

XIV Workshop CTC Comigo – Agricultura
Rio Verde/GO – 28 Agosto 2015



Construção do Perfil do Solo

Dr. Eros Francisco
IPNI Brasil
efrancisco@ipni.net



IPNI

- ✓ O “International Plant Nutrition Institute” (IPNI) é uma organização nova, sem fins lucrativos, dedicada a desenvolver e promover informações científicas sobre o manejo responsável dos nutrientes das plantas – N, P, K, nutrientes secundários, e micronutrientes – para o benefício da família humana.

IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE
Agronomic Staff and Administrators

Americas and Oceania Group

- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. David C. Beatty**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: dbeatty@ipni.org
- Dr. John B. Boyer**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: jboyer@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org

Eastern Europe / Central Asia and Middle East Group

- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org

Asia and Africa Group

- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org
- Dr. Robert C. Anderson**, Director of Agronomy, IPNI, 11910 Rockledge Drive, Suite 200, Rockledge, FL 32955, USA. Phone: +1 321 226 1200. Fax: +1 321 226 1201. Email: randerson@ipni.org

Material Educativo



N em milho



P em milho

<http://media.ipni.net/>



K em soja



Zn em algodão



Ferramentas via Website

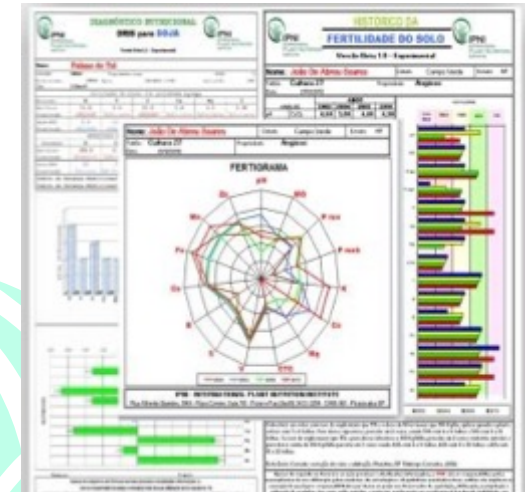
Recomendação de adubação e calagem

<http://brasil.ipni.net>

Balanco de nutrientes nas culturas

| | Exportação | Adubação | Balanco | Desfrute | FBN |
|-------|------------|----------|---------|----------|-----|
| | kg/ha | | | % | |
| N: | 90.4 | 100 | 9.5 | 90.4 | 0 |
| P2O5: | 31.9 | 100 | 68.1 | 31.9 | |
| K2O: | 86.4 | 150 | 63.6 | 57.6 | |
| Ca: | 31 | 20 | -11 | 155.2 | |
| Mg: | 18 | 20 | 2 | 90 | |
| S: | 36 | 60 | 24 | 60 | |
| | g/ha | | | % | |
| B: | 179.6 | 1000 | 820.4 | 18 | |
| Cu: | 38.7 | 0 | -38.7 | | |
| Fe: | 850 | 0 | -850 | | |
| Mn: | 59.8 | 500 | 440.2 | 12 | |
| Mo: | - | 0 | 0 | | |
| Zn: | 49.5 | 500 | 450.5 | 9.9 | |

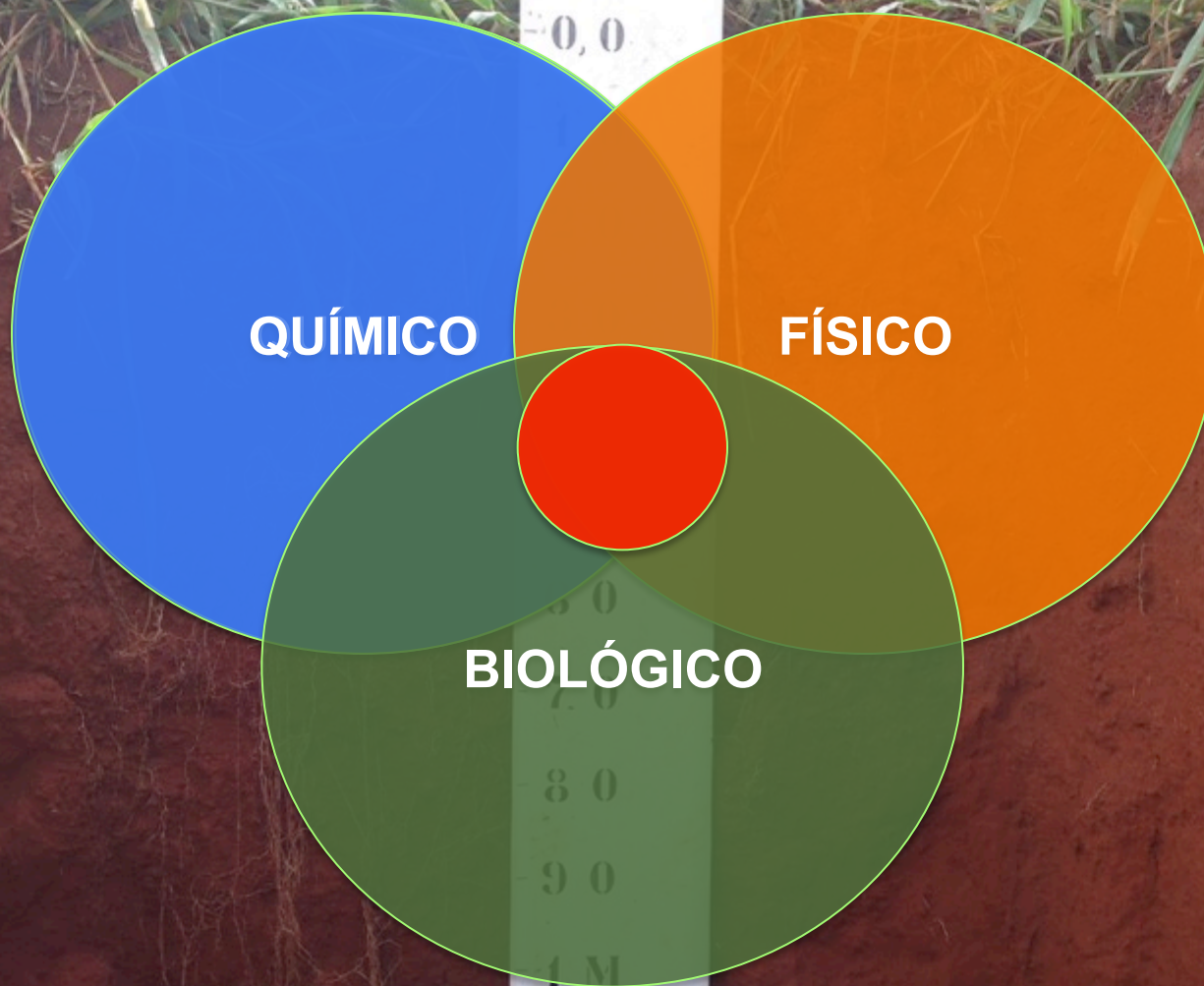
DRIS



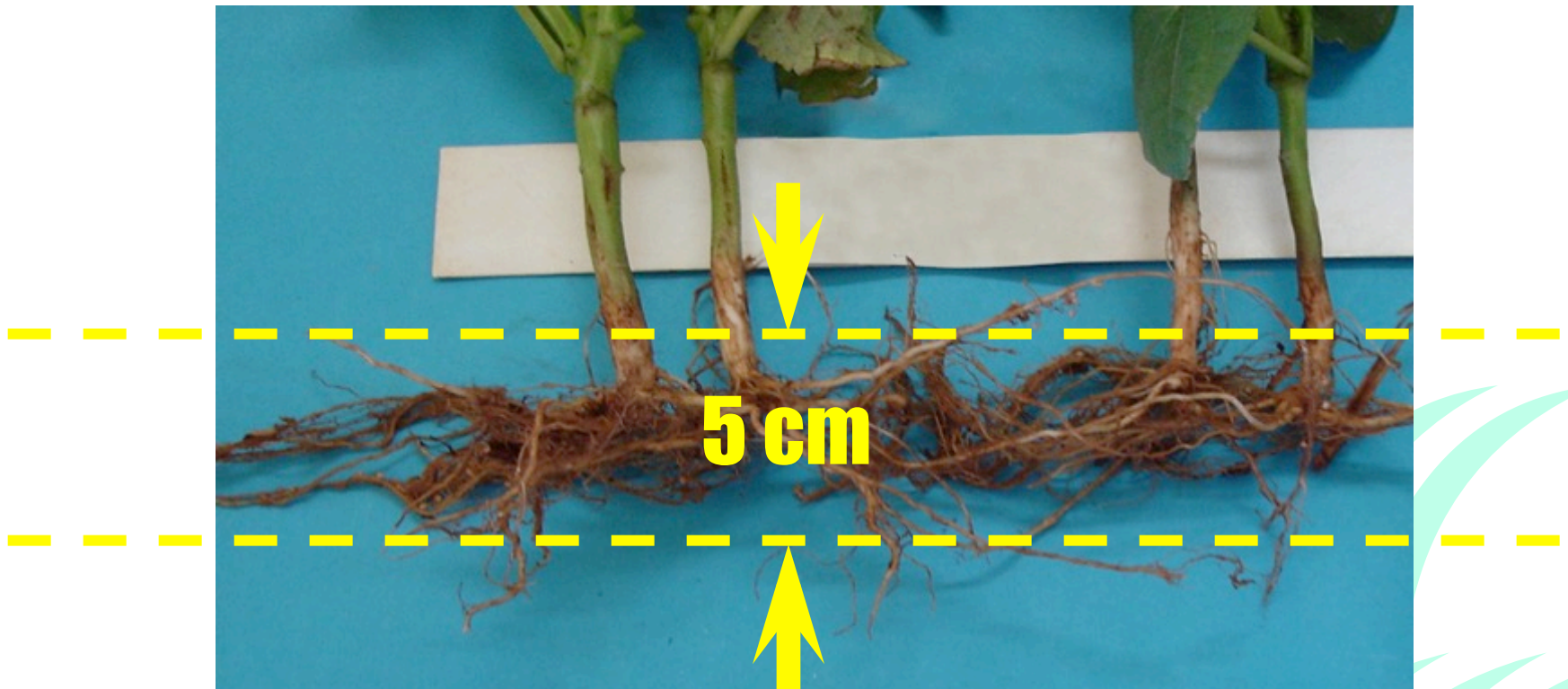


Perfil de solo: um pouco de reflexão

Interação positiva na construção do perfil do solo



Perfil de solo: *um pouco de reflexão*



Provável efeito: (i) compactação, (ii) acidez, (iii) fertilidade superficial ou (iv) combinação de dois ou mais fatores

