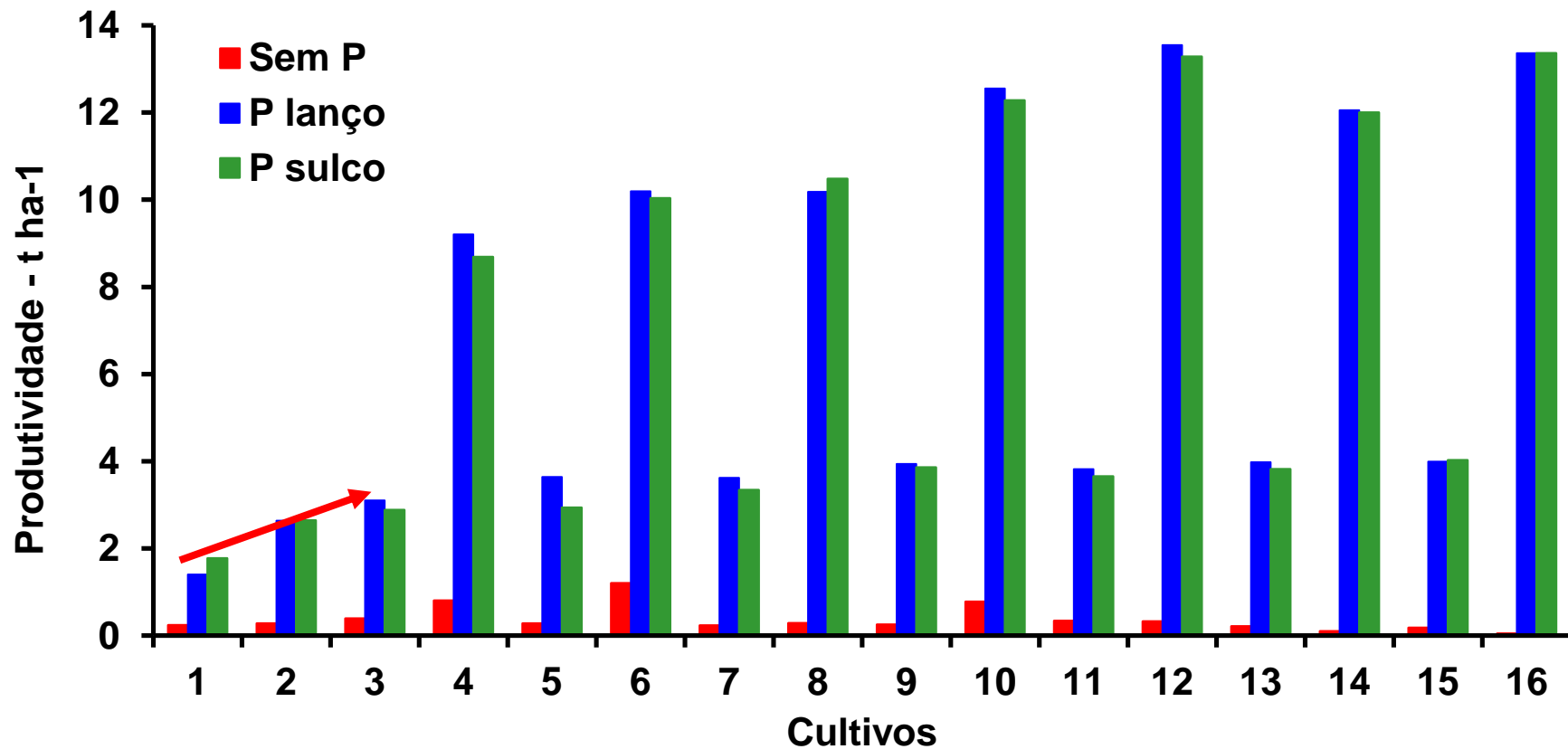
**Volume do solo ocupado 0-20 cm**

Fonte: Sousa (dados não publicados).

**100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 1.880 pontos/m<sup>2</sup>**  
**1 cm de raio - 59% da superfície do solo ocupada**

Teor inicial de P  **muito baixo** (1 mg/dm<sup>3</sup>)

Adubação anual: 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (ST)



Soma dos 16 anos

Lanço: 111,2 t ha<sup>-1</sup>

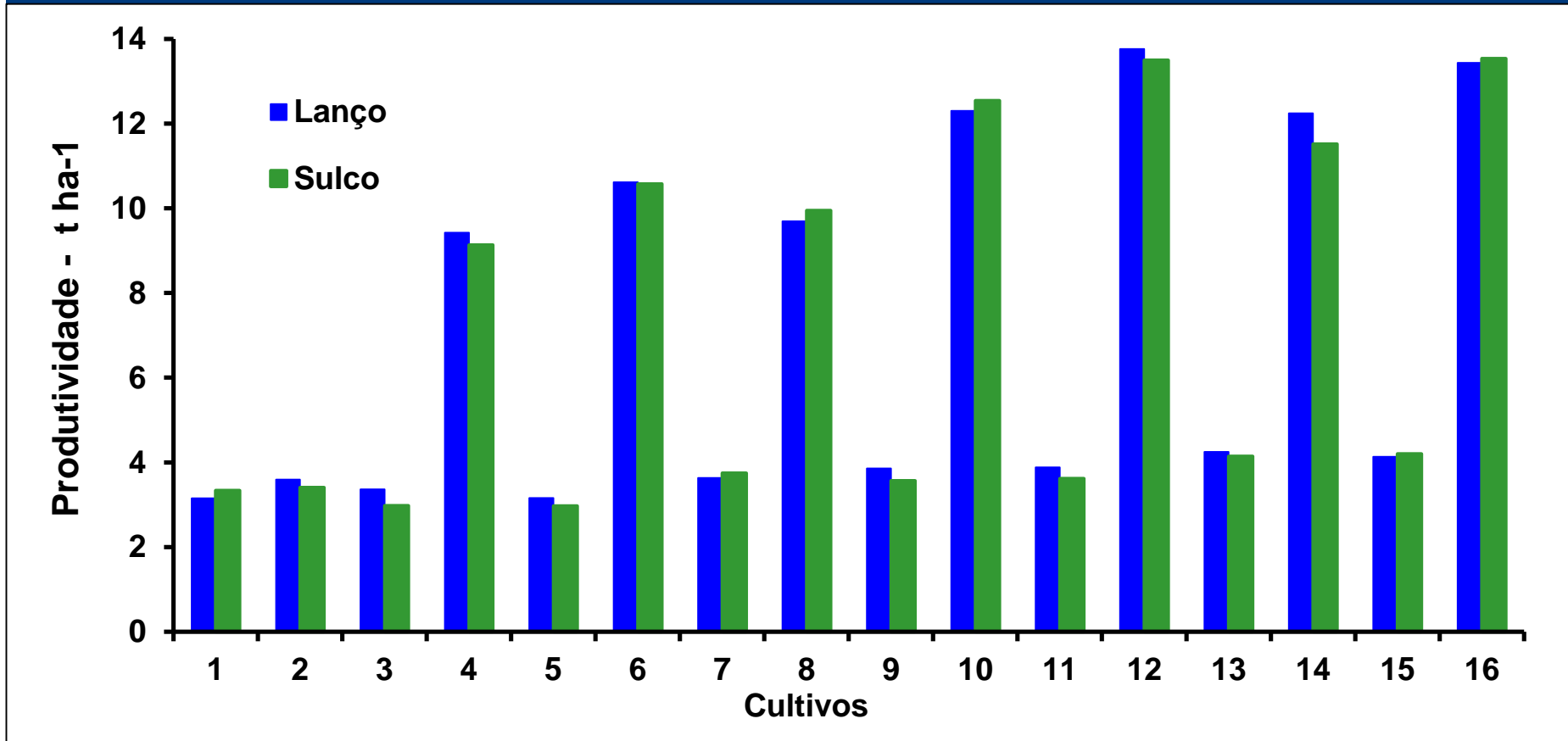
Sulco: 109,0 t ha<sup>-1</sup>



# Práticas de manejo: Modo de aplicação do P

Teor inicial de P **adequado** (9 mg/dm<sup>3</sup>)

Adubação anual: 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (ST)

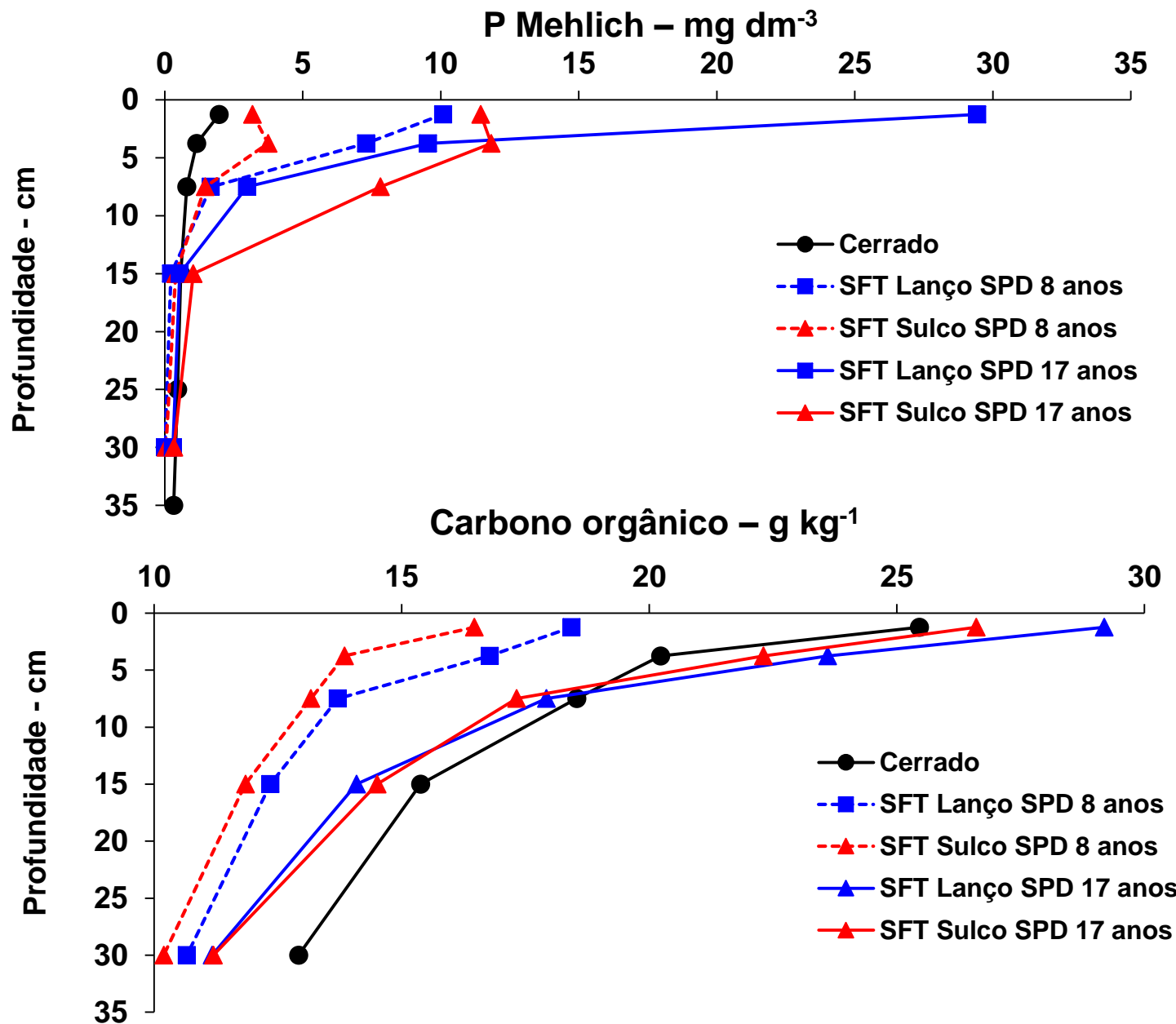


Soma dos 16 anos

Lanço: 114,5 t ha<sup>-1</sup>

Sulco: 112,7 t ha<sup>-1</sup>

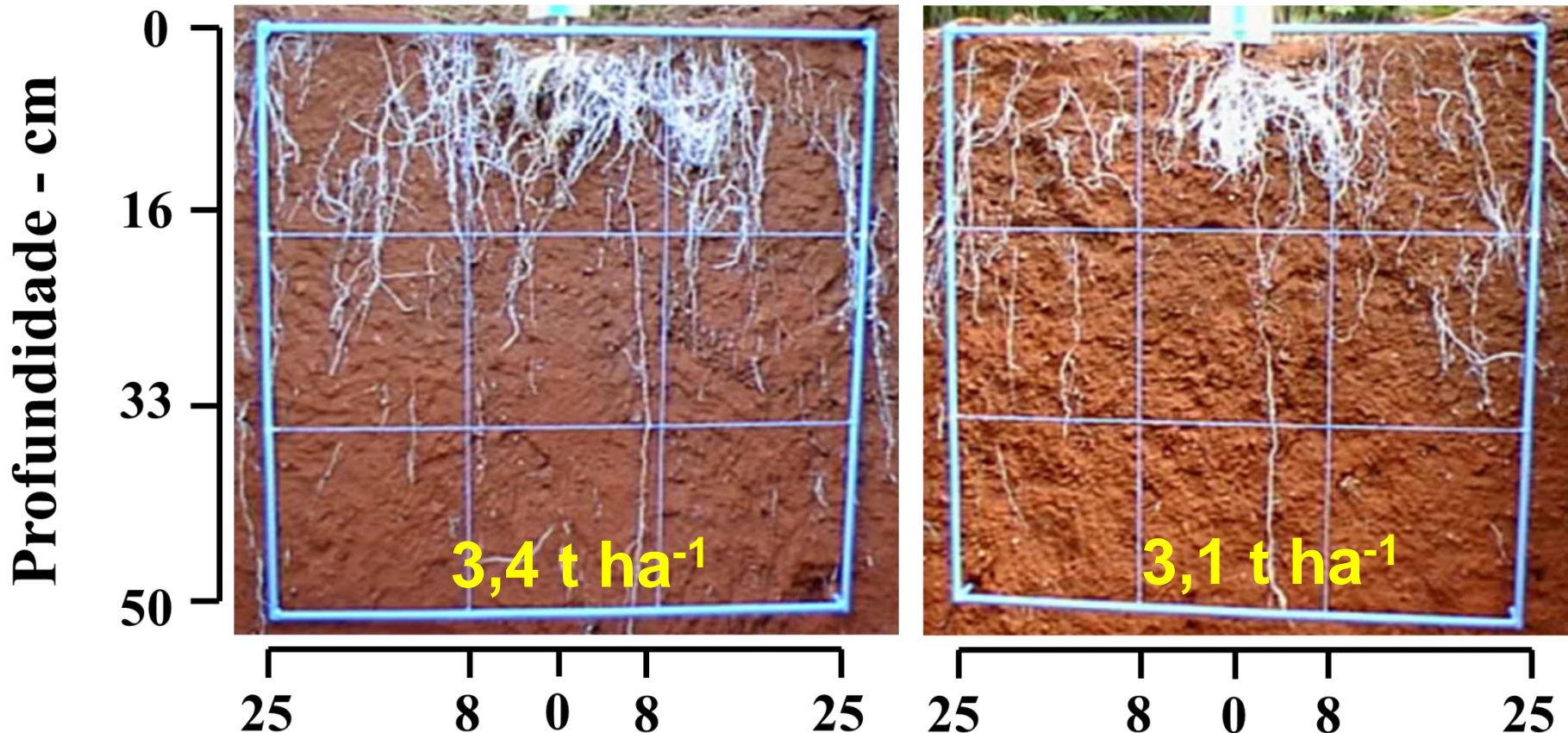
# Práticas de manejo: Modo de aplicação do P