Nestas condições, as raízes sempre crescerão superficialmente

Fonte: Denardin, J.E. (EMBRAPA)



Perfil de solo: *um pouco de reflexão*

Análise química do perfil de um Latossolo Vermelho muito argiloso (650 g kg⁻¹ de argila), cultivado há 35 anos com soja, milho e algodão

| Prof | pH | MO ⁽¹⁾ | P ⁽²⁾ | S ⁽³⁾ | K ⁽²⁾ | Ca ⁽⁴⁾ | Mg ⁽⁴⁾ | Al ⁽⁴⁾ | H+Al ⁽⁵⁾ | CTC | SB | V | m |
|---------|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|------|---------------|----|------|
| (cm) | CaCl ₂ | g/dm ³ | --- mg/dm ³ --- | | ----- mmol _c /dm ³ ----- | | | | | | ----- % ----- | | |
| 0-5 | 5,4 | 42 | 19 | 10 | 2,6 | 35 | 20 | 0,0 | 22 | 82,2 | 60,2 | 73 | 0,0 |
| 5-10 | 4,7 | 31 | 22 | 8 | 2,0 | 22 | 7 | 2,6 | 41 | 74,0 | 33,0 | 45 | 7,7 |
| 10-20 | 4,4 | 29 | 15 | 10 | 1,7 | 18 | 5 | 1,8 | 46 | 72,4 | 26,4 | 36 | 6,8 |
| 20-30 | 4,2 | 22 | 5 | 33 | 1,3 | 6 | 2 | 6,1 | 51 | 61,6 | 10,6 | 17 | 39,6 |
| 30-40 | 4,2 | 19 | 5 | 74 | 1,1 | 3 | 1 | 5,8 | 46 | 52,2 | 6,2 | 12 | 53,2 |
| 40-60 | 4,6 | 14 | 4 | 74 | 1,2 | 7 | 2 | 2,4 | 27 | 38,4 | 11,4 | 30 | 19,0 |
| 60-90 | 4,9 | 11 | 4 | 70 | 0,5 | 7 | 3 | 1,4 | 23 | 34,0 | 11,0 | 32 | 11,8 |
| 90-120 | 5,4 | 9 | 4 | 19 | 0,1 | 4 | 2 | <0,1 | 18 | 24,2 | 6,2 | 26 | <0,1 |
| 120-150 | 5,4 | 7 | 4 | 8 | 0,1 | 3 | 1 | <0,1 | 16 | 20,2 | 4,2 | 21 | <0,1 |
| 150-180 | 5,7 | 7 | 3 | 6 | 0,2 | 2 | 0 | <0,1 | 15 | 17,4 | 2,4 | 14 | <0,1 |
| 180-210 | 5,7 | 6 | 3 | 5 | 0,2 | 3 | 1 | <0,1 | 14 | 18,4 | 4,4 | 24 | <0,1 |
| 210-240 | 5,7 | 6 | 3 | 6 | 0,1 | 2 | 2 | <0,1 | 13 | 17,2 | 4,2 | 24 | <0,1 |
| 240-270 | 5,8 | 6 | 4 | 7 | 0,1 | 3 | 1 | <0,1 | 12 | 16,2 | 4,2 | 26 | <0,1 |

Construção do perfil: QUÍMICO

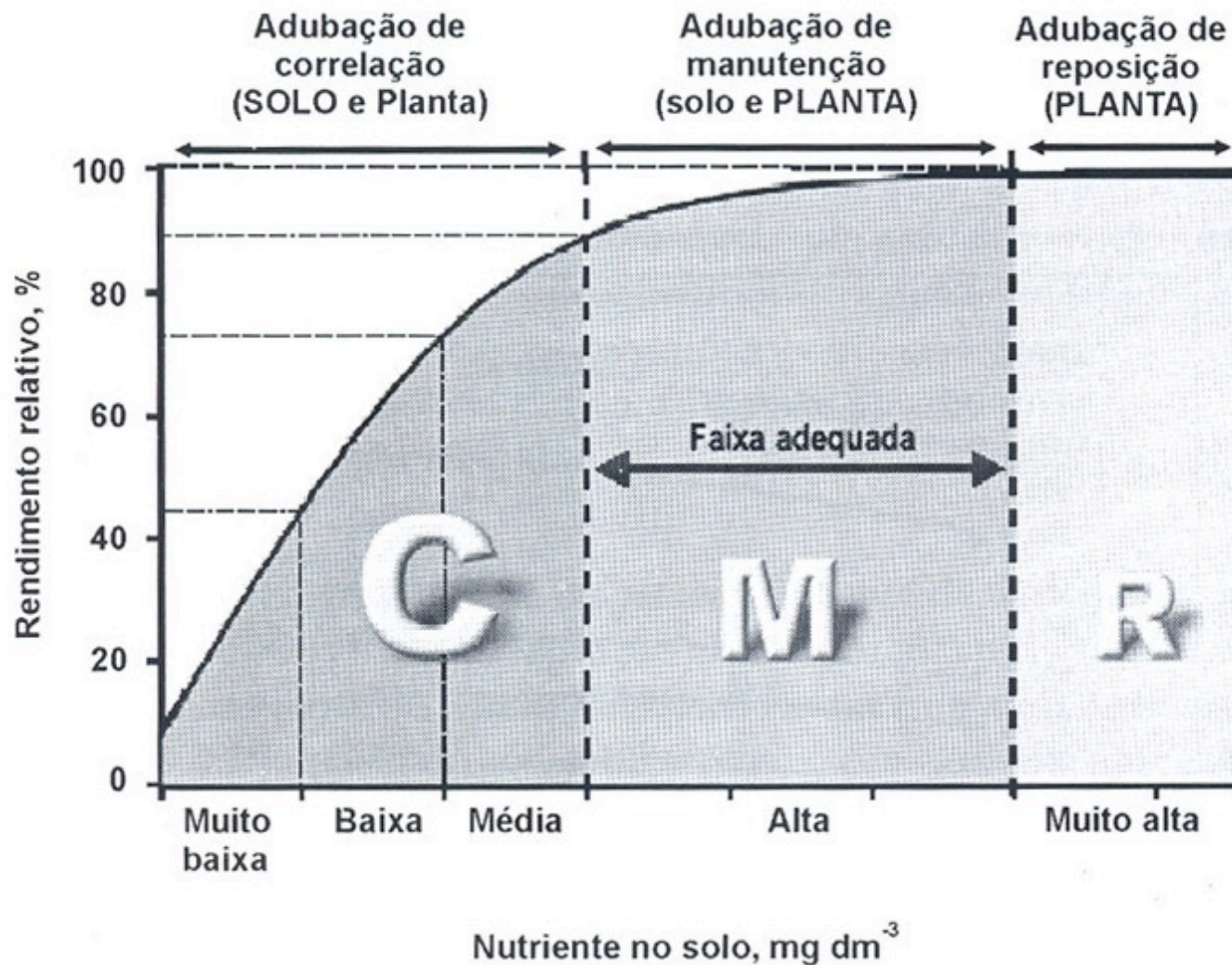
QUÍMICO

0,0
1,0
2,0
3,0
4,0
0,5 M
6,0
7,0
8,0
9,0
1 M
1,0



Disponibilidade de nutrientes

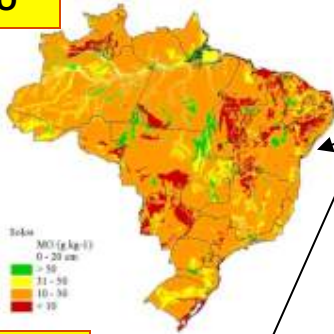




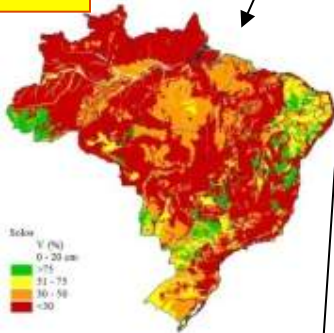
Relação entre o rendimento relativo de uma cultura e o teor de um nutriente no solo e as indicações de adubação para cada faixa de teor no solo.

Classes de Restrição em Relação à Fertilidade

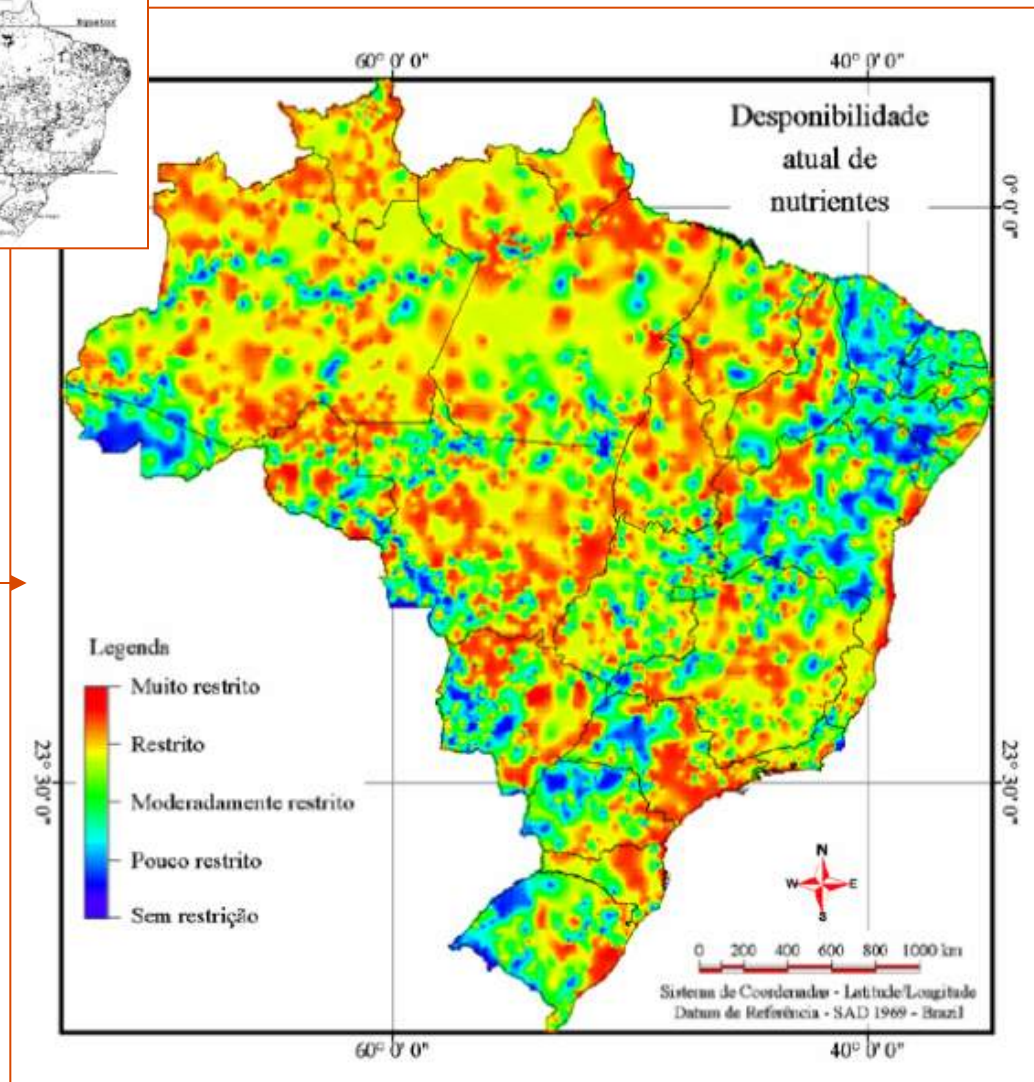
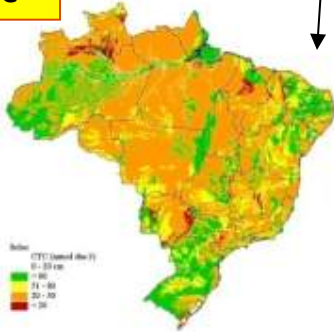
MO



SB (V%)

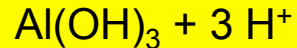
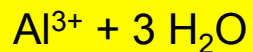
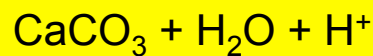


CTC

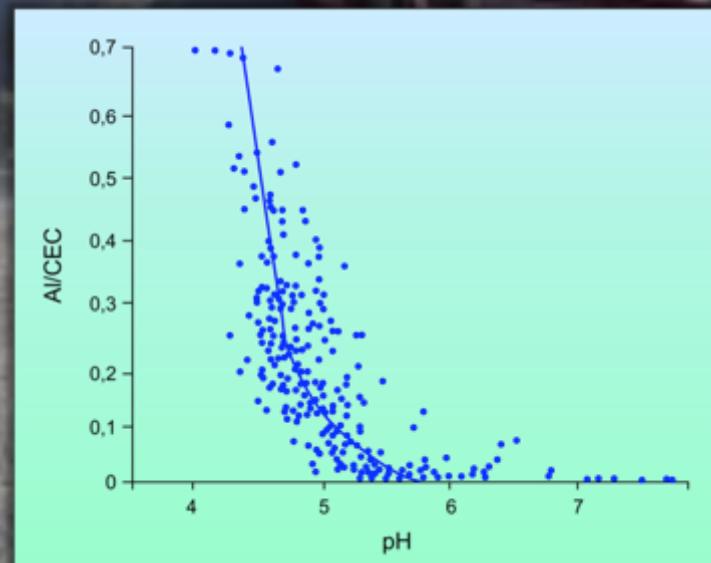
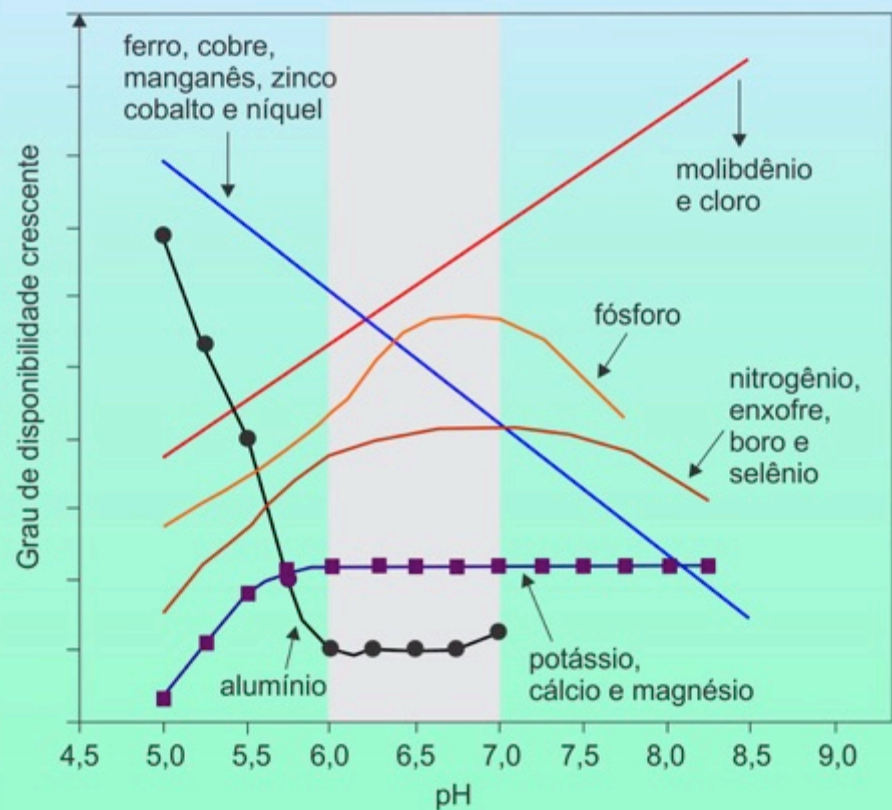


Fonte: Sparovek et al.

Reações Envolvidas na Calagem do Solo



- (1) Neutralização da acidez (H^+)
- (2) Hidrólise do Al^{3+} gera acidez
- (3) Imobilização do Al^{3+}
- (4) Precisamos de uma base forte



Calagem do Solo: critérios de recomendação

1. Critério dos teores de Al, Ca e Mg trocáveis

➤ **Cenário 1: argila >15%, Ca+Mg <2 cmol_c/dm³ e CTC >4 cmol_c/dm³**

✓ NC (t/ha) = [2 x Al + 2 - (Ca + Mg)] x f f = 100 / PRNT

➤ **Cenário 2: argila > 15%, Ca+Mg > 2 cmol_c/dm³ e CTC > 4 cmol_c/dm³**

✓ NC (t/ha) = [2 x Al] x f

➤ **Cenário 3: argila < 15%**

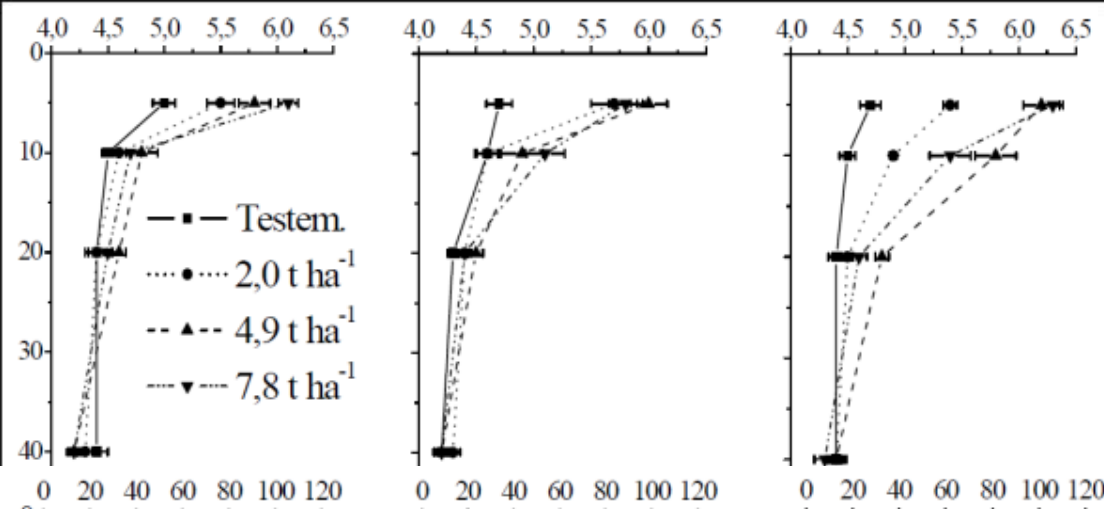
✓ NC (t/ha) = [2 x Al] x f

✓ NC (t/ha) = [2 - (Ca + Mg)] x f

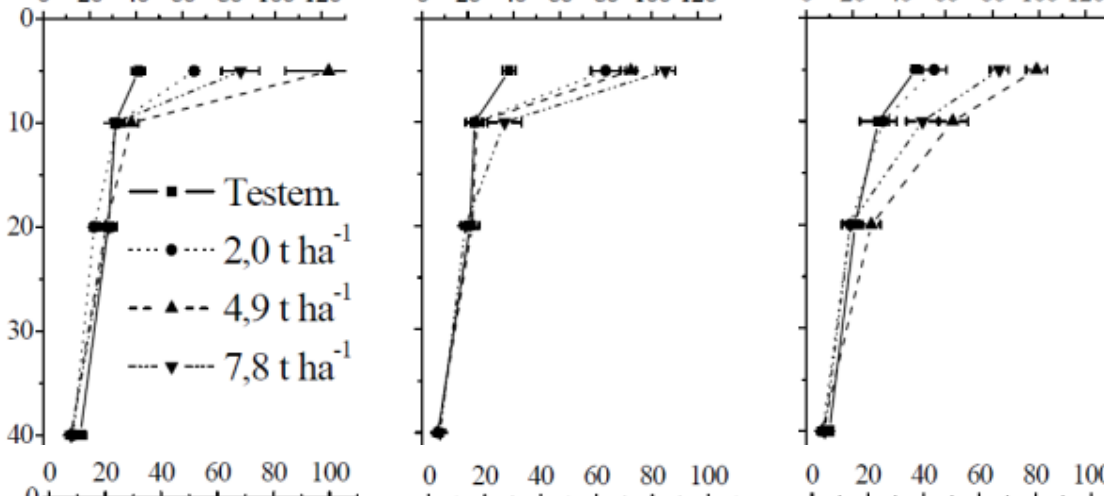
2. Critério da elevação da saturação por bases