Soja em um LV argiloso, SPD, 6º cultivo

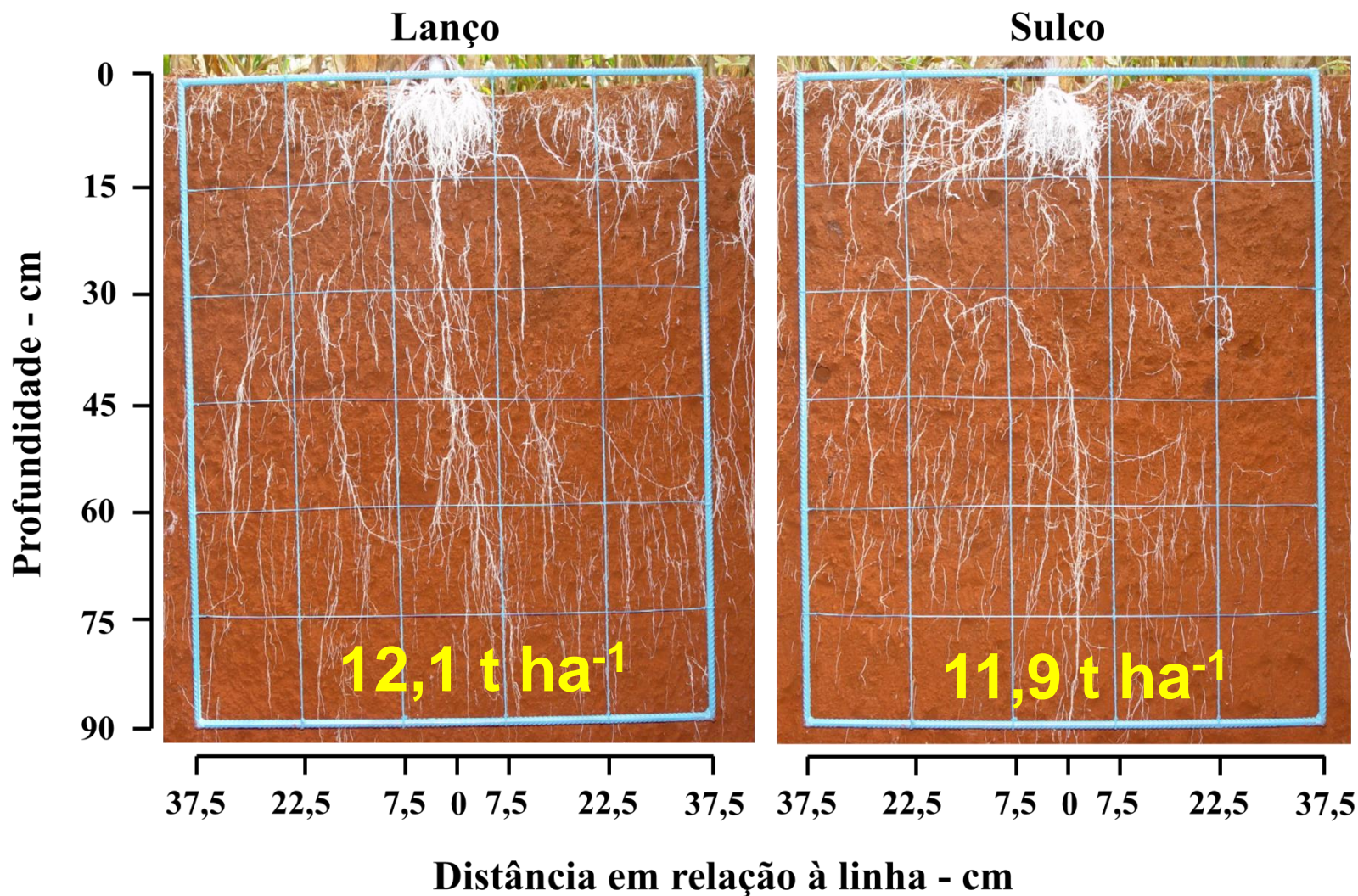
**Lanço**

**Sulco**



**Distância em relação à linha - cm**

## Milho em um LV argiloso, SPD, 11<sup>o</sup> cultivo



# Fazenda Pindaibas – Montividiu-GO

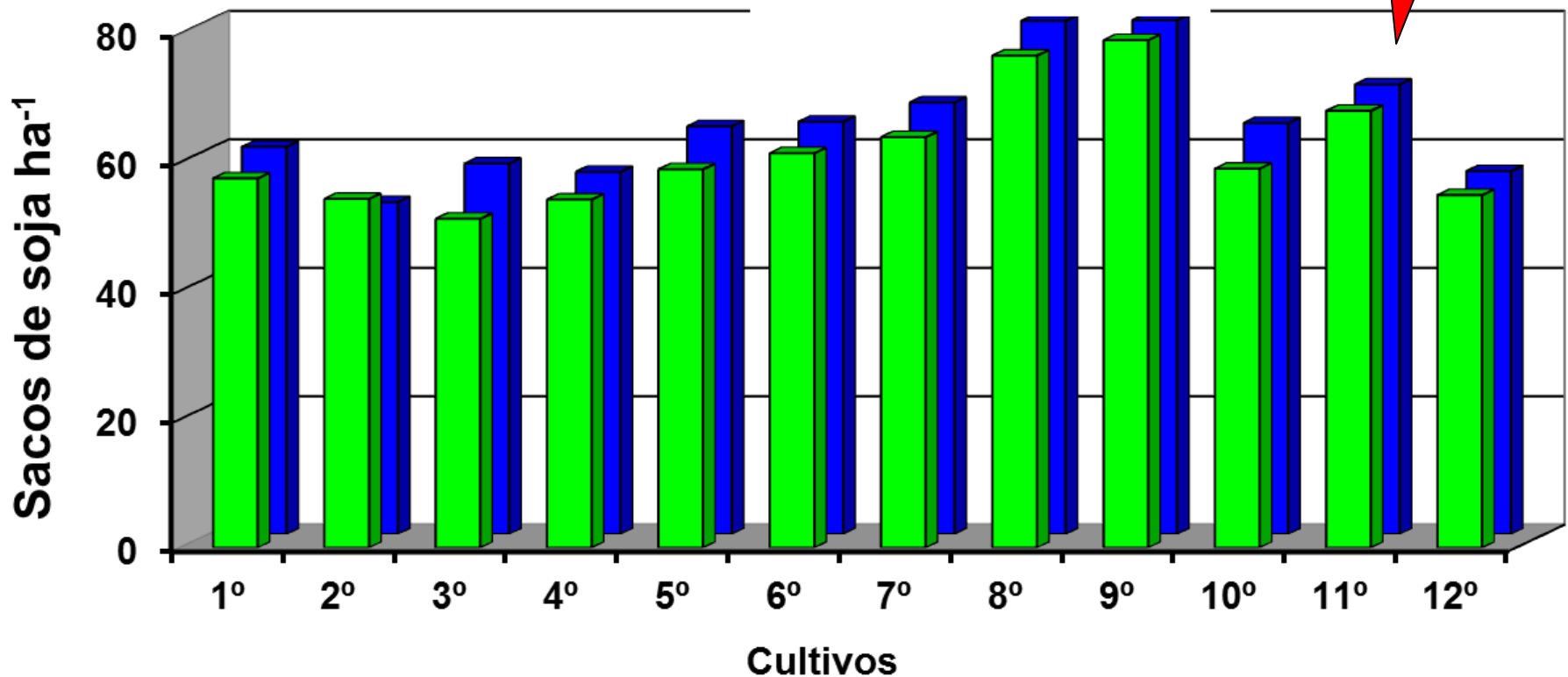
Início em 2003 SPD



■ Sulco - 61,6 sc/ha

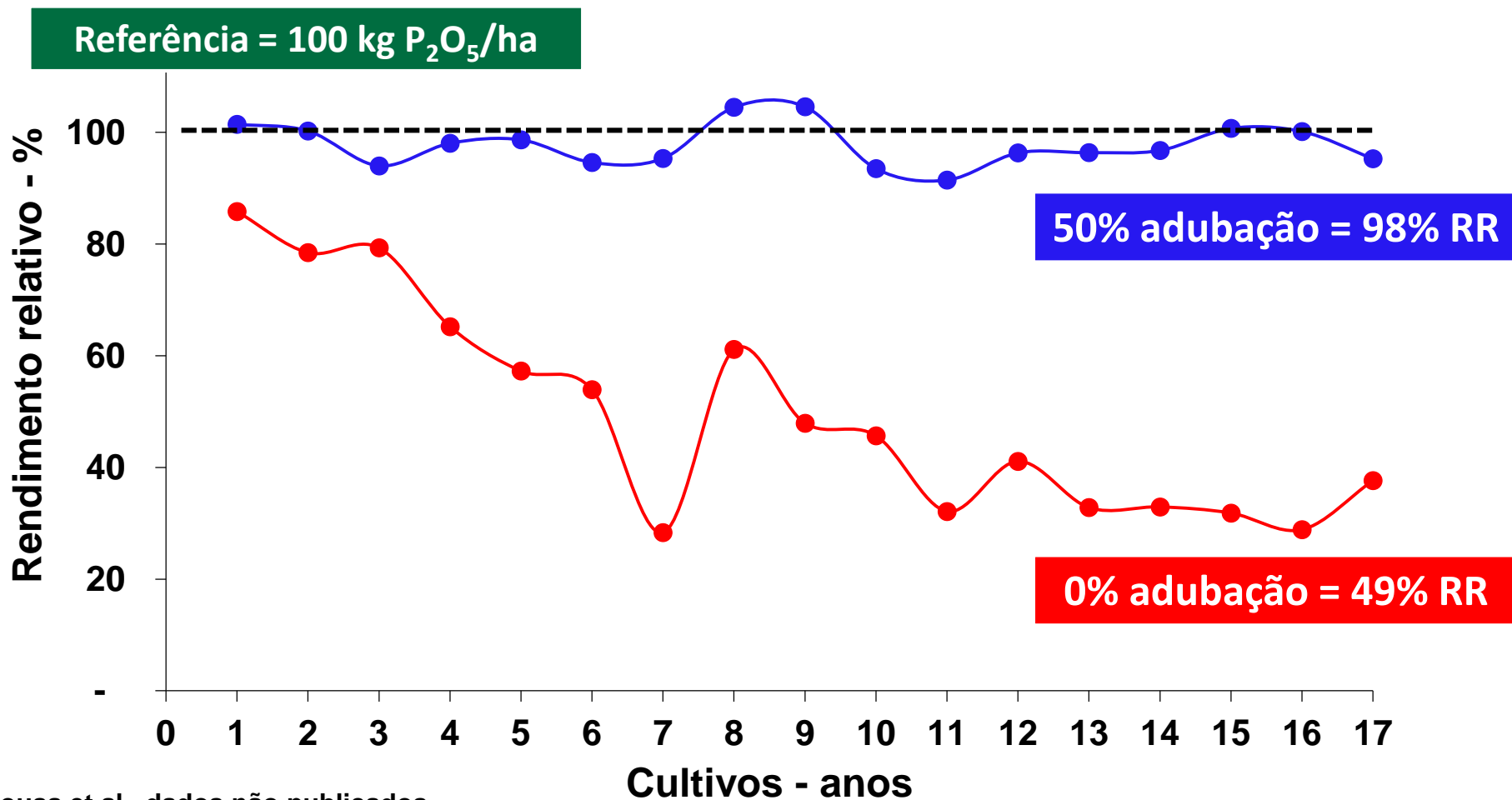
■ Lanço - 64,4 sc/ha

Veranicos



# Práticas de manejo: dose de P

LE argiloso - SPD - soja/milho + milho planta de cobertura  
10 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich) – **adequado** (81-90% RR)



Média da eficiência = **52 %**

Acúmulo anual médio = **19 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

Acúmulo total nos 23 anos = **437 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

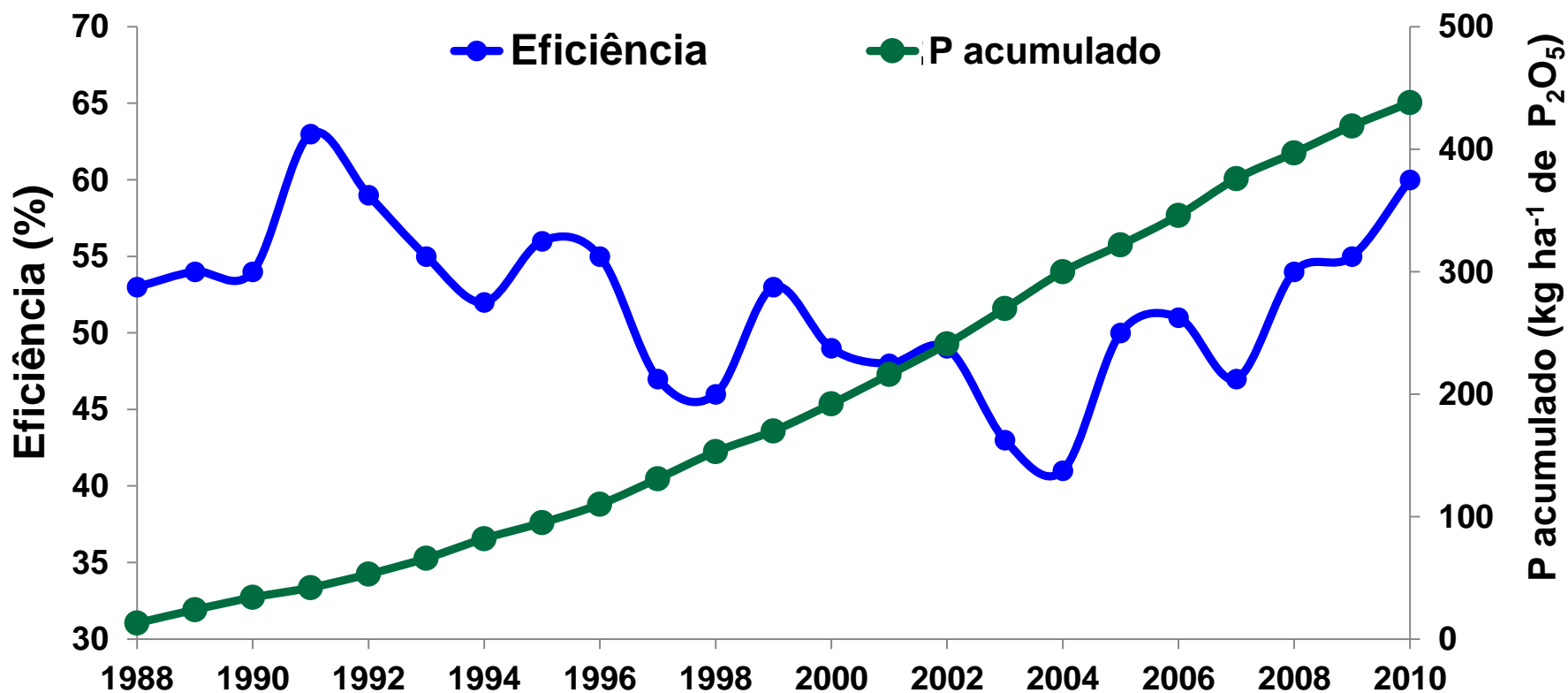
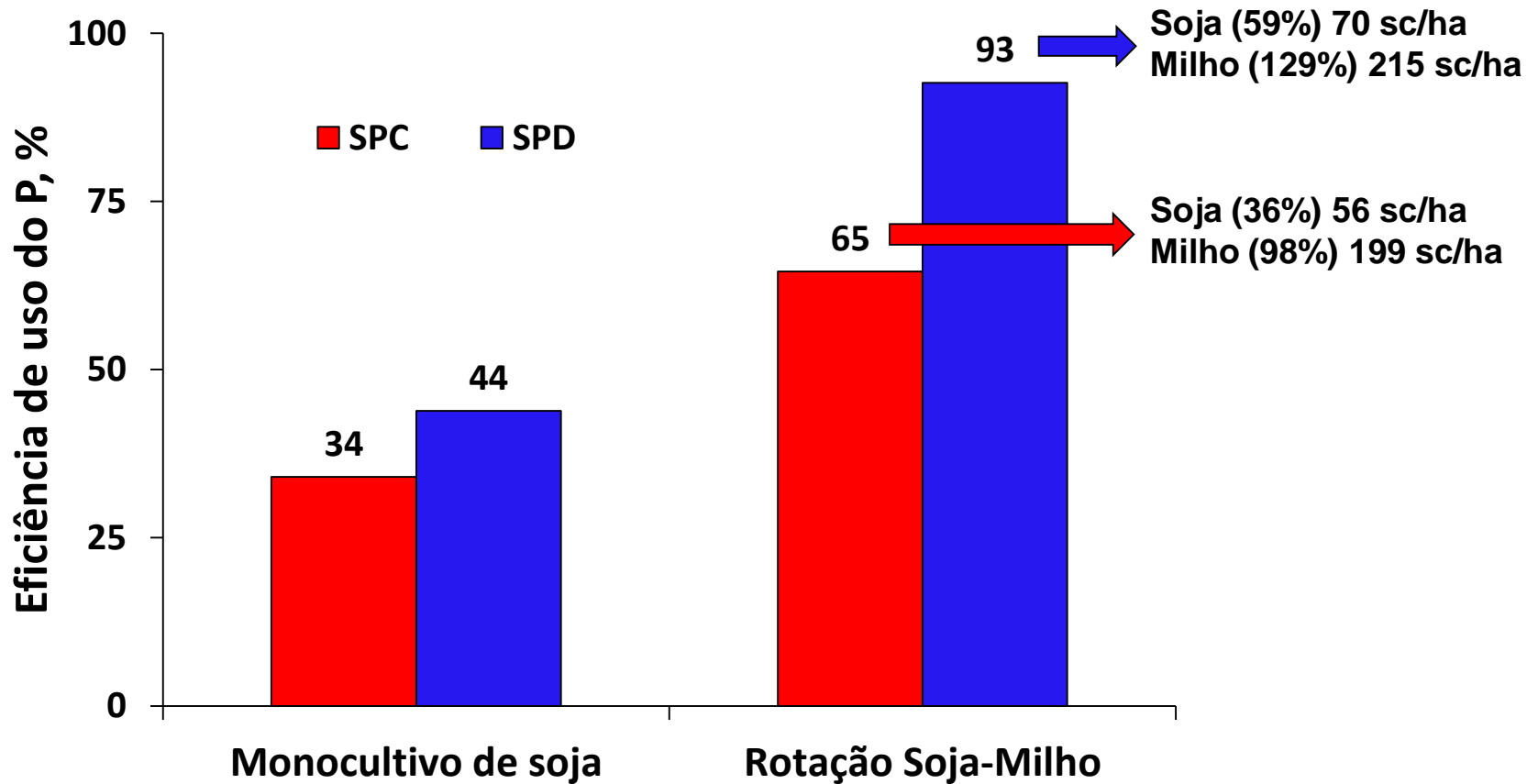