✓ NC (t/ha) = [(V2 - V1) x CTC / 100] x f f = 1,5 p/ solos arenosos
2,0 p; solos argilosos

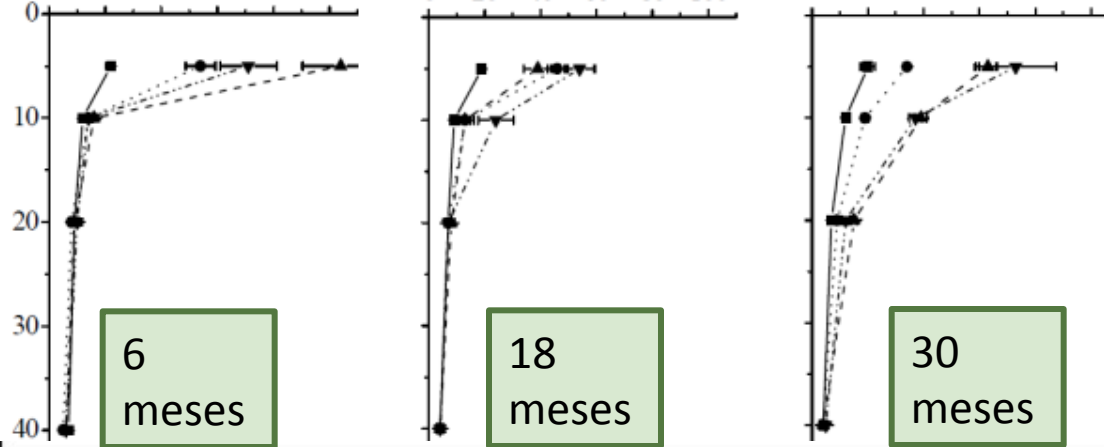
Fonte: Souza e Lobato (2004).



pH CaCl₂



Ca (mmol_c dm⁻³)



Mg (mmol_c dm⁻³)

Fonte: Cambri, MA (2004)

6
meses

18
meses

30
meses

Calagem do Solo: *que tipo de calcário aplicar?*

- ✓ Teor de Ca e Mg
- ✓ PRNT
- ✓ RE (granulometria)

| Calcário | PRNT | PN | RE | PN 30 dias | PN após 30 dias |
|----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
| A | 80 | 89.5 | 89.5 | 80.1 | 9.4 |
| B | 80 | 100 | 80 | 80 | 20.0 |
| C | 80 | 80 | 100 | 80 | 0.0 |



Calagem do Solo: método da V%

Quantidade de calcário calculada pelo método da saturação por bases (t/ha) para alcançar V% de 40, 50 e 60%, e a quantidade real de calcário (utilizando o método de saturação de bases + fator de correção) para alcançar o V% desejado, em área de primeiro ano de cultivo no Cerrado.

| Local | V% inicial | V% almejada | Cal (t/ha) PRNT 80% | V% obtida | Calcário necessário (t/ha) |
|--------------------------|------------|-------------|---------------------|-----------|----------------------------|
| Campo Novo Parecis-MT | 8,3 | 40 | 2,5 | 24,6 | 4,6 |
| | 8,3 | 50 | 3,3 | 30,6 | 5,8 |
| | 8,3 | 60 | 4,1 | 36,7 | 6,9 |
| Nova Mutum- MT | 9,0 | 40 | 2,8 | 26,8 | 4,1 |
| | 9,0 | 50 | 3,7 | 33,8 | 5,6 |
| | 9,0 | 60 | 4,7 | 39,4 | 7,4 |

Fonte: Fundação MT/PMA – Dados no publicados

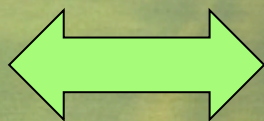
Qualidade operacional



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

Qualidade operacional

AREA ABERTA PELO
NOVO DONO



ÁREA ANTIGO
DONO

FAIXA DE CALCÁRIO

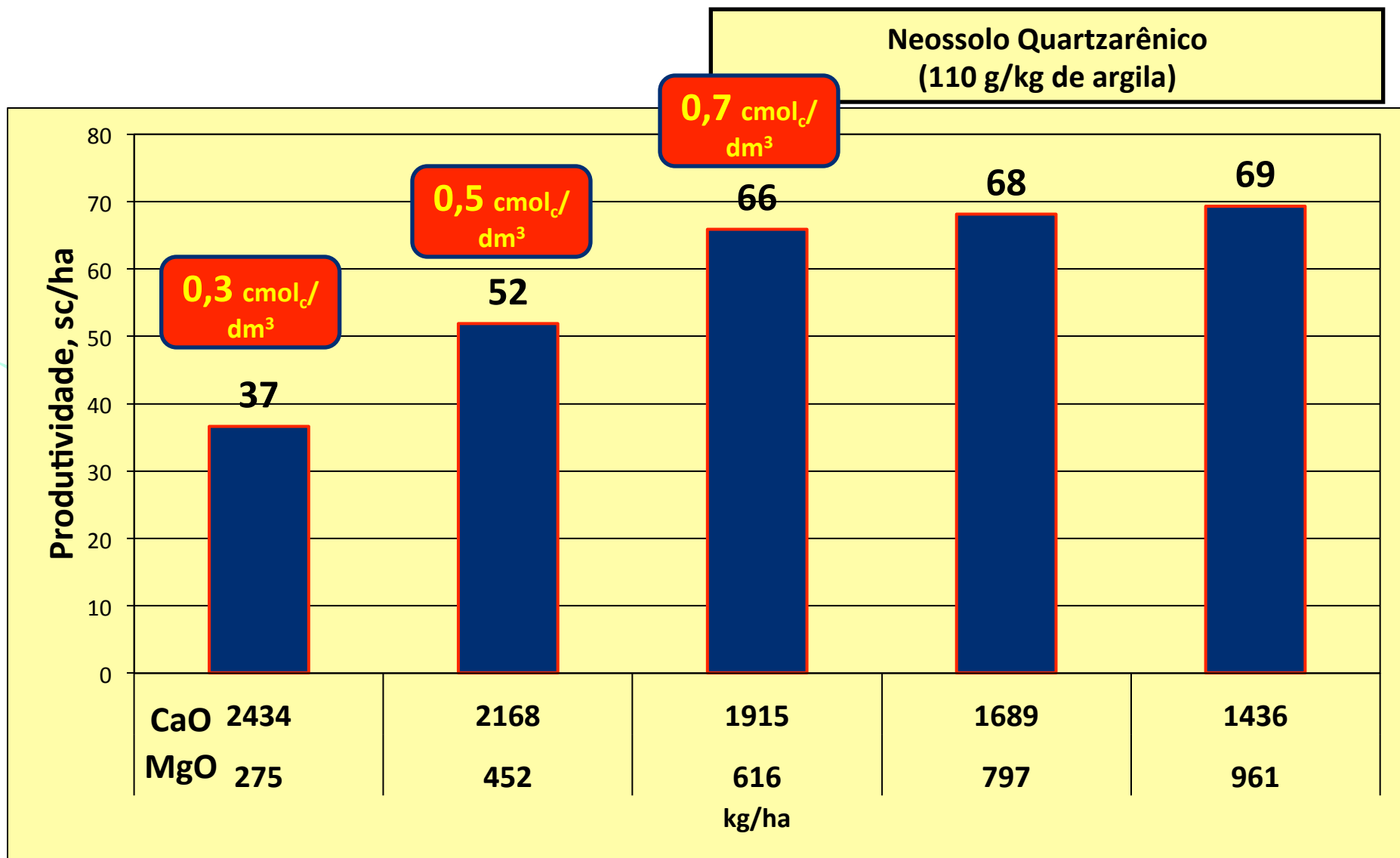


Fonte: Haroldo Hoogerheide, Fundação MT
(2010).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

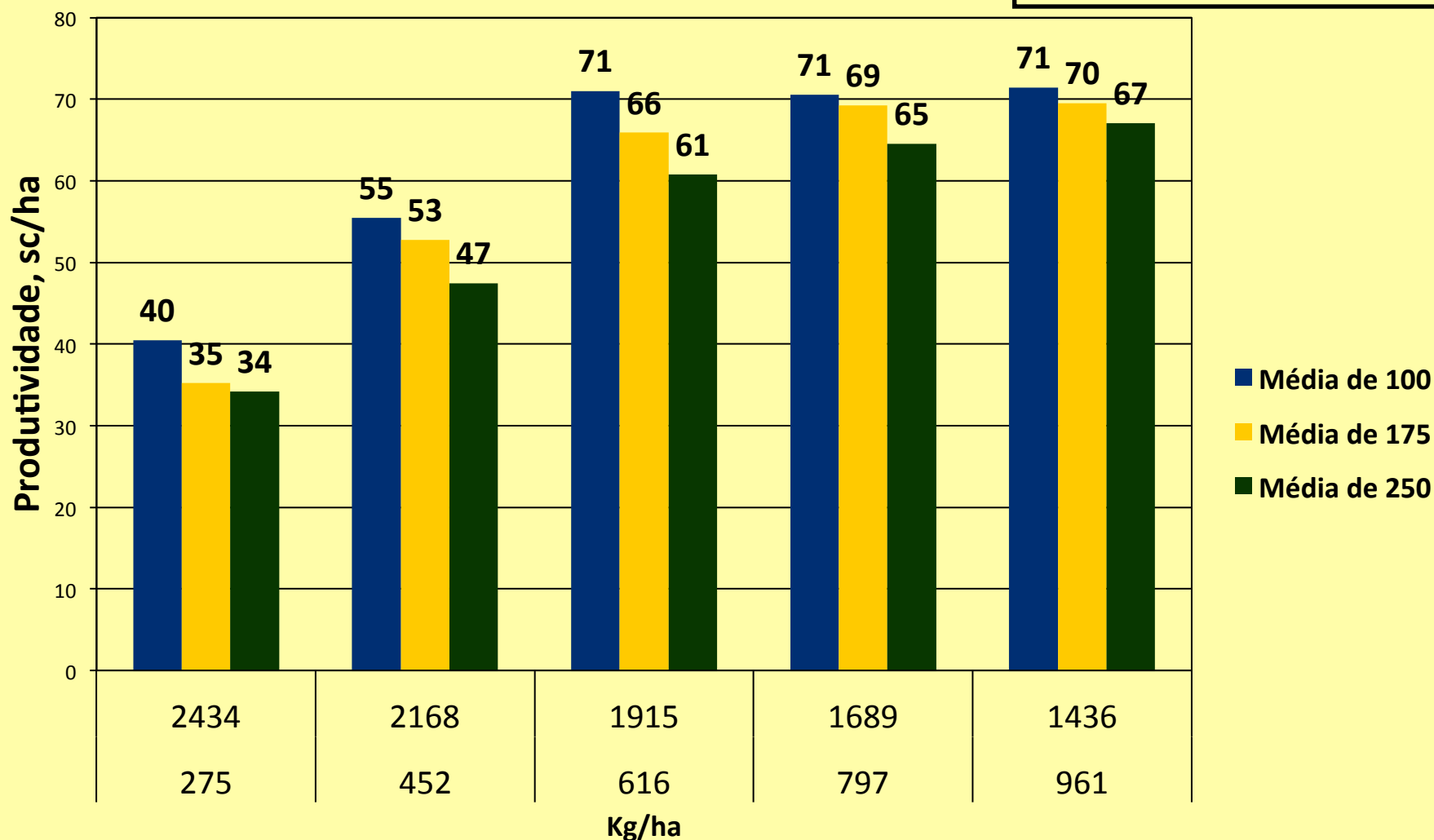
Efeito de Mg na produtividade de soja



Fonte: Fundação MT/PMA – Safra 2009/2010

Efeito de Mg na produtividade de soja

Neossolo Quartzarênico
(110 g/kg de argila)