Figura 1. Evolução do acúmulo de P no solo na agricultura brasileira ao longo de 23 anos  
Adaptado de Cunha *et al.* (2011)

# É possível 100% eficiência no P

➤➤➤ SPD e rotação com milho aumentam a produtividade e eficiência de uso do P



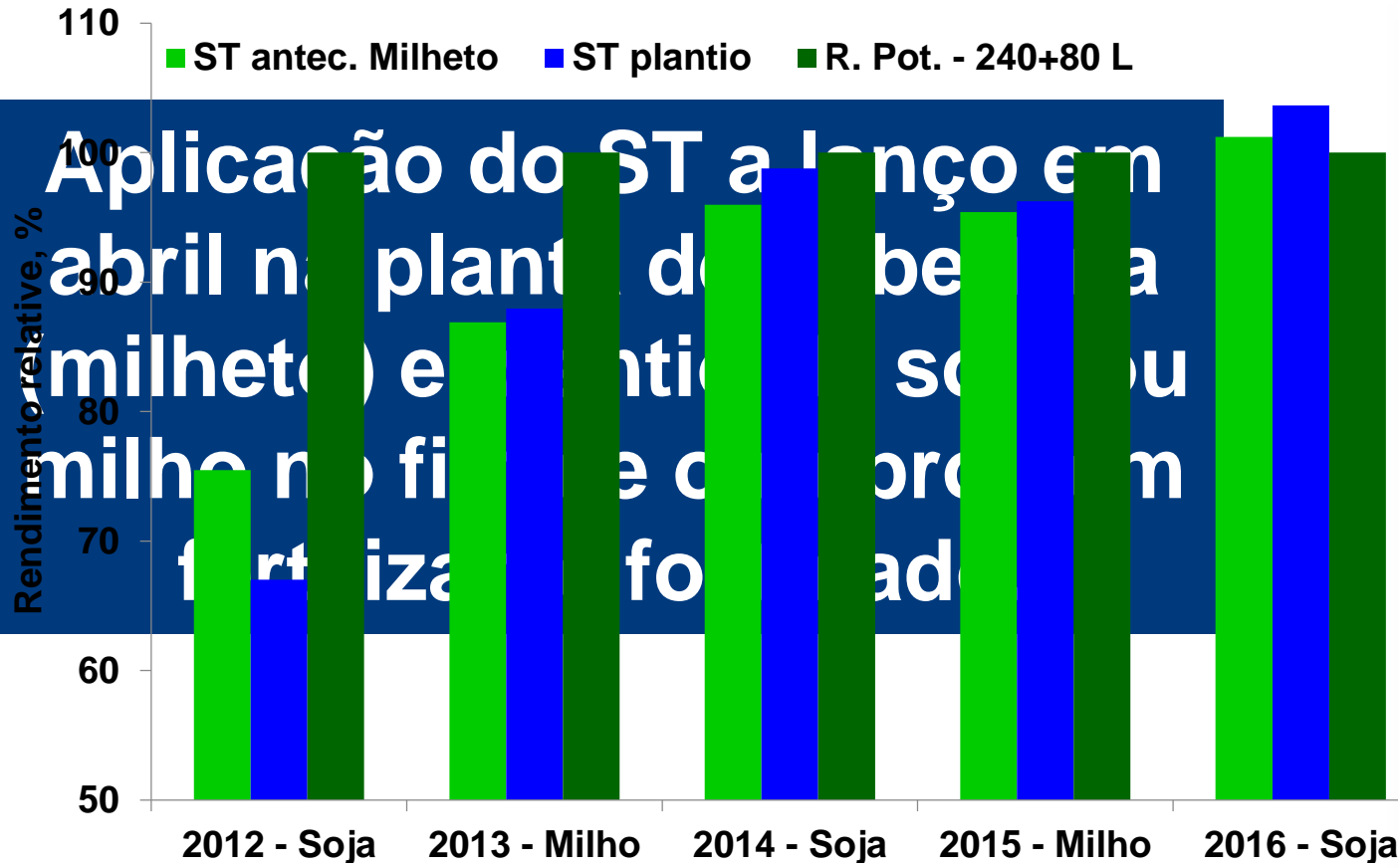


# Adubação fosfatada de manutenção

Cultura	Produtividade – t/ha	P resina – mg/kg		
		15 a 20	21 a 35	> 35
		----- kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha -----		
Soja (15 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ton)	3	45	30	0
	4	60	40	0
	5	75	50	0
	Eficiência	100 %	150%	-
Milho (5 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ton)	7	35	25	0
	9	45	30	0
	12	60	40	
	15	75	50	0
	Eficiência	100 %	150%	-

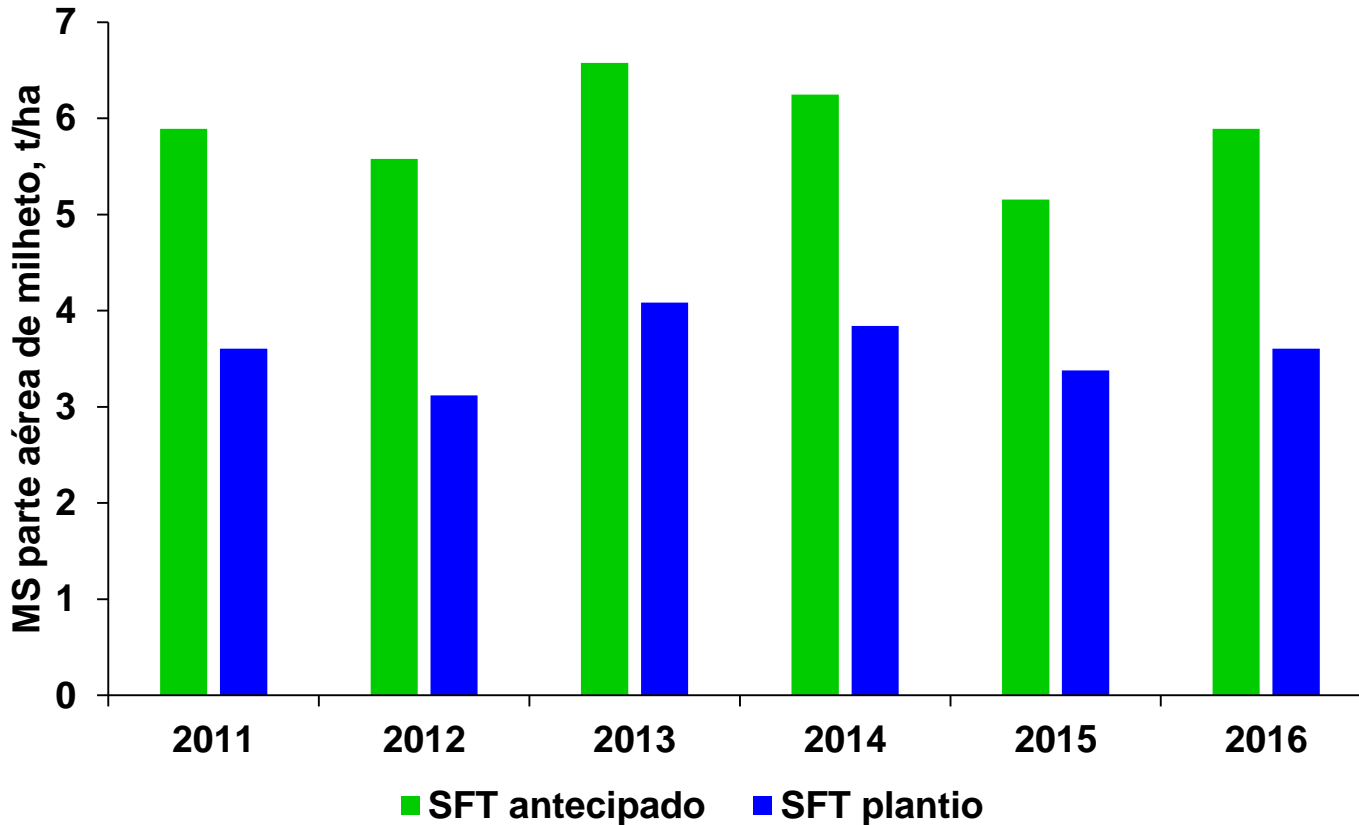
# Adubação fosfatada de sistemas

LV argiloso, 7,5 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich) - médio (61-80% RR)



R. Pot.: Soja 4,2 ton/ha e Milho 12,8 ton/ha

LV argiloso, 7,5 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich) - médio (61-80% RR)



**+ 65% MS Milheto**

**P antecipado: 50 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

Planaltina, DF  
Junho, 2016

## Autores

Rafael de Souza Nunes  
Engenheiro-agrônomo,  
doutor em Agronomia,  
pesquisador da Embrapa  
Cerrados, Planaltina, DFDjalma Martinhão  
Gomes de Sousa  
Químico, mestre em  
Ciências do Solo,  
pesquisador da Embrapa  
Cerrados, Planaltina, DFThomaz Adolpho Rein  
Engenheiro-agrônomo, doutor  
Soil and Crop Sciences,  
pesquisador da Embrapa  
Cerrados, Planaltina, DFJoão de Deus Gomes  
dos Santos Júnior  
Engenheiro-agrônomo,  
doutor em Agronomia,  
pesquisador da Embrapa  
Cerrados, Planaltina, DF

Embrapa

## Manejo da Adubação Fosfatada para Culturas Anuais no Cerrado

## Introdução

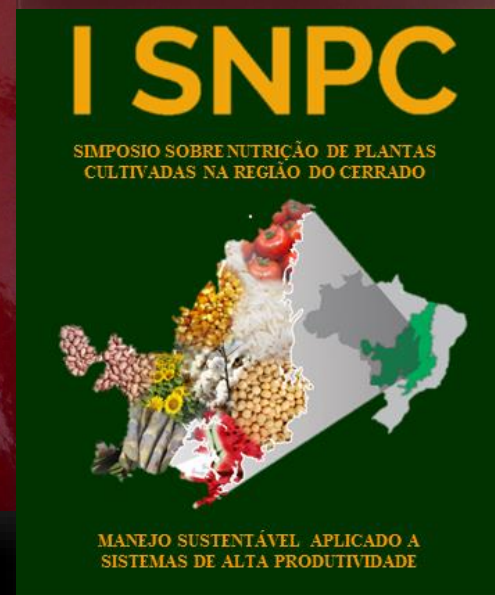
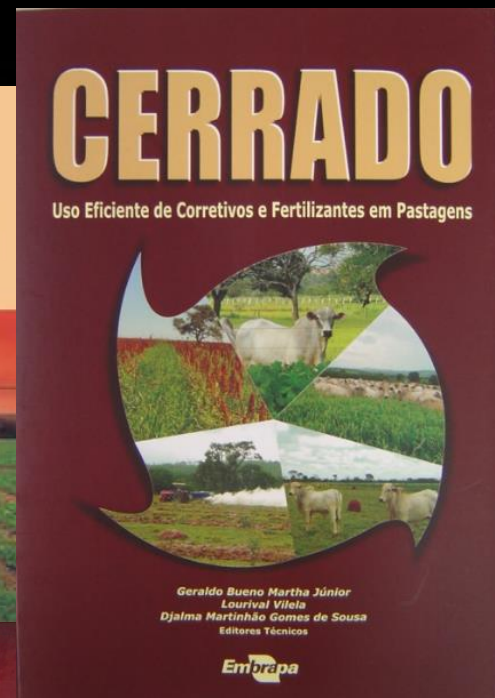
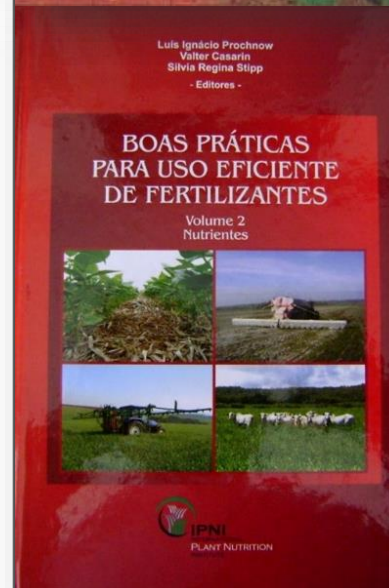
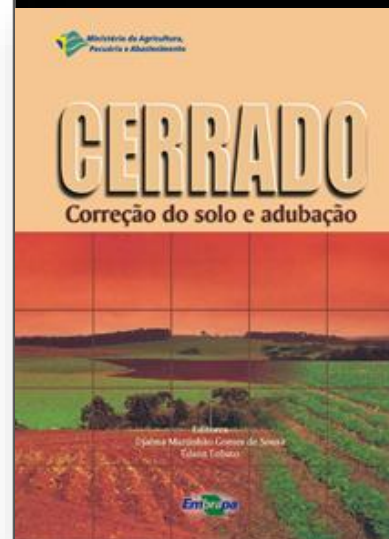
O fósforo (P) é um dos nutrientes mais importantes para a produção agrícola nos solos da região do Cerrado, uma vez que sua disponibilidade, em condições naturais, é muito baixa. Assim, a adubação fosfatada é prática imprescindível no estabelecimento e manutenção de qualquer sistema agrícola sustentável nessa região, sendo um dos investimentos que mais onera a prática da agricultura comercial no Cerrado. Portanto, para sistemas de cultivos anuais, é necessário que se utilizem recomendações adequadas no manejo da adubação fosfatada, visando alta eficiência do uso do P, as quais dependem de uma série de aspectos, que serão aqui apresentados.

Neste trabalho são apresentados os principais resultados experimentais obtidos com o avanço das pesquisas sobre o tema, numa revisão e ampliação das recomendações apresentadas no passado (SOUSA et al., 2004).

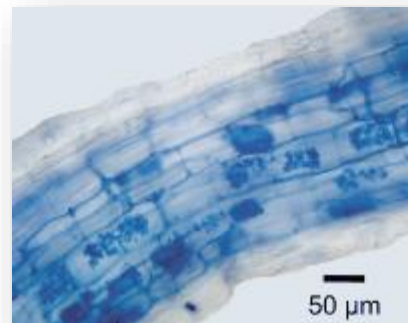
## Interpretação da Análise de Fósforo no Solo

A interpretação da análise de P para solos do Cerrado pelos métodos atualmente adotados no Brasil, Mehlich-1 e resina trocadora de íons, é realizada com base em amostragem da camada superficial de 0 cm a 20 cm (Tabela 1). Os níveis críticos de P representam teores mínimos adequados no solo, suficientes para obtenção de 80% a 90% do rendimento potencial na ausência de aplicação de P naquele ano agrícola. Em sistemas de maior risco, como cultivo de grãos em sequeiro, ou menor valor agregado, como soja e milho, sugere-se elevar o teor de P ao limite inferior da classe adequada, ou seja, 80% do rendimento potencial, de modo que os níveis críticos pelo método Mehlich-1 serão iguais a 18 mg dm<sup>-3</sup>, 15 mg dm<sup>-3</sup>, 8 mg dm<sup>-3</sup> e 4 mg dm<sup>-3</sup> para os solos com teor de argila ≤15%, 16% a 35%, 36% a 60% e > 60%, respectivamente. Em sistema de menor risco, como cultivo irrigado de grãos, culturas de maior valor agregado, como feijão e algodão, ou áreas cultivadas há mais de dez anos com produtividades semelhantes ao potencial de 90%, sugere-se elevar o teor de P ao limite superior da classe adequada, ou seja, 90% do rendimento potencial, de modo que os níveis críticos serão iguais a 25 mg dm<sup>-3</sup>, 20 mg dm<sup>-3</sup>, 12 mg dm<sup>-3</sup> e 6 mg dm<sup>-3</sup> para os solos com teor de argila ≤15%, 16% a 35%, 36% a 60% e > 60%, respectivamente. Os rendimentos potenciais considerados são 6 t ha<sup>-1</sup> soja, 5 t ha<sup>-1</sup> feijão, 15 t ha<sup>-1</sup> milho, 8 t ha<sup>-1</sup> arroz, 8 t ha<sup>-1</sup> trigo, 6 t ha<sup>-1</sup> sorgo e 6 t ha<sup>-1</sup> algodão em caroço.

A interpretação dos teores de P no solo avaliados pelo método da resina é pouco influenciada pelo teor de argila, não havendo necessidade, portanto, de criar classes em razão dessa variável. Dessa forma, independentemente do teor de argila do solo, os níveis críticos são de 15 mg dm<sup>-3</sup> a 20 mg dm<sup>-3</sup>, suficientes para obtenção de 80% a 90% do rendimento potencial na ausência de aplicação de P naquele ano agrícola, recomendados para sistemas de maior ou menor risco, respectivamente.



## Matéria orgânica do solo: importância e manejo



## Matéria Orgânica do Solo

- Reserva de Nutrientes
- Aumento da CTC
- Tampão pH
- Adsorção Específica

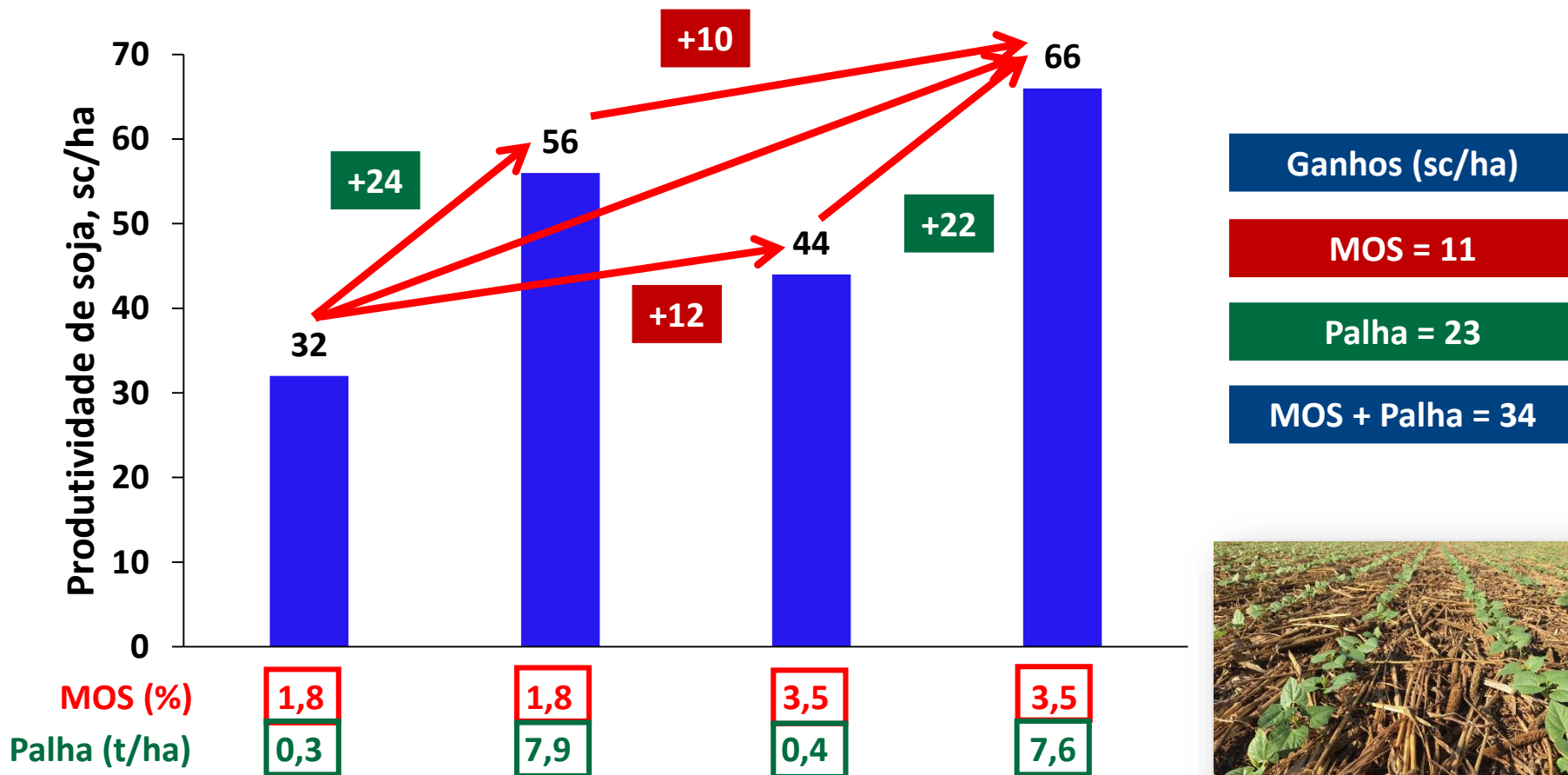
- Estrutura do Solo
- Retenção de Água
- Temperatura

- Fauna do Solo
- Atividade Microbiana
- Diversidade Microbiana



# Manejo adequado da MOS

## ▶▶▶ Efeito da MOS e da palhada na produtividade de soja







# MOS e adubação fosfatada

Fósforo aplicado (kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		Fósforo adicionado e <b>residual</b> (kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		Prod. de soja no 13º ano (kg ha <sup>-1</sup> )		Eficiência de uso do P no 13º ano (kg de grãos / kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> residual)	
Corr.	Manut.	Anual	Anual/past.	Anual	Anual/past.	Anual	Anual/past.
0	100	1.300 e <b>964</b>	700 e <b>320</b>	3.016	2.985	<b>3,1</b>	<b>9,3</b>
200	100	1.500 e <b>1.136</b>	900 e <b>452</b>	<b>2.899</b>	<b>3.148</b>	<b>2,5</b>	<b>7,0</b>

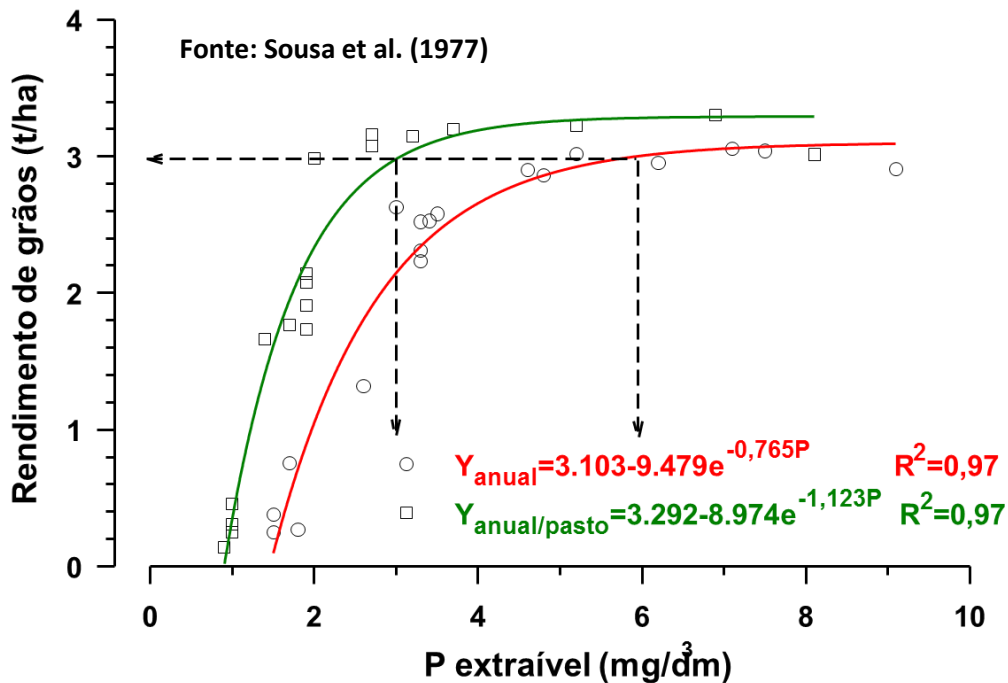
Fonte: Sousa et al., 2016.

# Importância do P orgânico

## Efeito da MOS na adubação com P

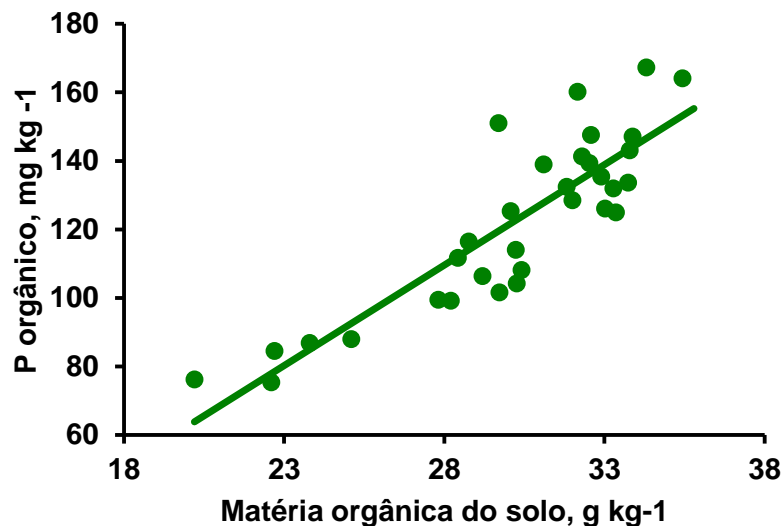
### LA muito argiloso, 13º cultivo - soja

Fonte: Sousa et al. (1977)



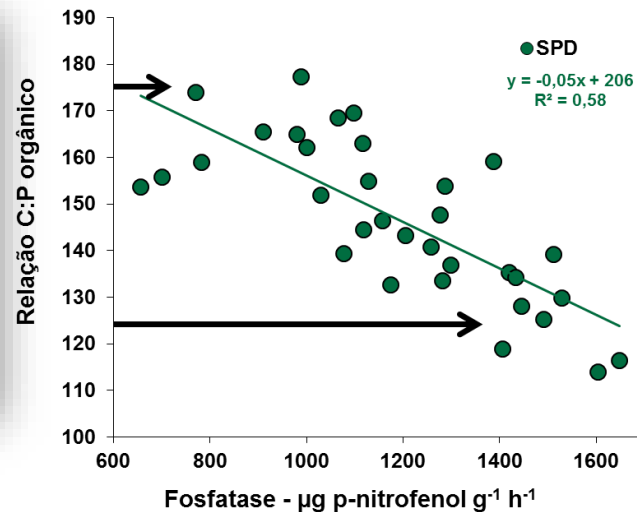
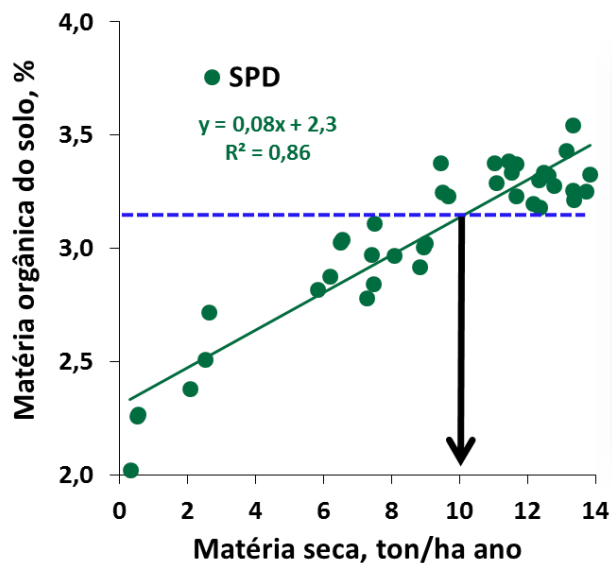
Sistema de cultivo	Teor de matéria orgânica - %
Anual	<b>2,84</b>
Anual/pastagem	<b>3,73</b>

Fonte: Nunes, R.S. (dados não publicados)



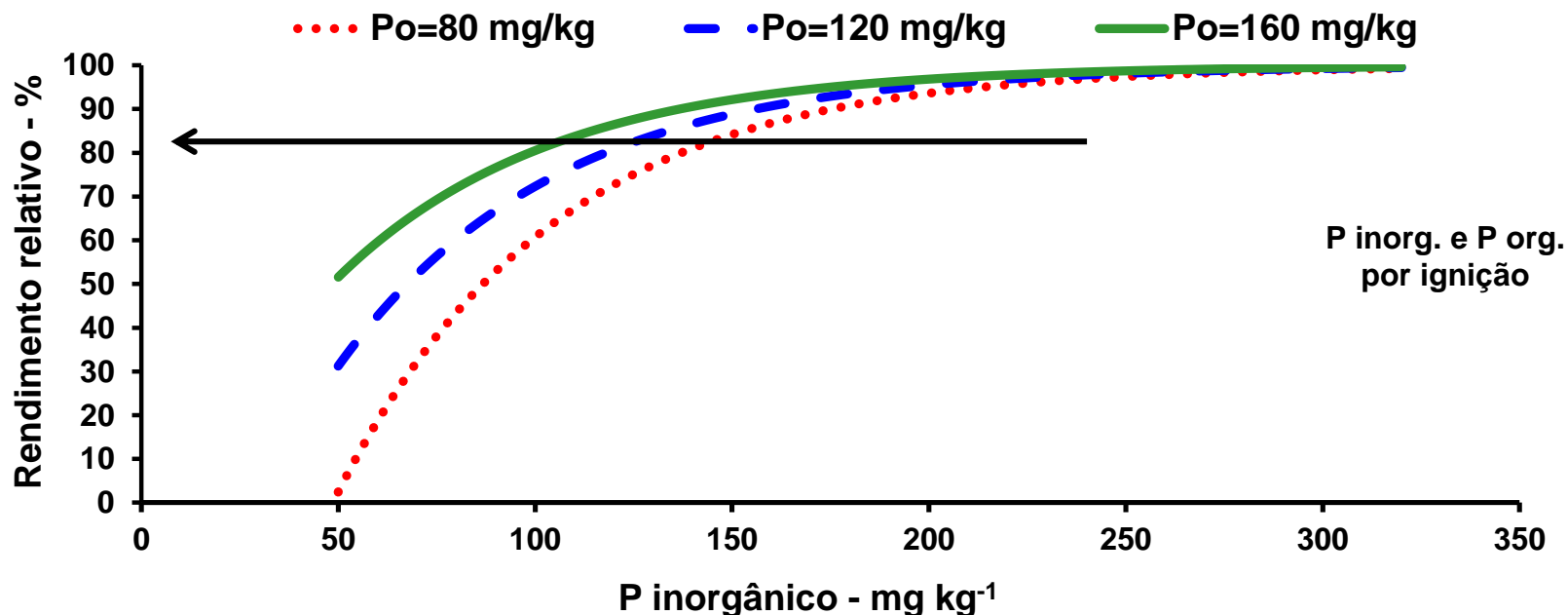
# Importância do P orgânico

Necessidade de C para manter teor de MO do solo SPD – 5 t/ha



Relação C/P da matéria orgânica de 175 a 125 → 65 a 92 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

# Importância do P orgânico

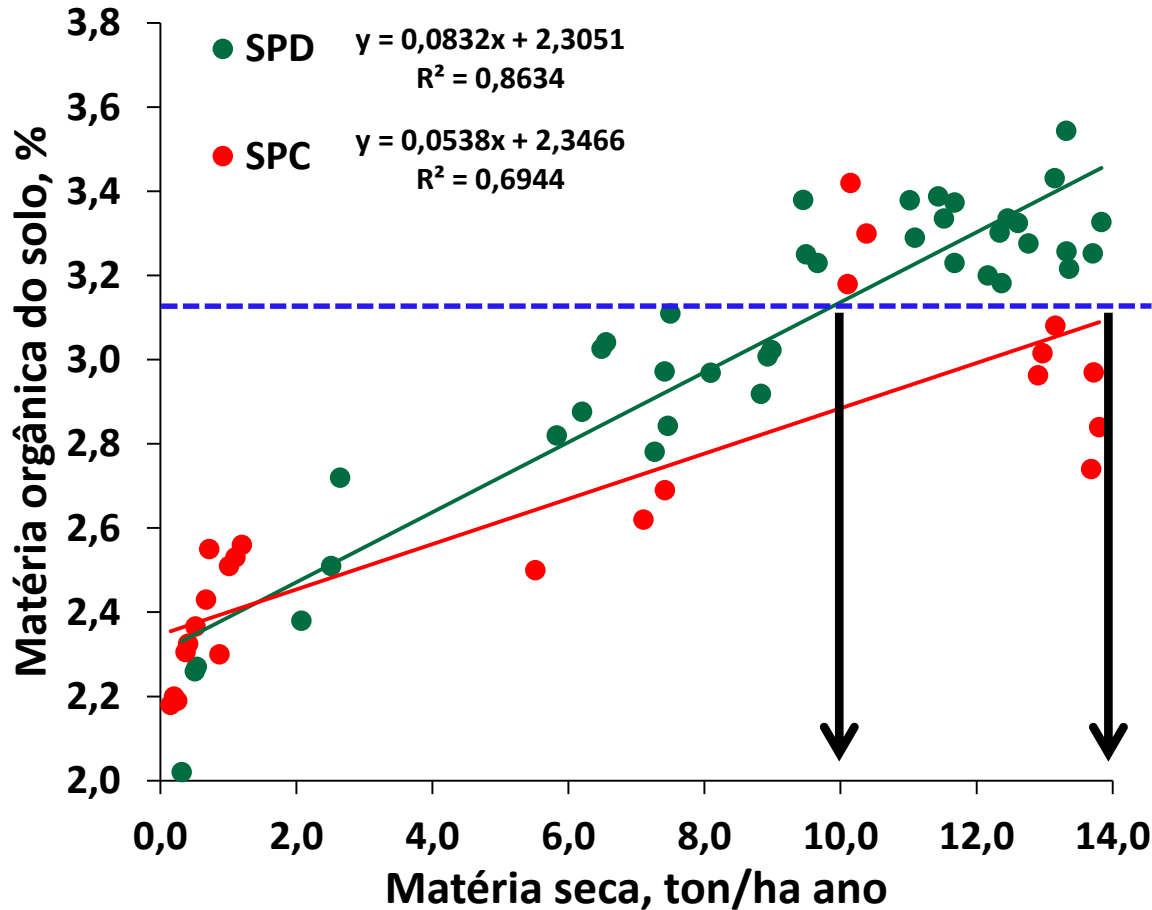


Rendimento relativo	Cultura		P orgânico total - mg kg <sup>-1</sup>		
	Soja	Milho	80	120	160
%	t ha <sup>-1</sup>		P inorgânico a ser aplicado - kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
60	3,0	9,0	138	94	48
70	3,5	10,5	174	131	85
80	4,0	12,0	225	181	138
90	4,5	13,5	312	268	225
100	5,0	15,0	603	559	513