Fonte: Fundação MT/PMA – Safra 2009/2010

Estudo da correção química do solo em plantio direto

Atributos químicos iniciais do solo (Setembro/2012*)

| Prof. (cm) | pH CaCl ₂ | P | K | S | Ca | Mg | Al | H+Al | CTC | MO | V | m | Zn | Cu | Mn | Fe | B |
|------------|-------------------------|---------------------------------|----|----|------------------------------------|-----|-----|------|-----|---------------|----|----|---------------------------------|-----|------|----|------|
| | | ----- mg dm ⁻³ ----- | | | ----- cmolc dm ⁻³ ----- | | | | | ----- % ----- | | | ----- mg dm ⁻³ ----- | | | | |
| 0-20 | 4,7 | 9 | 32 | 9 | 1,8 | 0,7 | 0,3 | 4,8 | 7,4 | 39 | 35 | 10 | 5,4 | 0,8 | 22,4 | 83 | 0,42 |
| 20-40 | 4,5 | 4 | 4 | 11 | 1,1 | 0,4 | 0,4 | 4,5 | 6,0 | 23 | 25 | 21 | 2,0 | 0,2 | 10,5 | 84 | 0,32 |

Teor de argila (0-20 cm): 64% (solo muito argiloso);

Extratores:

- P, K, Zn, Cu, Mn (Mehlich-1);
- Ca, Mg e Al (KCl 1 mol L⁻¹);
- H+Al (Acetato de Cálcio pH 7,0);
- MO (dicromato de potássio);
- B (água quente);
- S (fosfato de cálcio).

***Nota:** solo cultivado por 4 safras consecutivas sem adubação (8 cultivos: 4 de soja e 4 de milho “safrinha”) – 2008/09 à 2011/12.

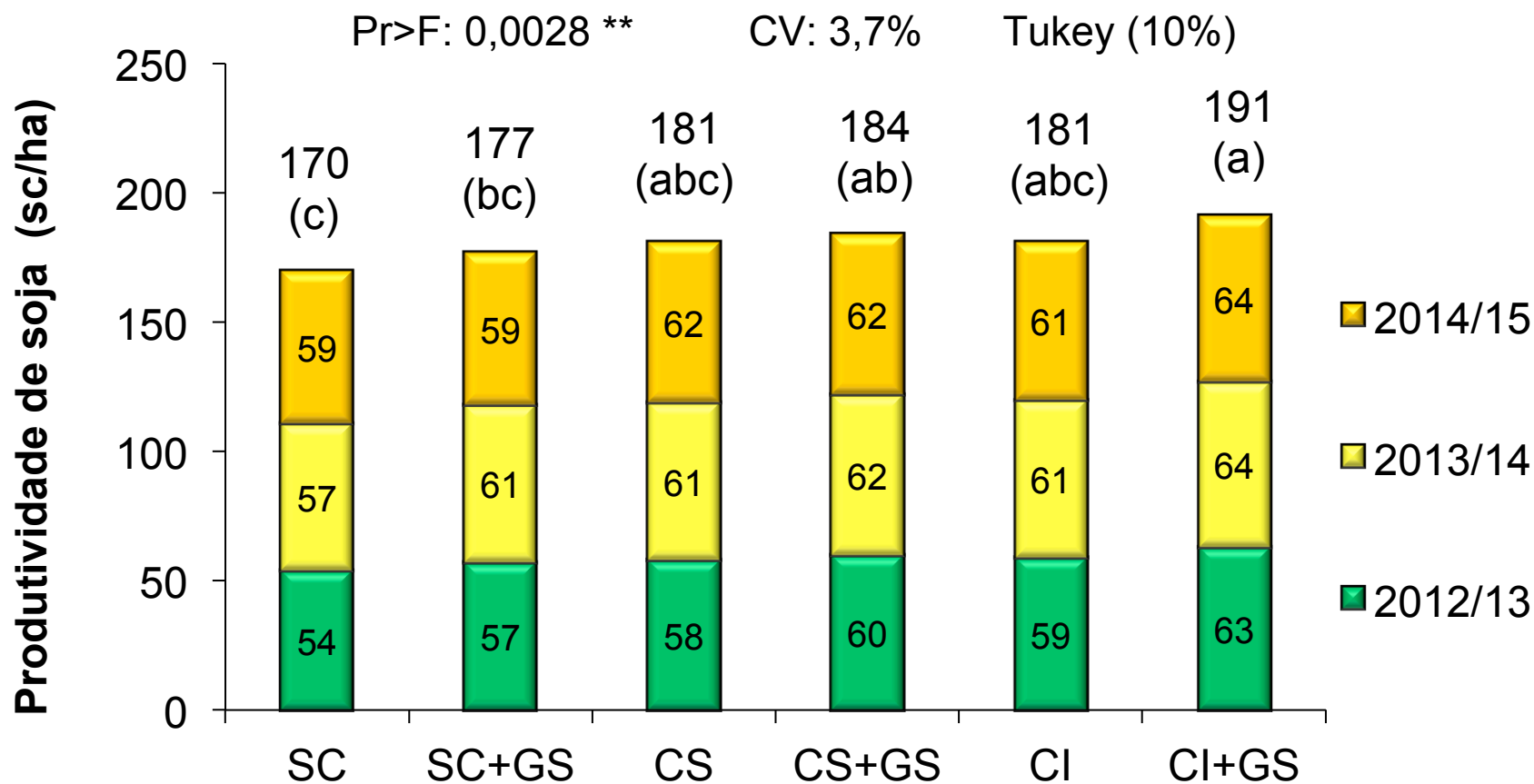
Estudo da correção química do solo em plantio direto

| T | Modo de aplicação do calcário e do gesso | Doses aplicadas na safra 2012/2013 | | |
|---|---|------------------------------------|---------------------|---------------------------------|
| | | Calcário ^{/1} | Gesso ^{/2} | S-SO ₄ ⁻² |
| | | kg/ha | | |
| 1 | Sem calagem | – | – | – |
| 2 | Sem calagem + gesso superficial | – | 3.200 | 480 |
| 3 | Calagem superficial | 2.000 | – | – |
| 4 | Calagem superficial + gesso superficial | 2.000 | 3.200 | 480 |
| 5 | Calagem incorporada (20 cm) | 4.000 | – | – |
| 6 | Calagem incorporada (20 cm) + gesso superficial | 4.000 | 3.200 | 480 |

^{/1}Calcário Dolomítico. ^{/2}Dose recomendada pela Embrapa: 50 x teor de argila (%). S-SO₄⁻² – enxofre na forma de sulfato.

Estudo da correção química do solo em plantio direto

Produtividade acumulada de soja – 3 safras



Descrição dos tratamentos:

- **SC**: Sem Calagem
- **SC + GS**: Sem Calagem + Gesso Superficial
- **CS**: Calagem Superficial

- **CS + GS**: Calagem Superficial + Gesso Superficial
- **CI**: Calagem Incorporada (20 cm)
- **CI + GS**: Calagem Incorporada (20 cm) + Gesso Superficial

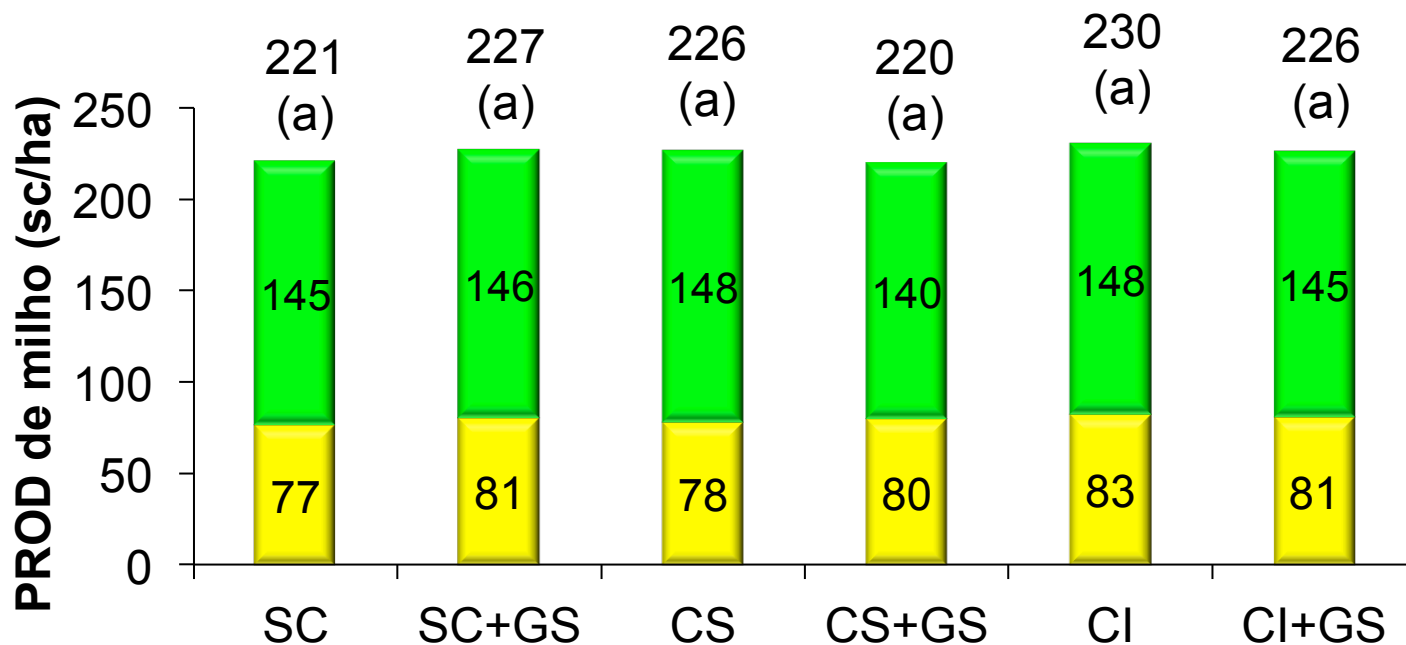
Estudo da correção química do solo em plantio direto