-39%

# Manejo adequado da MOS

▶▶▶ Efeito da deposição de matéria seca na matéria orgânica do solo



SPC precisa 40% mais MS que SPD

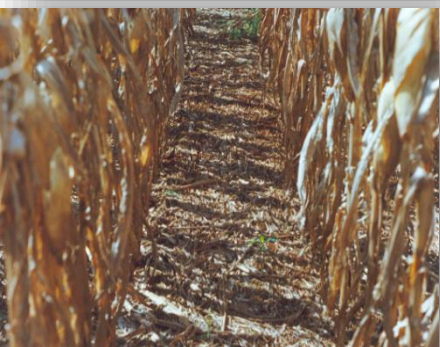
Textura	Nível crítico de MOS
Arenosa	1,0 a 1,5
Média	2,0 a 3,0
Argilosa	3,0 a 4,5
Muito argilosa	3,5 a 5,2

Fonte: Sousa et al. (dados não publicados)



## Soja

4,0 ton PA  
+ 1,2 ton raízes/ha  
C/N = 13 a 18



## Milho safra

12,0 ton PA  
+ 3,5 ton raízes/ha  
C/N = 60 a 64

## Milho safrinha

8,0 ton PA  
+ 2,2 ton raízes/ha  
C/N = 60 a 64



## Milheto

4,5 ton PA  
+ 1,5 ton raízes/ha  
C/N = 30 a 34

## Crotalaria

3,0 ton PA  
+ 1,0 ton raízes/ha  
C/N = 12 a 15



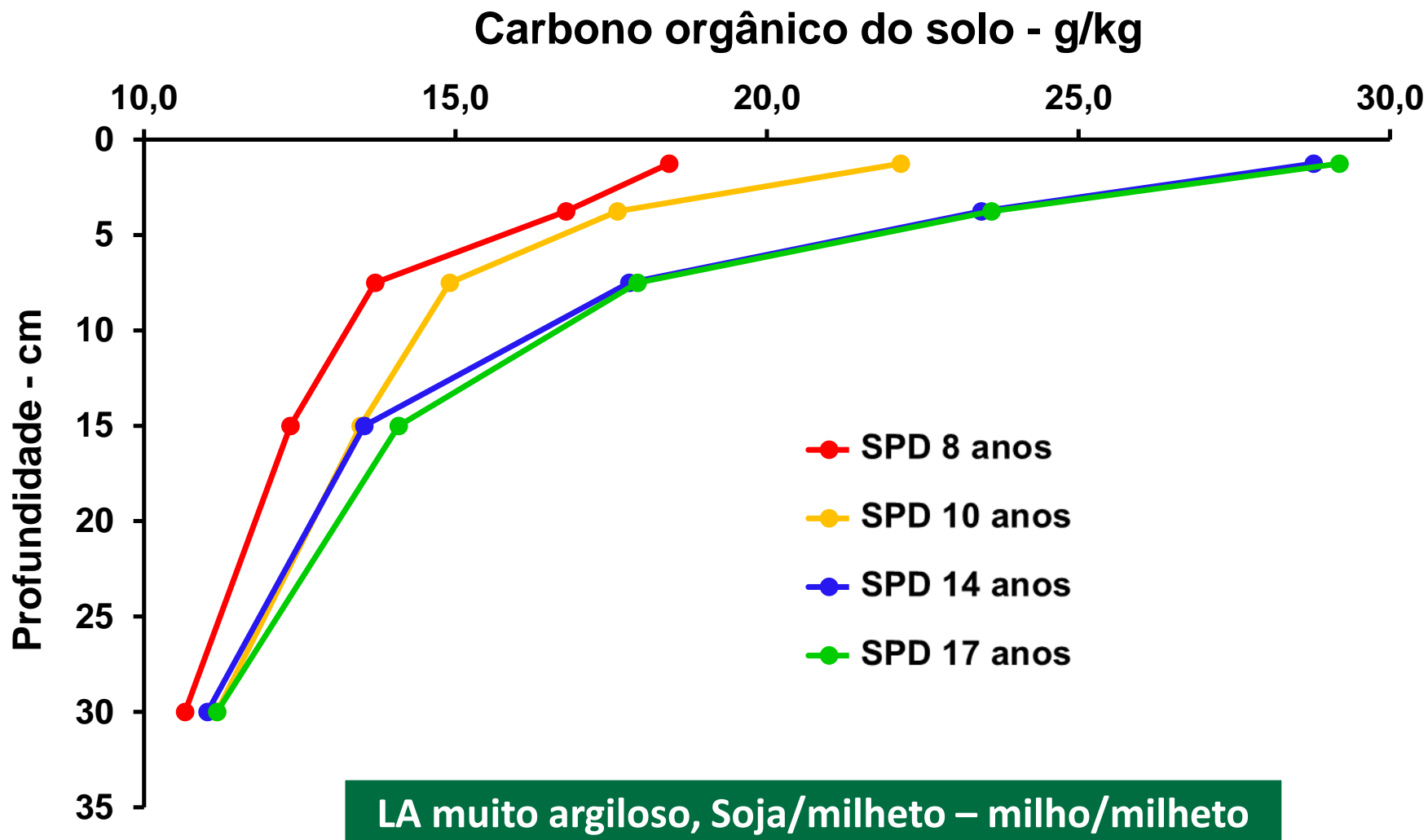
## Brachiaria

12,0 ton PA  
+ 10,0 ton raízes/ha  
C/N = 60 a 70

**Matéria orgânica do solo: base de sustentação do sistema**

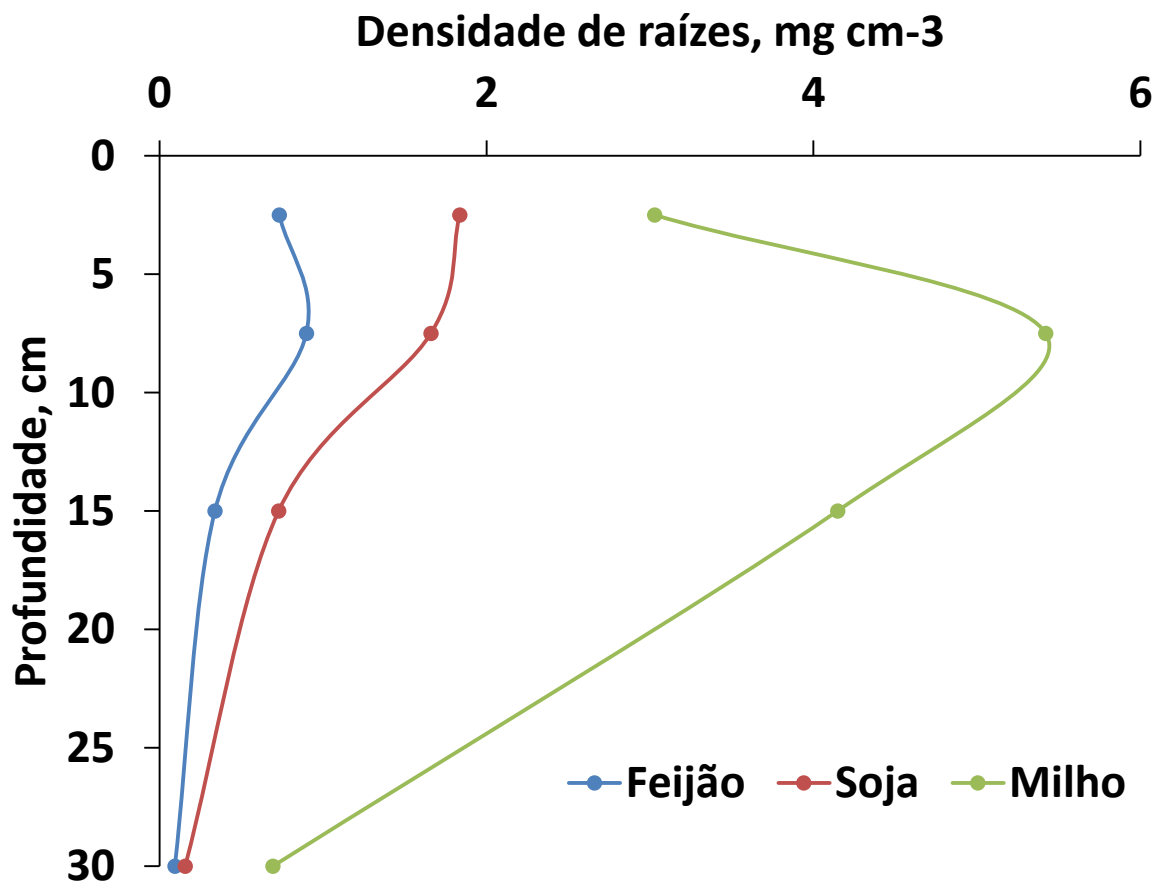
# Manejo adequado da MOS

▶▶▶▶ Baixo acúmulo de MOS em profundidade



# Manejo adequado da MOS

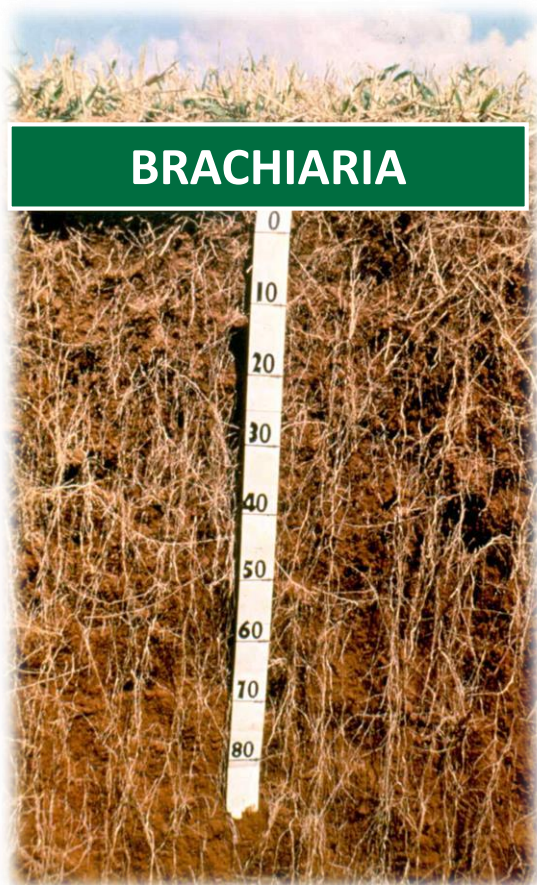
➤➤➤ Sistema radicular de culturas anuais é superficial



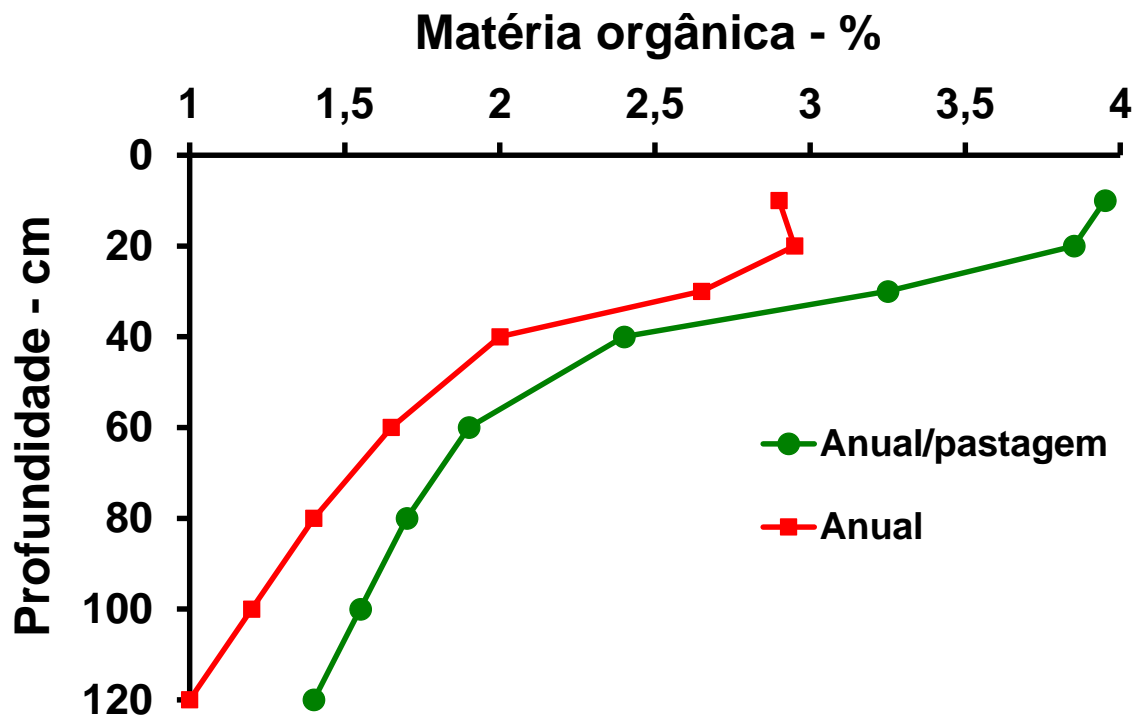


# Manejo adequado da MOS

## ➤➤➤ Efeito da braquiária na matéria orgânica do solo



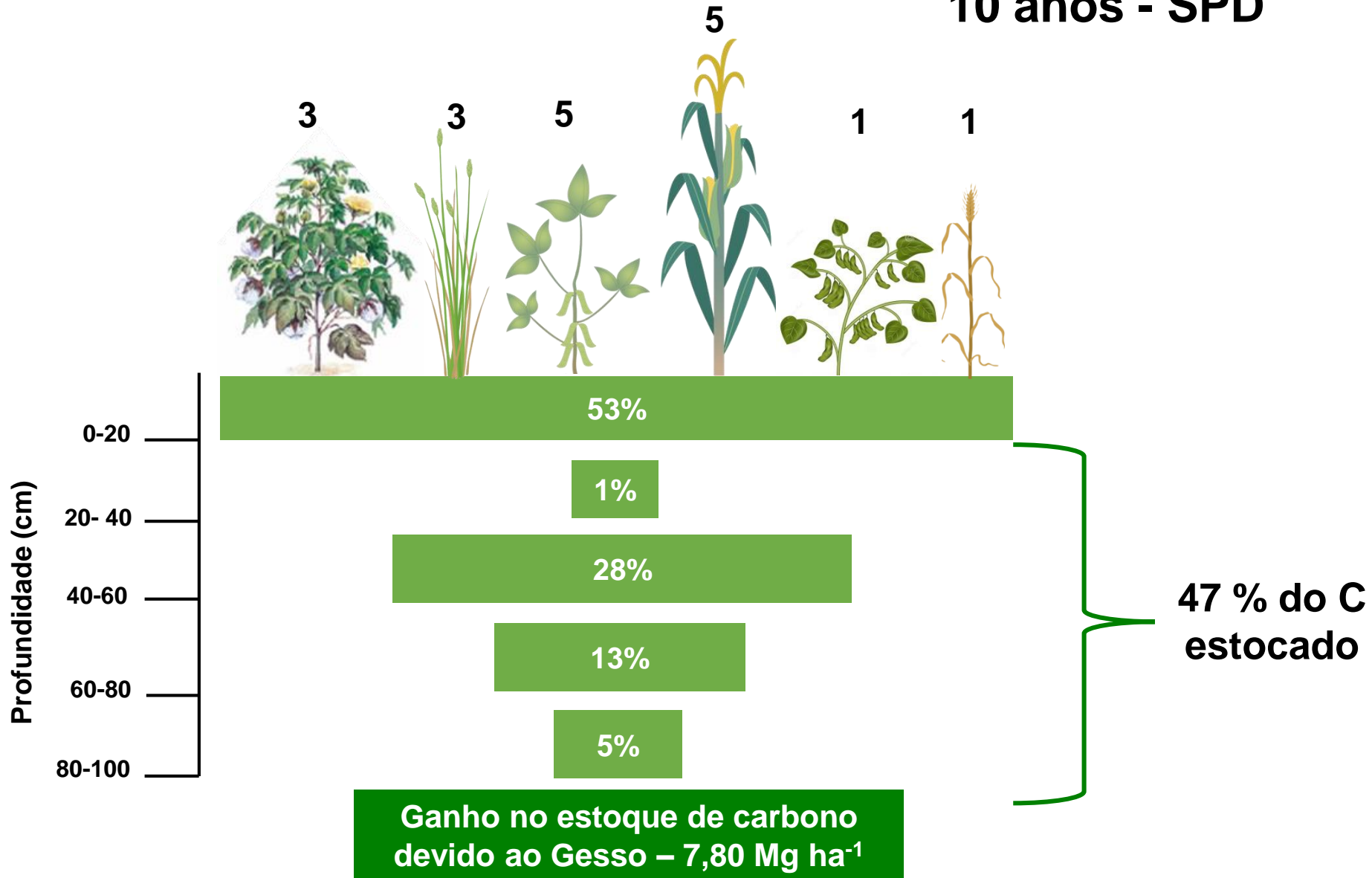
Sistema de cultivo	Teor de matéria orgânica - %
Anual	<b>2,84</b>
Anual/pastagem	<b>3,73</b>