Produtividade acumulada de milho safrinha – 2 safras

Pr>F: 0,6690 ns CV:
4,87% Tukey (10%)

■ Safra 2013/14 (Dow 2B587 PW)

■ Safra 2012/13 (P30F35 Hx)

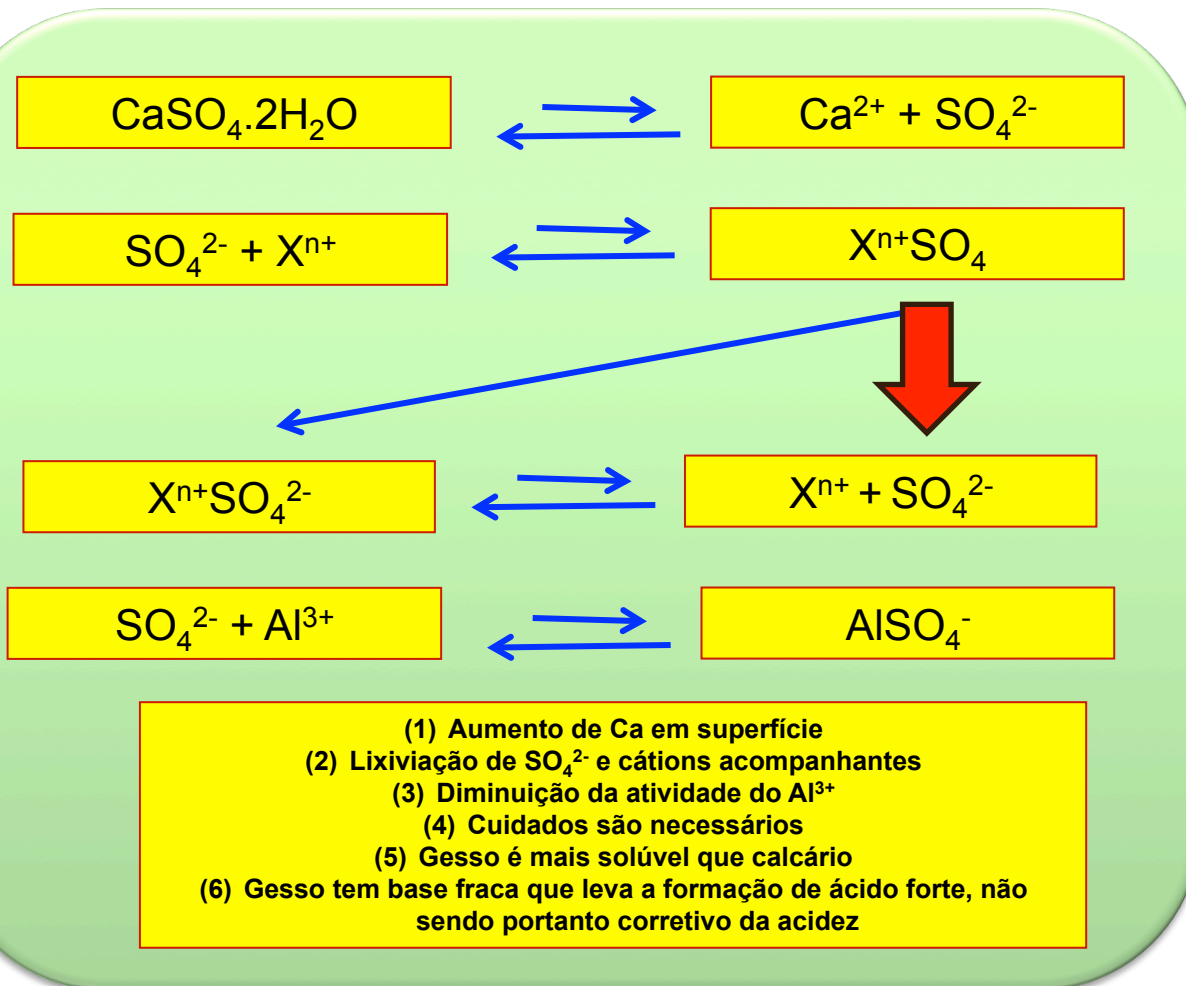


Descrição dos tratamentos:

- **SC**: Sem Calagem
- **SC + GS**: Sem Calagem + Gesso Superficial
- **CS**: Calagem Superficial

- **CS + GS**: Calagem Superficial + Gesso Superficial
- **CI**: Calagem Incorporada (20 cm)
- **CI + GS**: Calagem Incorporada (20 cm) + Gesso Superficial

Reações Envolvidas na Gessagem do Solo

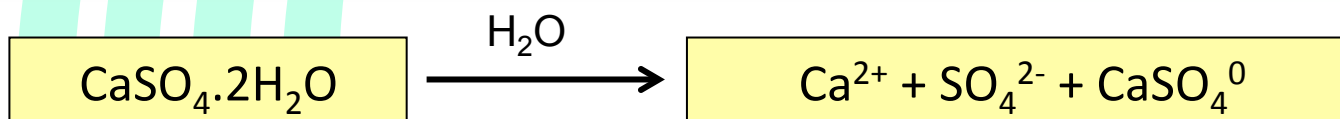


Critério para uso de gesso:

- ✓ Avaliar camada 20-40 cm ou 40-60 cm
- ✓ $\text{Ca} < 0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$
- ✓ $\text{m}\% > 30$

PRÁTICAS CORRETIVAS: gessagem

- ✓ Fonte de Ca (18%);
- ✓ Fonte de S (15%);
- ✓ Condicionar de subsuperfície: neutralizar Al trocável, fornecer Ca em profundidade;
- ✓ Condição p/ aplicação: m% > 30 e Ca < 0,5 cmol_c/dm³ na camada 20-40 cm;
- ✓ Dose de 50 kg para cada unidade de argila (Ex. 30% de argila x 50 kg = 1.500 kg/ha de gesso);
- ✓ Não demanda incorporação;



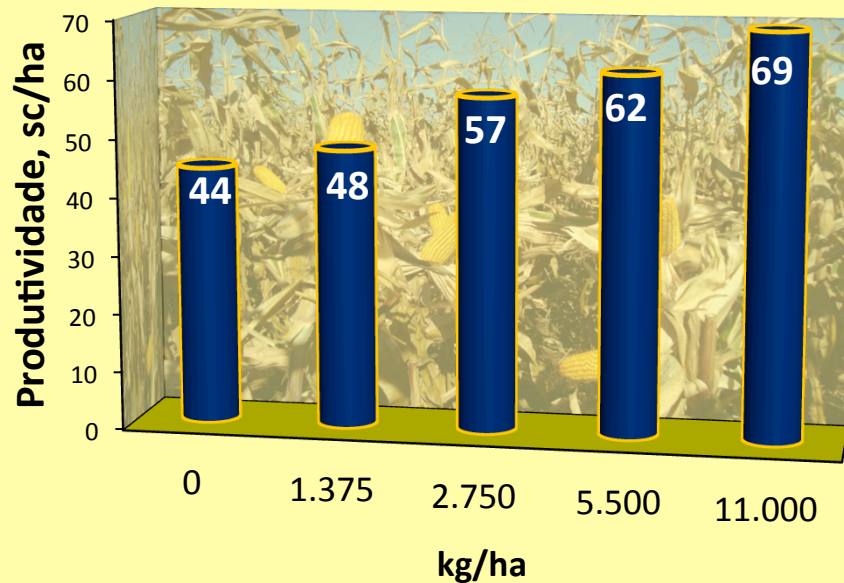
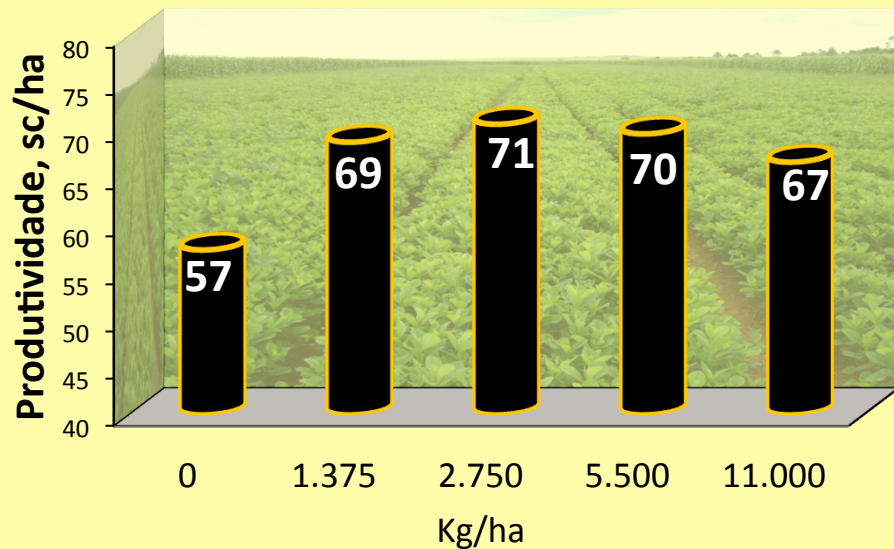
Efeito da gessagem na produtividade de soja e milho