Fonte: Sousa et al. (1977)

# Manejo adequado da MOS

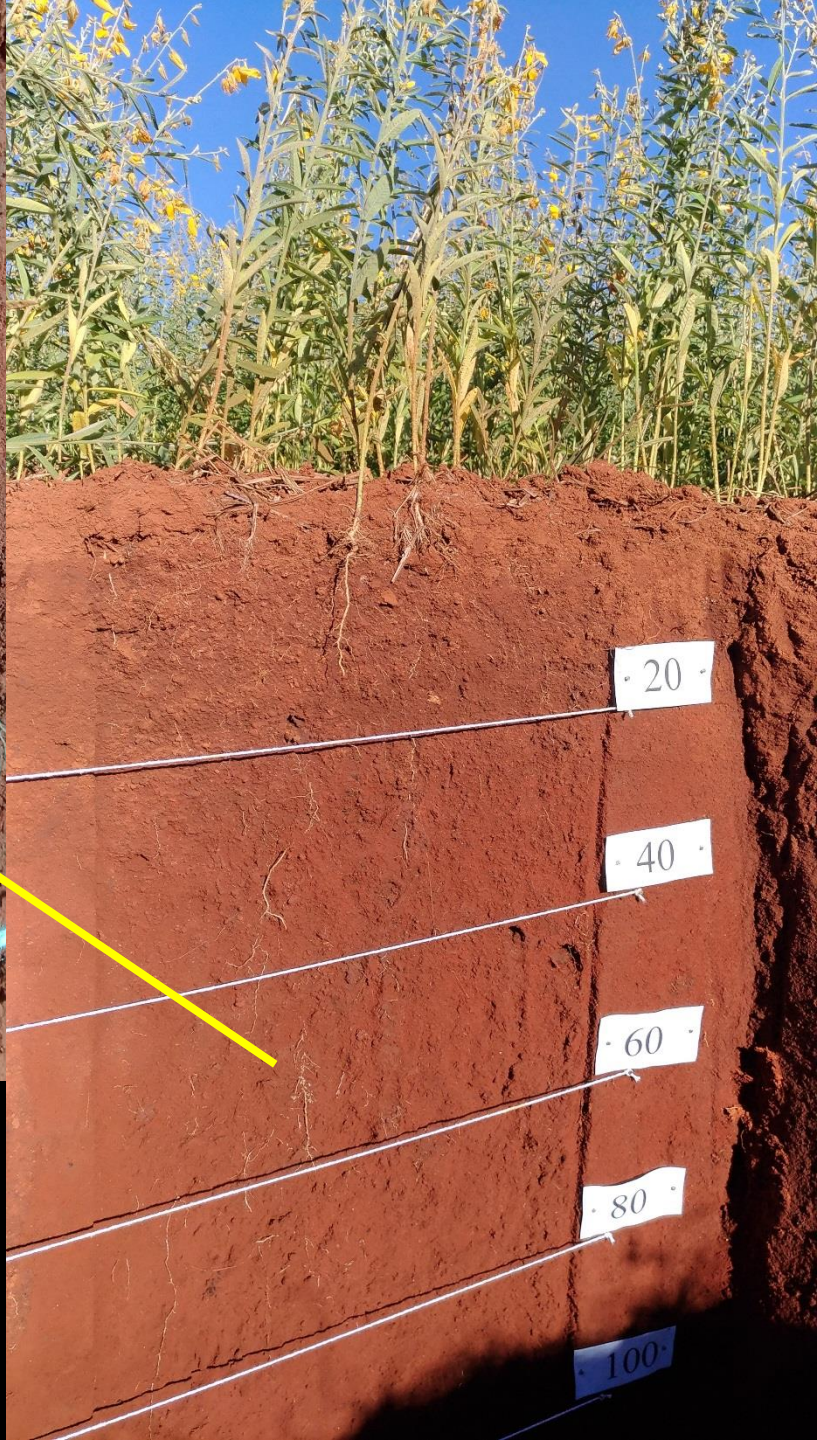
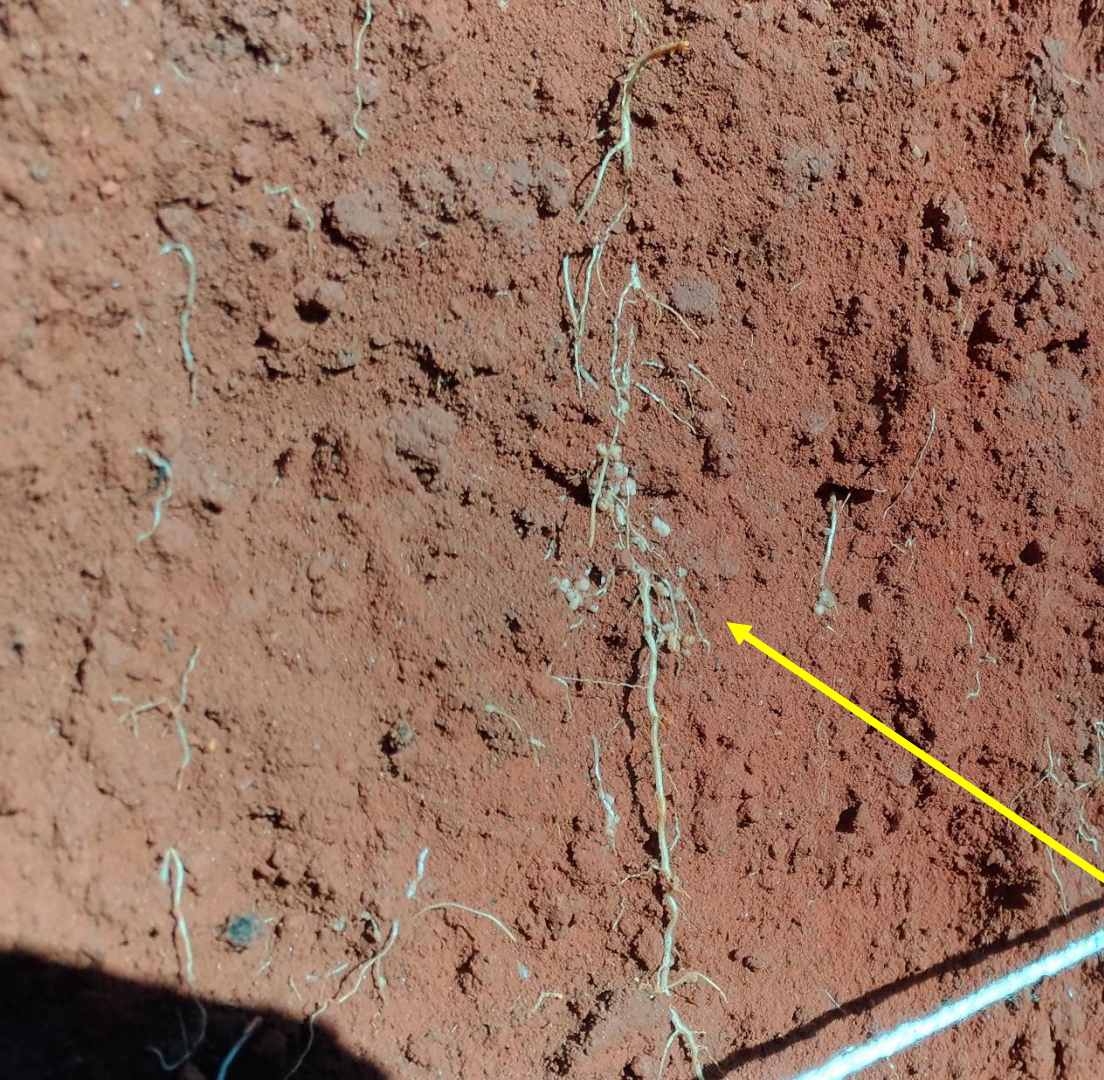
10 anos - SPD



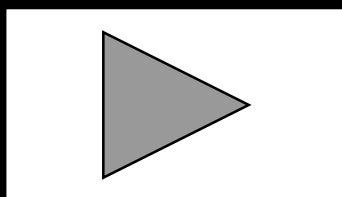
# Manejo adequado da MOS

Massa seca da parte e raízes (0-50 cm de profundidade), e estimativa da rizodeposição de algumas plantas. Debiasi et al. (2015). Documentos, 366.

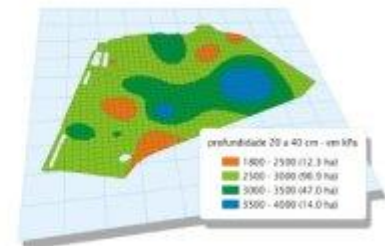
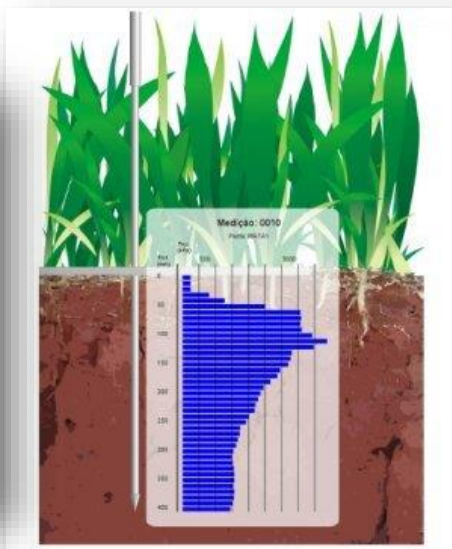
Espécie vegetal	Avaliação	Massa seca		Rizodeposição
		Parte aérea	Raízes	
	----- DAE -----	----- t ha <sup>-1</sup> -----		----- t C ha <sup>-1</sup> -----
Milheto	70	10,0	3,6	<b>1,51</b>
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	90	7,0	3,2	<b>1,39</b>
Milho 1ª safra	80	11,5	2,5	<b>1,05</b>
Braquiária ruziziensis	100	10,5	2,2	<b>0,92</b>
Braquiária brizanta Xaraes	150	12,5	3,5	<b>1,47</b>
Braquiária brizanta Xaraes	540	16,0	7,2	<b>3,10</b>
<i>Crotalaria spectabilis</i>	90	5,8	1,6	<b>0,69</b>
Milho 2ª safra	100	7,1	1,6	<b>0,69</b>
Aveia preta	75	8,7	1,3	<b>0,56</b>
Soja	85	4,5	0,9	<b>0,45</b>
Trigo	75	5,4	0,5	<b>0,22</b>



*C. Spectabilis*  
Plantio 18/05/2017  
Foto 26/07/2017



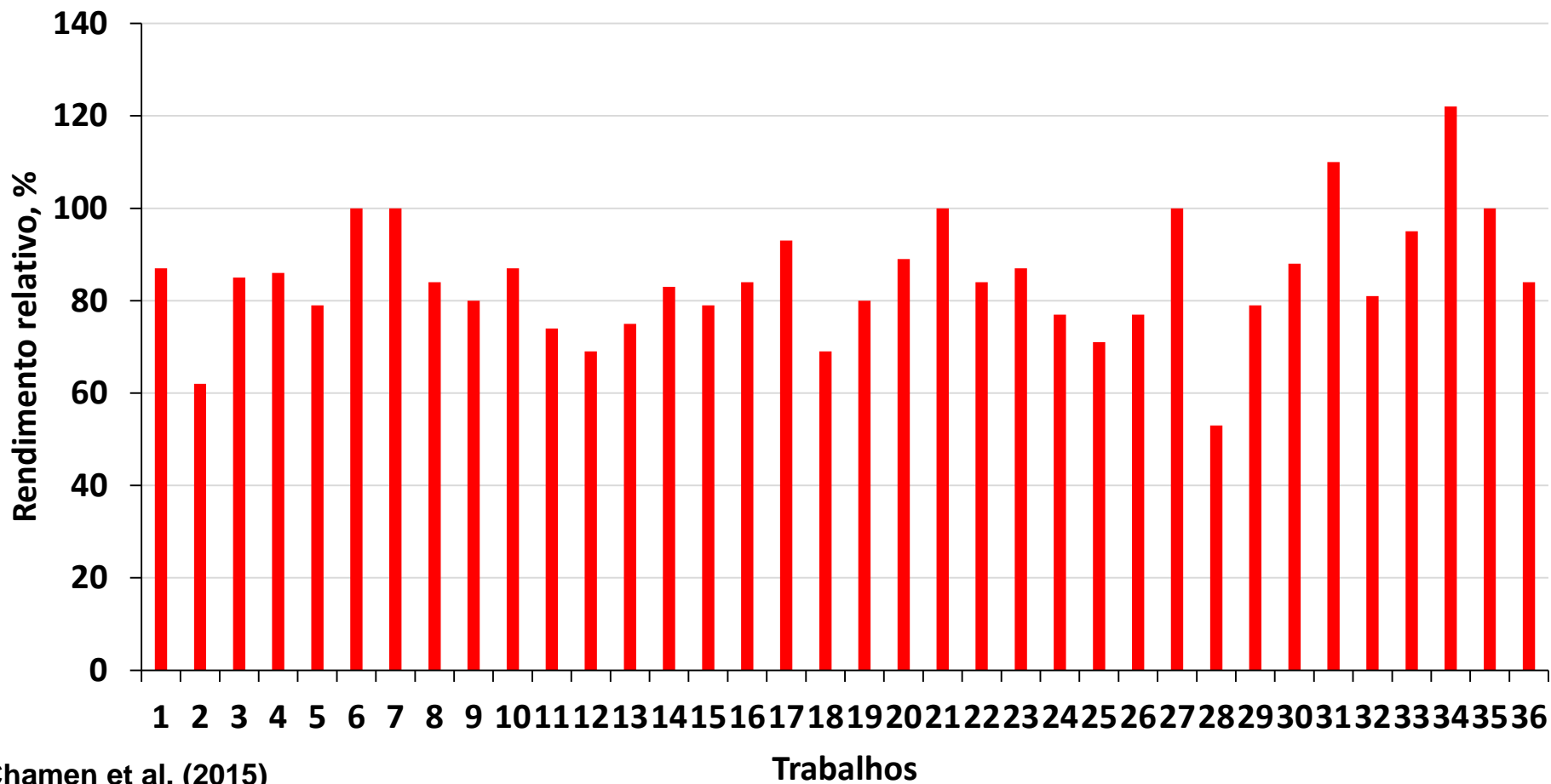
## Melhoria do ambiente físico para o desenvolvimento radicular



# Qualidade física do solo

➤➤➤ Efeito da compactação do solo na produtividade das culturas

Redução média de 15%



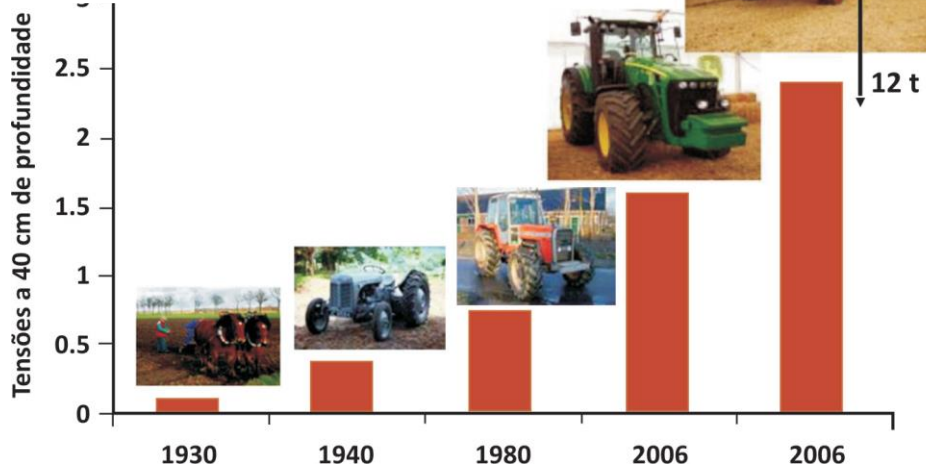
# Qualidade física do solo

»»»» Sistemas atuais potencializam a compactação do solo

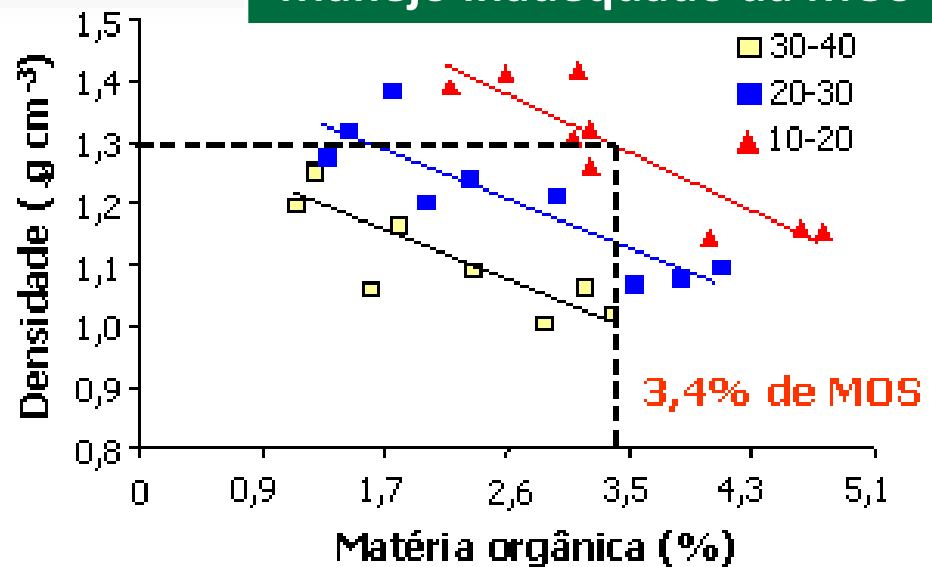


Colheita de soja e plantio de milho com solo úmido

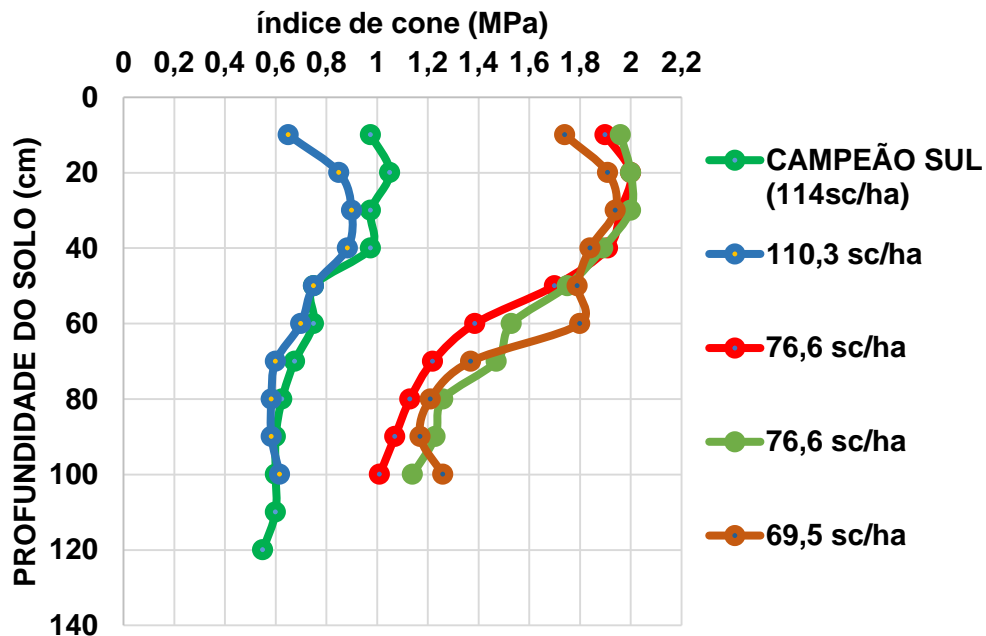
Implementos cada vez mais pesados



Manejo inadequado da MOS



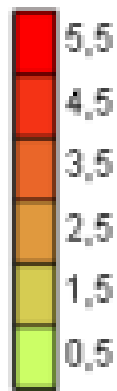
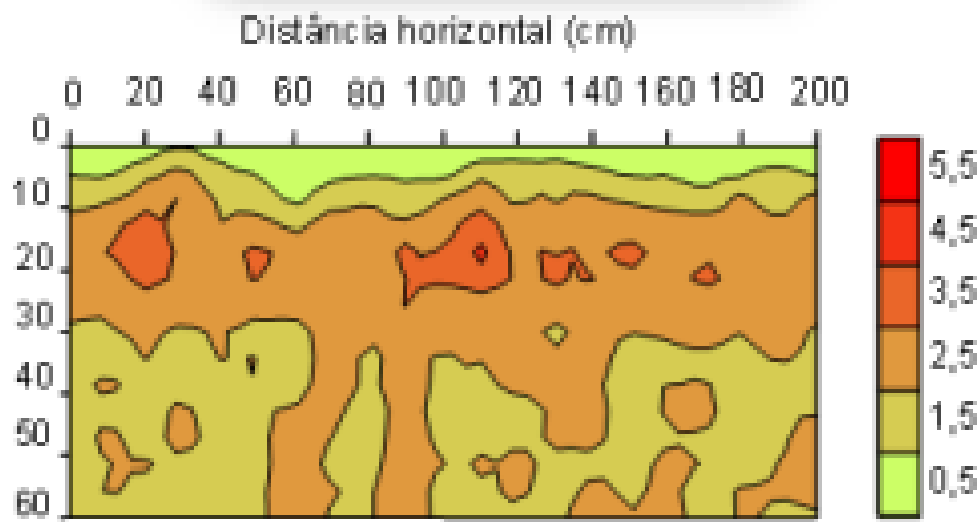
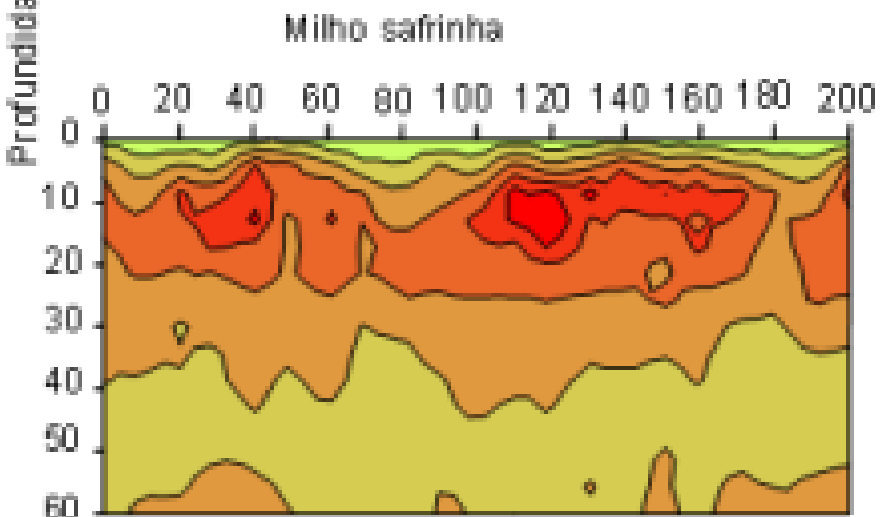
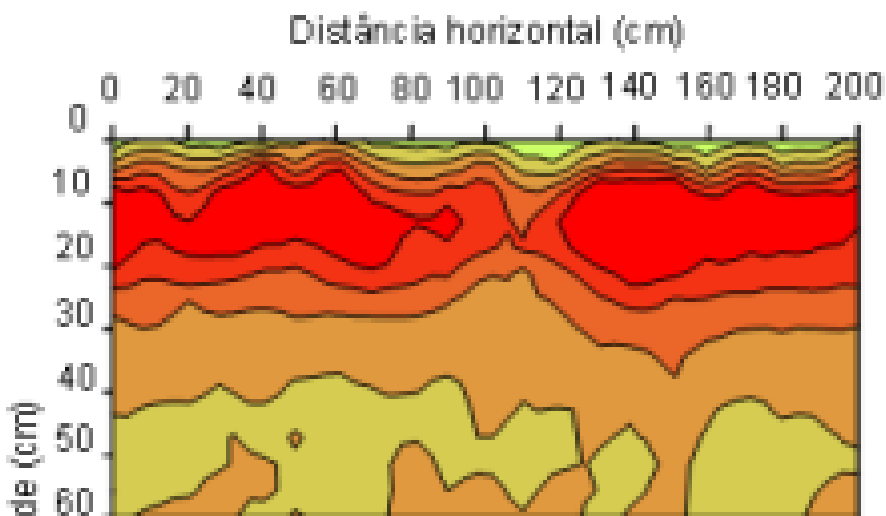
# Qualidade física do solo





# Qualidade física do solo

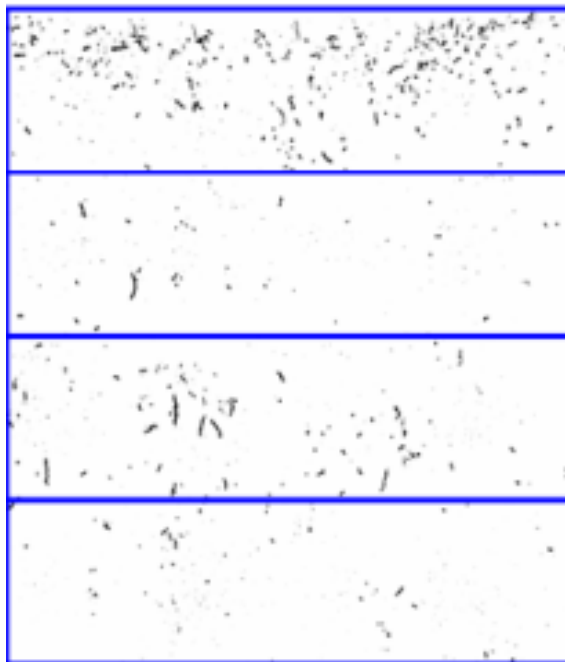
## Intervenção biológica



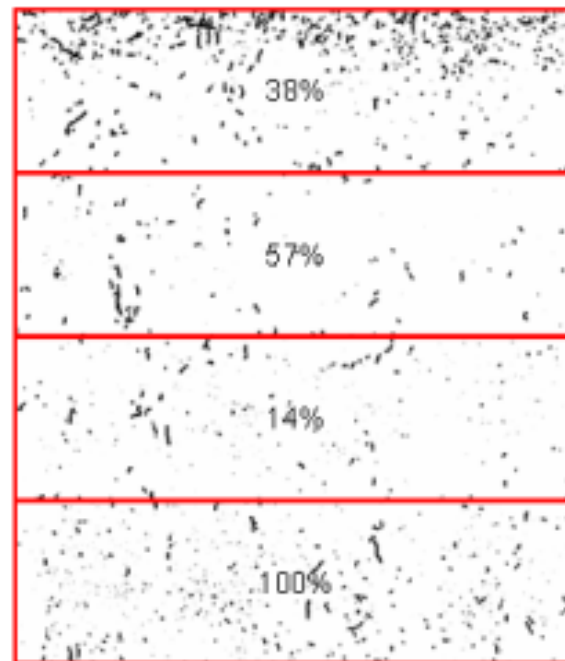
# Qualidade física do solo

## Intervenção biológica

Milho safrinha



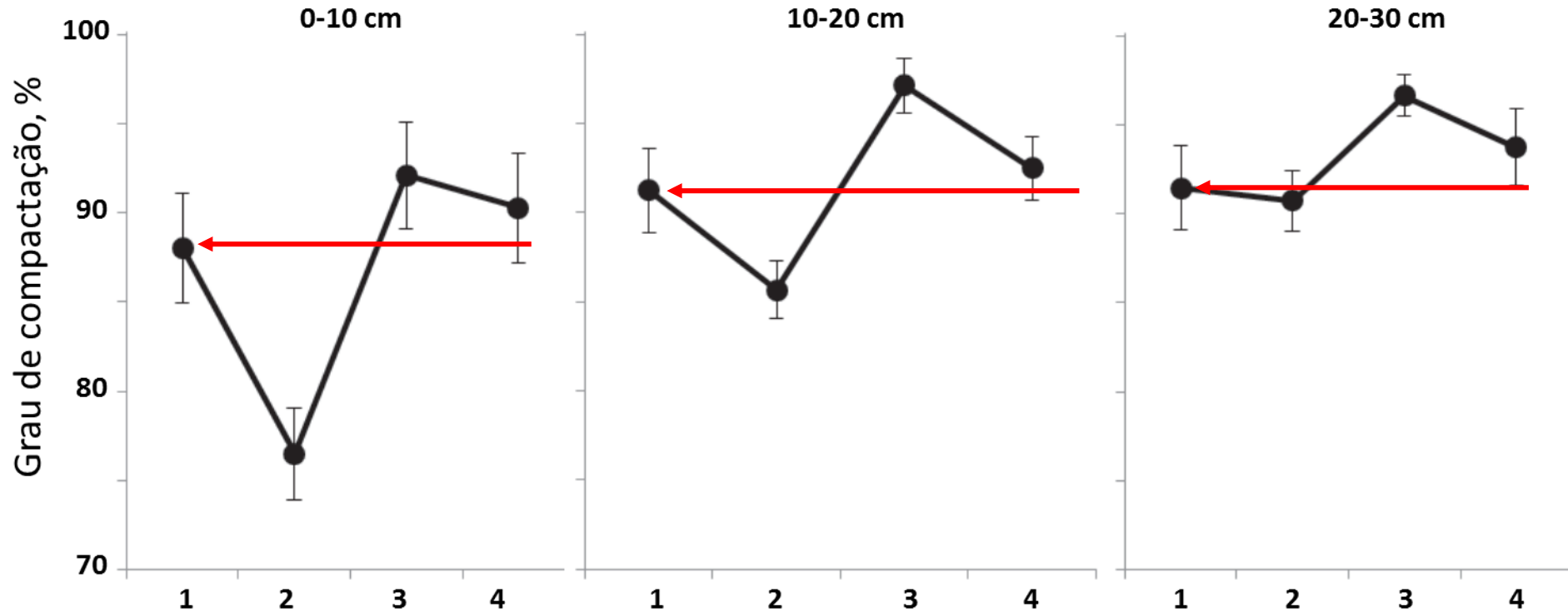
*Brachiaria ruzizienses*



# Qualidade física do solo

Silva et al. (2012)

Intervenção física é efêmera



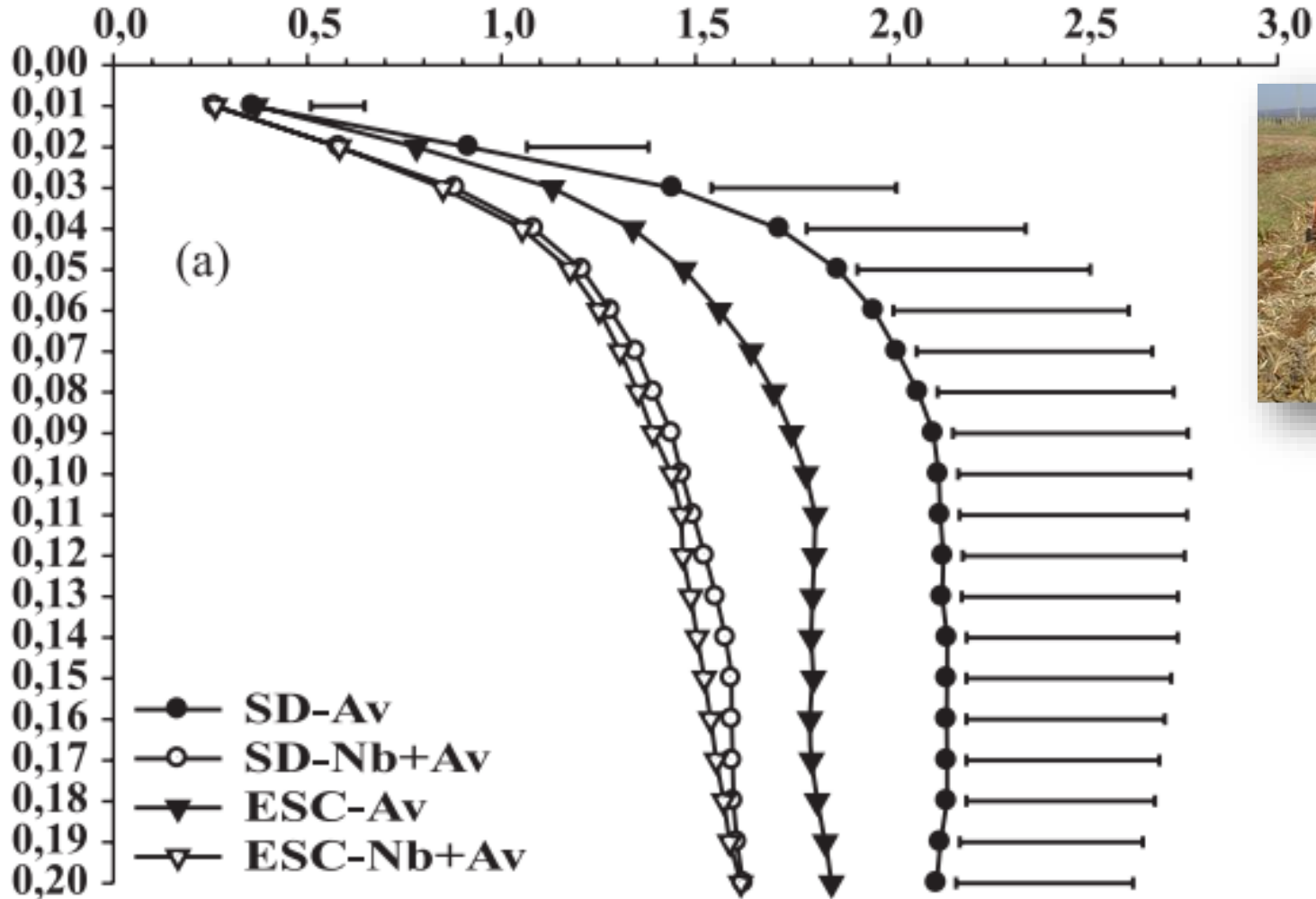
- 1 = Imediatamente antes da escarificação
- 2 = Imediatamente após a escarificação
- 3 = 6 meses após a escarificação
- 4 = 12 meses após a escarificação