Latossolo Vermelho Amarelo (50% de argila)
Condição original do solo

| Prof. | pH | P | K | S | Ca | Mg | Al | CTC | MO | V |
|-------|-----|---------------------|----|----|------------------------------------|-----|-----|-----|------|----|
| cm | | mg dm ⁻³ | | | cmol _c dm ⁻³ | | | | g/kg | % |
| 0-10 | 5,4 | 15 | 33 | 15 | 3,2 | 1,7 | 0,0 | 8,2 | 32 | 60 |
| 10-20 | 4,7 | 7 | 29 | 17 | 1,4 | 0,8 | 0,2 | 6,3 | 22 | 36 |
| 20-30 | 4,3 | 1 | 27 | 26 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 5,3 | 17 | 12 |
| 30-40 | 4,3 | 1 | 20 | 36 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 4,3 | 11 | 12 |
| 40-50 | 4,5 | 1 | 17 | 27 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 3,4 | 9 | 16 |
| 50-60 | 4,7 | 1 | 17 | 10 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 3,1 | 8 | 15 |

Fonte: Fundação MT/PMA/Nutrion

Efeito da gessagem na produtividade de soja e milho

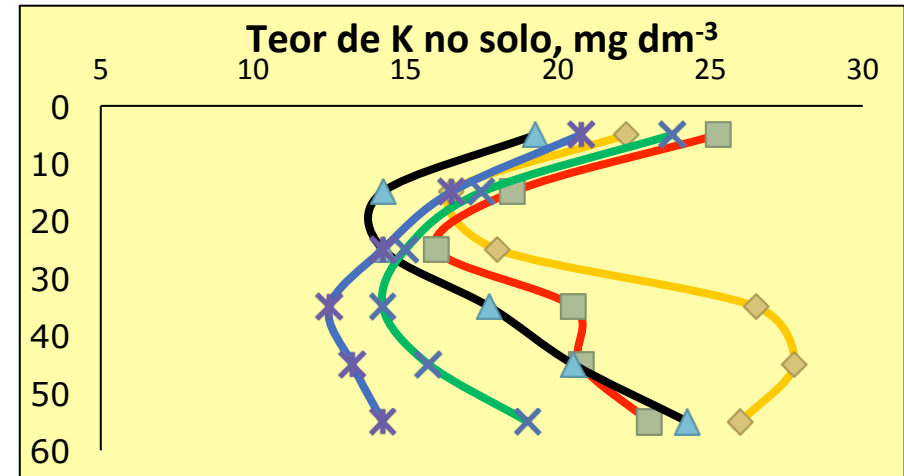
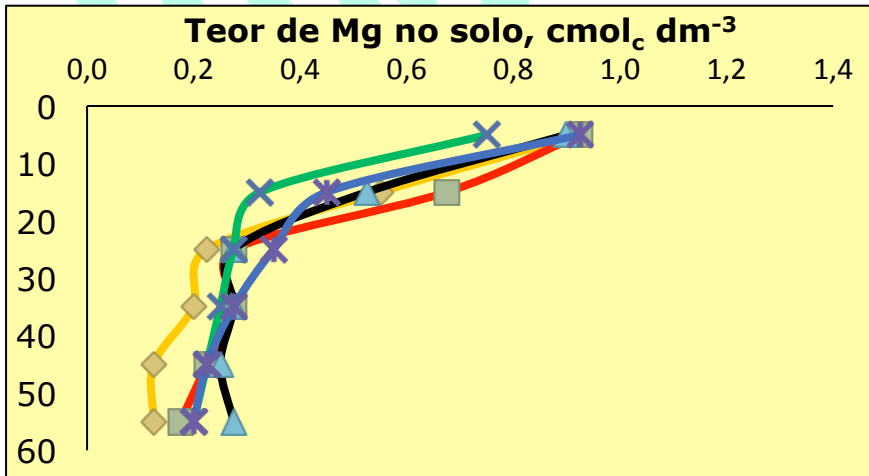
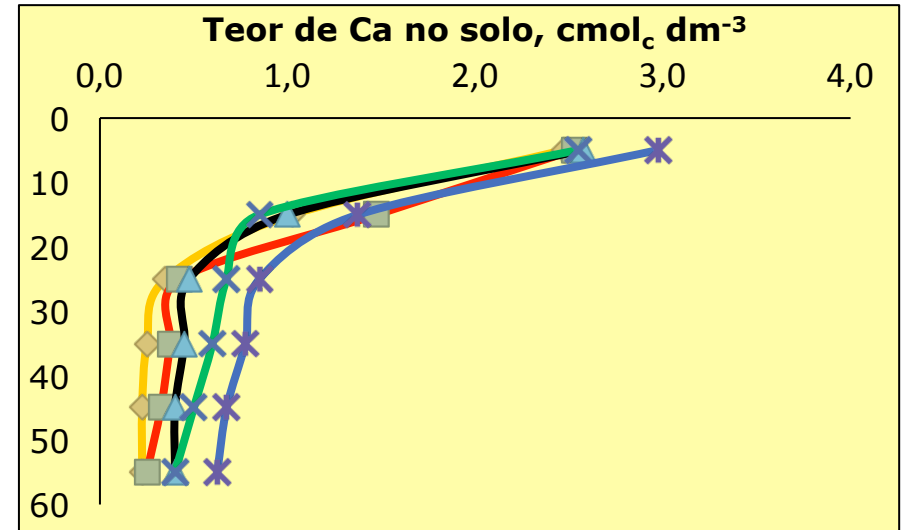
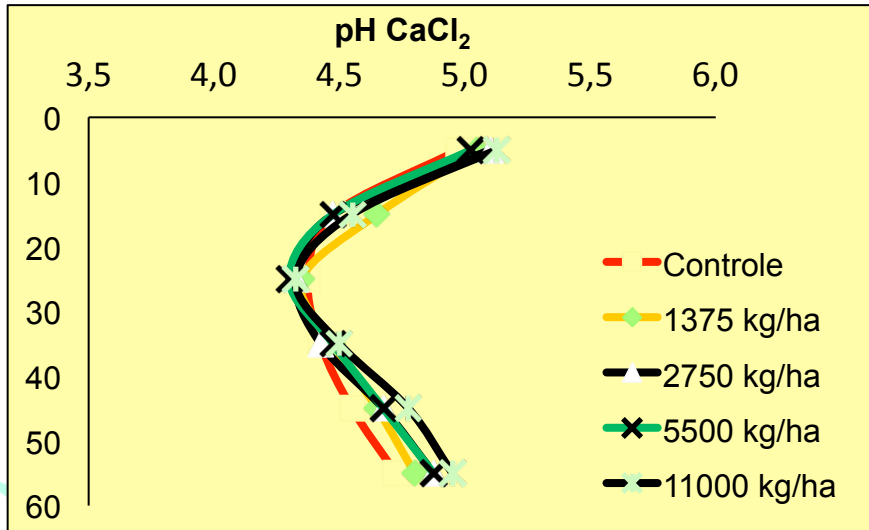


Fonte: Fundação MT/PMA/Nutrion
(safras 2008/09 e 2009/10)



Fonte: Fundação MT/PMA/Nutrion
(safra 2009/10)

Efeito da gessagem nos atributos do solo

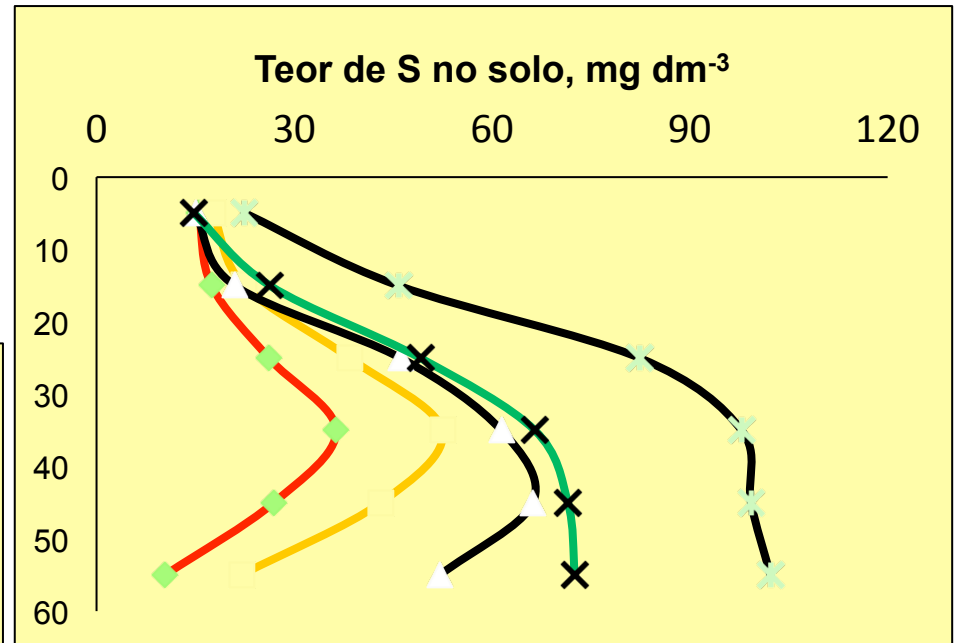
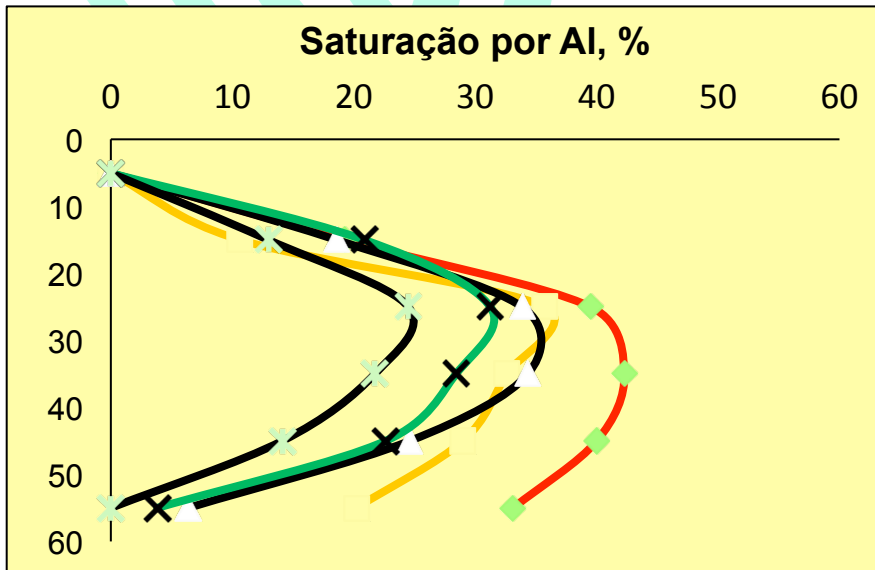
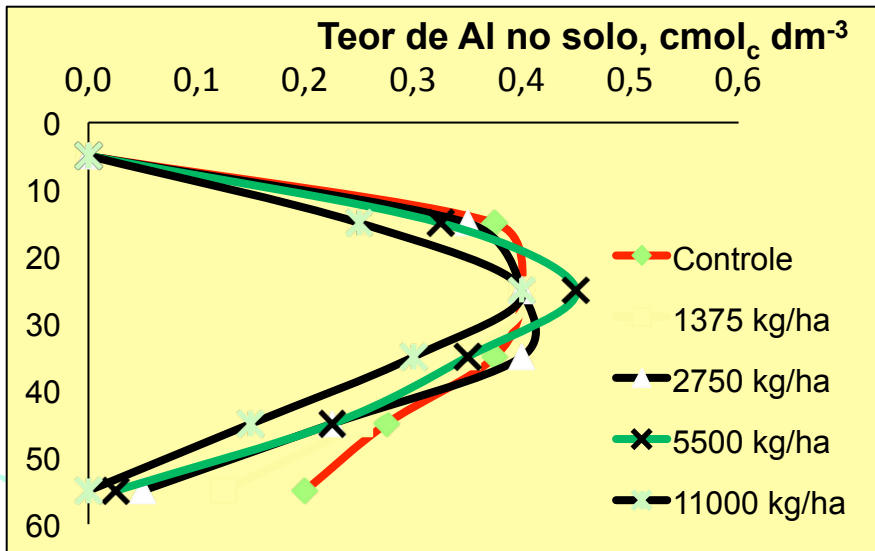