# Qualidade física do solo

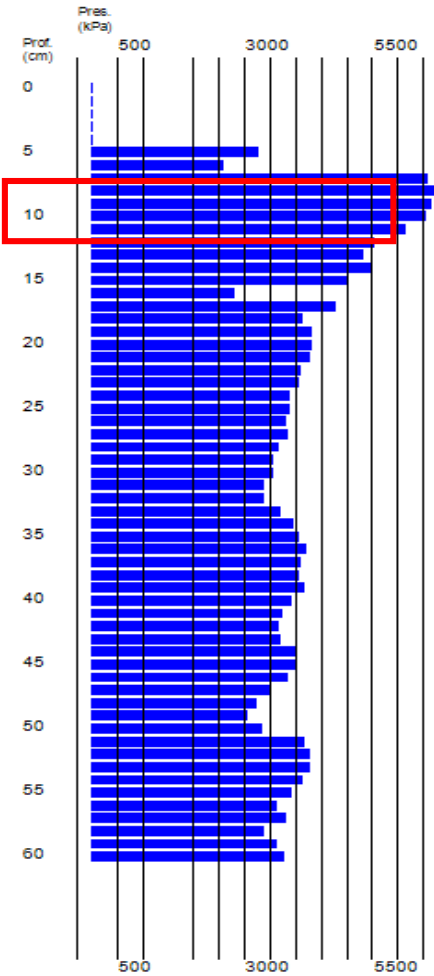
Intervenção física x biológica

RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO, MPa

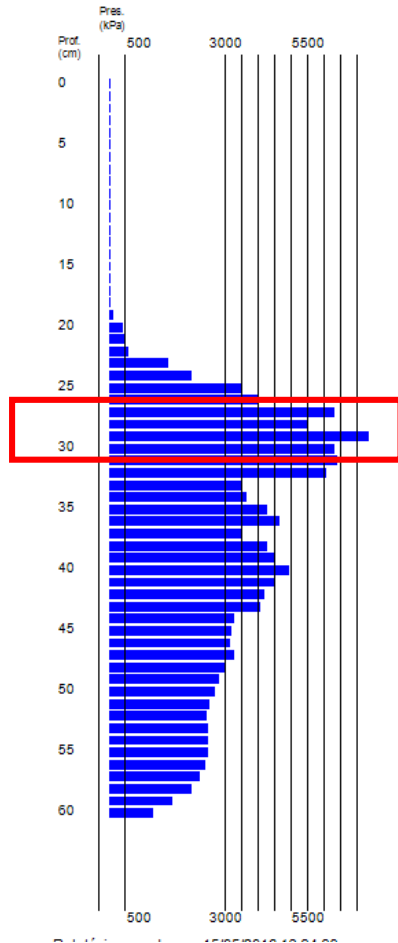


# Qualidade física do solo

## Compactação em diferentes camadas



Rio Verde- GO



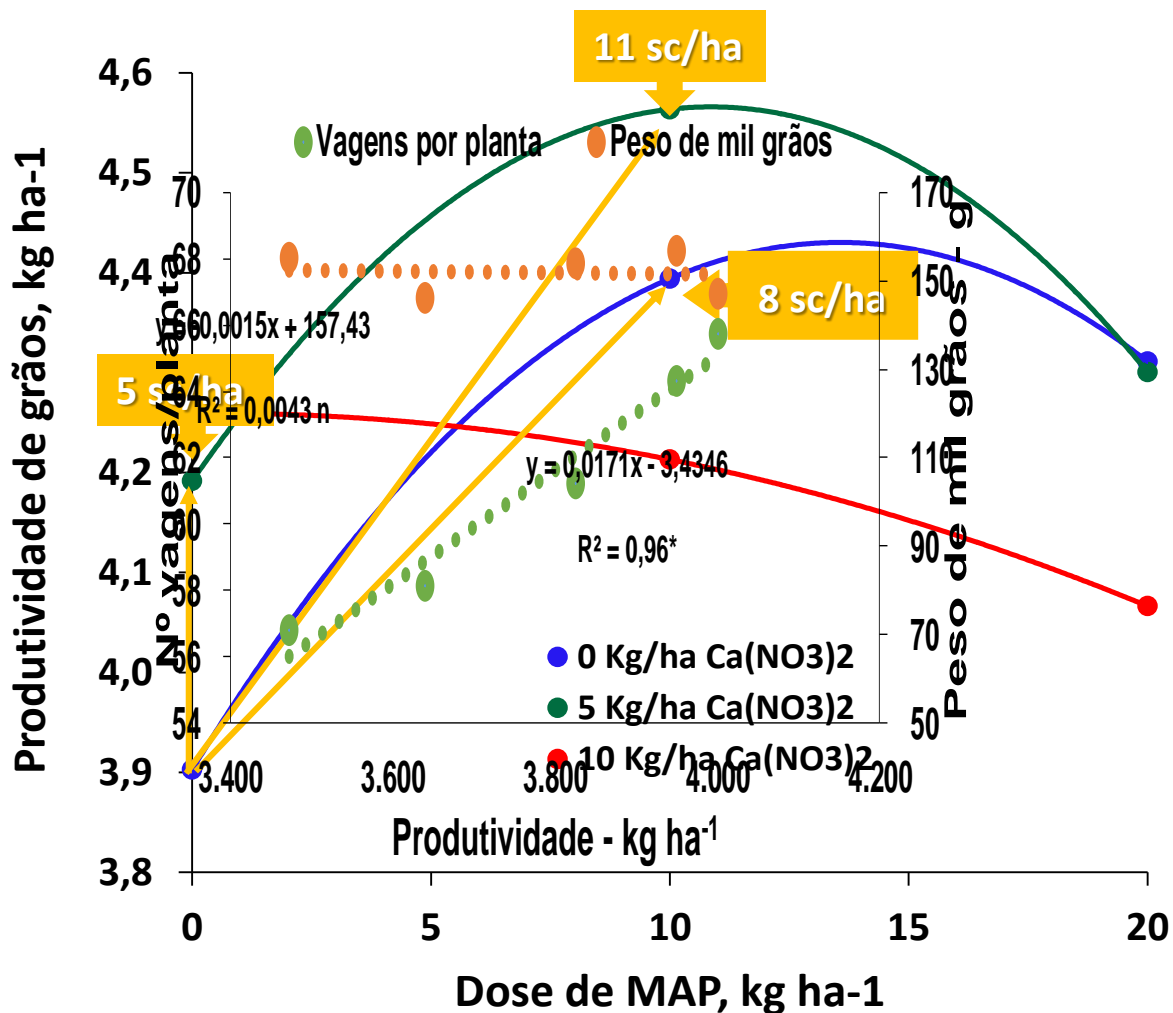
Rio Verde- GO



**Eficiência agronômica de novas tecnologias para fertilidade do solo e nutrição de plantas**

# Adubação foliar: P, N e Ca

- Soja cultivar Valiosa – Média de 3 anos (2013/14, 2014/15, 2015/16)
- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  aplicado em  $V_3$  e  $V_6$  / MAP aplicado em  $V_3$   $V_6$   $R_1$  e  $R_4$
- Adubação: 400 kg/ha de 0-20-20



Treatment	Pods/plant
Testemunha	57
MAP	61
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	58
MAP e Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	<b>66 (+16%)</b>



# Adubação foliar: P, N e Ca

- Feijão e Soja sequeiro - 2014/2015
- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  aplicado em  $V_3$  e  $V_6$  / MAP aplicado em  $V_3$   $V_6$   $R_1$  e  $R_4$
- Veranico de 28 dias e altas temperaturas

Tratamento	Feijão (PAD-DF)	Soja (Cabeceiras-GO)
	Produção de grãos (sc/ha)	
Testemunha	26	73
MAP	29	73
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	26	76
MAP e $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	<b>32</b>	<b>81</b>
<b>Lucro *</b>	<b>R\$ 483,00/ha</b>	<b>R\$ 362,50/ha</b>

\* Feijão: R\$ 100,00/sc / Soja: R\$ 60,00/sc / MAP: R\$ 4,60/kg /  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ : R\$ 2,3/kg /  
 aplicação: R\$ 15,00  
 Custo da tecnologia: R\$ 57,5/ha



## Formação adequada de corpo técnico



**AGRONOMIA**

# Formação de corpo técnico

## III WORKSHOP DE FERTILIZANTES

Trabalhos Científicos    Comissão Organizadora    Hospedagem e Alimentação

Uso eficiente de fertilizantes em sistemas integrados de produção

**16 a 18 AGOSTO 2017**

**SINOP MATO GROSSO**  
AUDITÓRIO DO SINDICATO RURAL

## XXXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

AMAZÔNIA E SEUS SOLOS: PECULIARIDADES E POTENCIALIDADES

30 de julho a 04 agosto de 2017  
Belém - Pará - Brasil

## 12º CONAFE

Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão

26 a 28 de setembro de 2017 - Piracicaba, SP

## Dia de Campo GTECFeijão

Práticas de manejo favoráveis ao ambiente de produção de feijão



### 33 Circular Técnica

Manejo da Adubação Fosfatada para Culturas Anuais no Cerrado

**Introdução**

O Nitroto 20 é um dos nutrientes mais importantes para a produção agrícola nos solos do Cerrado, uma vez que sua disponibilidade, em condições naturais, é muito baixa. Assim, a adubação fosfatada é prática imprescindível no estabelecimento e manutenção de qualquer sistema agrícola sustentável nessa região, sendo um dos investimentos que mais onera a prática da agricultura comercial no Cerrado. Portanto, para sistemas de cultivo anuais, é necessário que se utilizem recomendações adequadas no manejo de adubação fosfatada, visando alta eficiência do uso do P, o qual dependem de uma série de aspectos, cujo seio aqui apresentados.

Neste trabalho são apresentados os principais resultados experimentais obtidos com o aumento das doses de adubação de fósforo, sua absorção e aplicação das recomendações experimentais no pastoreio (GROTTA et al., 2008).

**Interpretação da Análise de Fósforo no Solo**

A interpretação da análise de P para solos do Cerrado pode ser realizada atualmente adotando-se no Brasil, Método 1 e outra proposta de Lora, e realizada com base em empagamento da camada superficial de 0 a 20 cm e 20 cm e 100 cm. Os valores críticos de P representam níveis mínimos adequados no solo, suficientes para obtenção de 80% e 90% do rendimento potencial na aplicação de adubação de P no sistema agrícola. Em sistemas de maior risco, como cultivo de grãos em sequeiro, ou menor risco irrigado, como soja e milho, sugere-se elevá-los para 100% do rendimento potencial de classe adubada, ou seja, 80% do rendimento potencial, de modo que os níveis críticos para Método 1 variam para: 15 mg dm<sup>-3</sup>, 15 mg dm<sup>-3</sup>, 1 mg dm<sup>-3</sup> e 4 mg dm<sup>-3</sup> para os solos com teor de argila < 15%, 15% a 35%, 35% a 60% e > 60%, respectivamente. Em sistemas de menor risco, como cultivo irrigado de grãos, culturas de maior risco irrigado, como feijão e algodão, ou áreas cultivadas há mais de dez anos com produtividades semelhantes ao potencial de 80%, sugere-se elevá-los para 100% do rendimento de classe adubada, ou seja, 90% do rendimento potencial, de modo que os níveis críticos serão iguais a 20 mg dm<sup>-3</sup>, 20 mg dm<sup>-3</sup>, 10 mg dm<sup>-3</sup> e 6 mg dm<sup>-3</sup> para os solos com teor de argila < 15%, 15% a 35%, 35% a 60% e > 60%, respectivamente. Os rendimentos potenciais correspondentes são 5 t ha<sup>-1</sup> soja, 5 t ha<sup>-1</sup> milho, 15 t ha<sup>-1</sup> milho, 8 t ha<sup>-1</sup> arroz, 5 t ha<sup>-1</sup> sorgo, 8 t ha<sup>-1</sup> sorgo e 4 t ha<sup>-1</sup> algodão em campo.

A interpretação dos teores de P no solo avaliados pelo método do resíduo é pouco utilizada nos solos do Cerrado, não sendo recomendado, portanto, de usar classes em razão dessa variável. Dessa forma, independentemente do teor de argila do solo, os níveis críticos são de 15 mg dm<sup>-3</sup> e 20 mg dm<sup>-3</sup>, suficientes para obtenção de 80% do rendimento potencial na aplicação de adubação de P no sistema agrícola, recomendados para sistemas de maior ou menor risco, respectivamente.

## CERRADO

Correção do solo e adubação

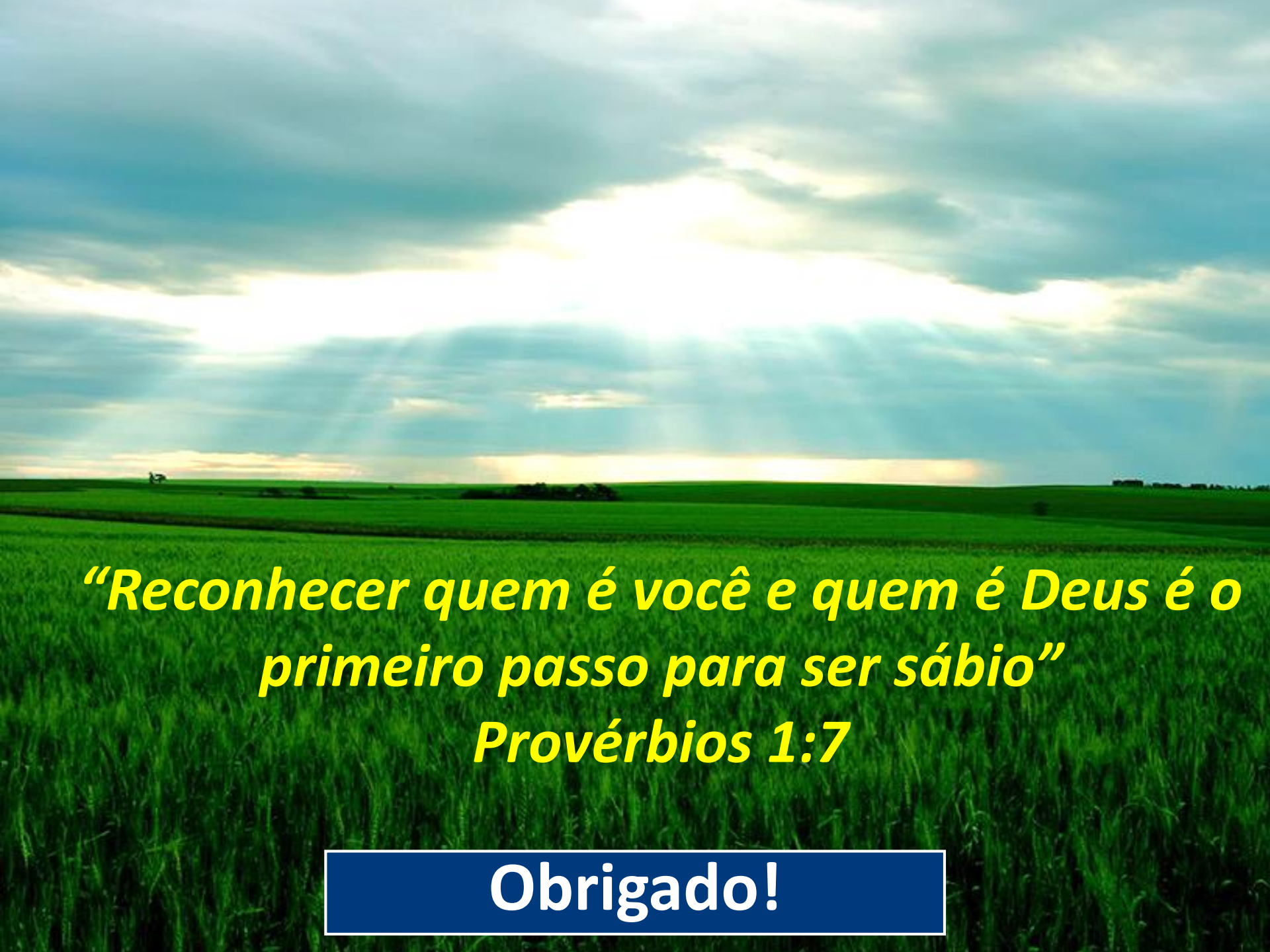
Embrapa    Emater

- » Doutorado: 2
- » Mestrado: 1
- » Graduação: 4

GRUPO ASSOCIADO DE PESQUISA DO SUDESTE GOIANO

INSTITUTO phytus

Agricultura em nosso DNA



*“Reconhecer quem é você e quem é Deus é o primeiro passo para ser sábio”*

*Provérbios 1:7*

**Obrigado!**

# **Embrapa**

---

## **Cerrados**

**[rafael.nunes@embrapa.br](mailto:rafael.nunes@embrapa.br)**

**Fone 61-3388-9814**

**BR 020 - Km 18 - Rodovia Brasília/Fortaleza Planaltina, DF  
CEP 73301 970 - Caixa Postal 08223**

**Fone: (061)3388-9898 Fax (061) 3388-9879**

**<http://www.cpac.embrapa.br>**