Fonte: Fundação MT/PMA/Nutrion (safra 2009/10)



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Efeito da gessagem nos atributos do solo



Fonte: Fundação MT/PMA/Nutrion (safra 2009/10)



Avaliação da Fertilidade do Solo



0-10
cm

10-20
cm

20-30
cm


30-40
cm

“Real” evaluation of the soil fertility

| Depth | pH CaCl ₂ | P | K | Ca | Mg | Al | CEC | BS | LR |
|-------|----------------------|-----|----|------------------------------------|-----|-----|-----|----|------|
| cm | | ppm | | cmol _c dm ⁻³ | | | | % | t/ha |
| 0-20 | 5.0 | 19 | 29 | 1.8 | 0.7 | 0.0 | 5.8 | 44 | 1.7 |
| 20-40 | 4.4 | 2 | 14 | 0.6 | 0.2 | 0.5 | 4.0 | 21 | |
| | | | | | | | | | |

Source: Fundação MT/PMA - Safra 09/10





**Aplicação de fertilizantes
a lanço em superfície,
como decidir?**

Dinâmica de P no solo

Dinâmica do P no sistema de produção

Distribuição de P (Mehlich 1, mg dm^{-3}) no perfil em função do tempo de cultivo e do modo de aplicação do fertilizante em SPD (22% argila).

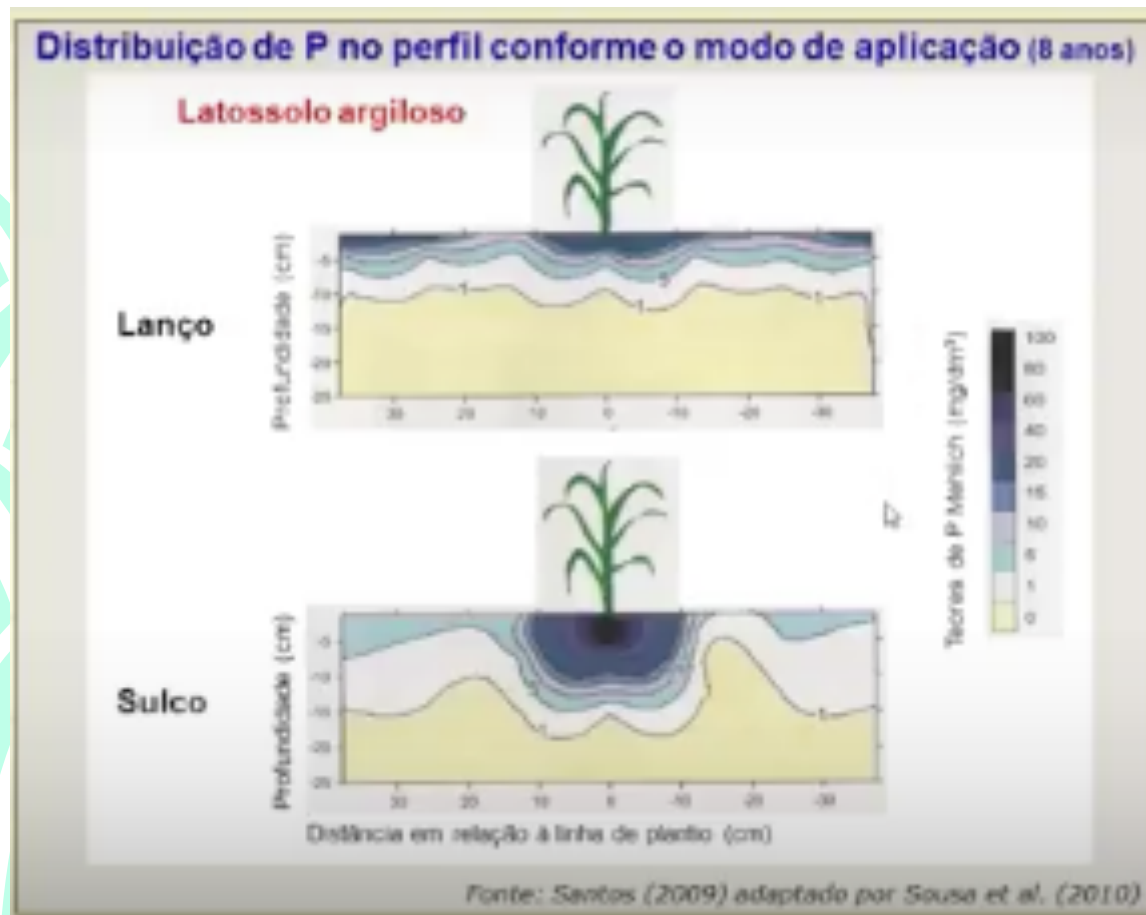
| Tempo de cultivo | Modo de aplicação | Profundidade (cm) | | | | |
|------------------|-------------------|-------------------|------|-------|-------|-------|
| | | 0-5 | 5-10 | 10-15 | 15-25 | 25-35 |
| Safrá 1989/90 | Broadcast | 17 | 6 | 3 | 1 | 1 |
| | Banded | 36 | 16 | 4 | 2 | 1 |
| Safrá 1999/00 | Broadcast | 18 | 6 | 3 | 1 | 1 |
| | Banded | 28 | 13 | 11 | 11 | 3 |
| Safrá 2006/07 | Broadcast | 48 | 18 | 8 | 4 | 2 |
| | Banded | 45 | 42 | 18 | 12 | 6 |

Fonte: Adaptado de Anghinoni (2009)

Fonte: Vilela (2013). <http://brasil.ipni.net/article/BRS-3228>



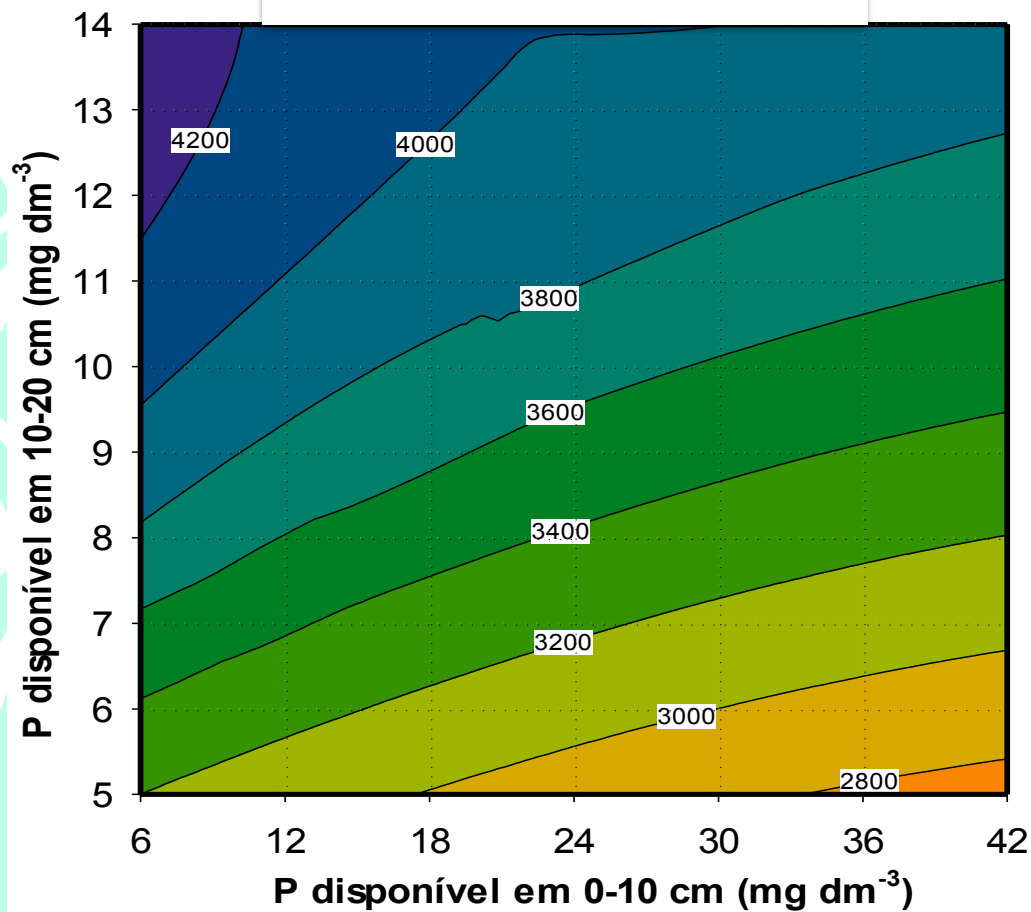
Distribuição de P no solo em função do local de aplicação de fertilizantes



Fonte: Vilela (2013). <http://brasil.ipni.net/article/BRS-3228>



Produtividade de soja (kg/ha) em função da disponibilidade de P no perfil do solo

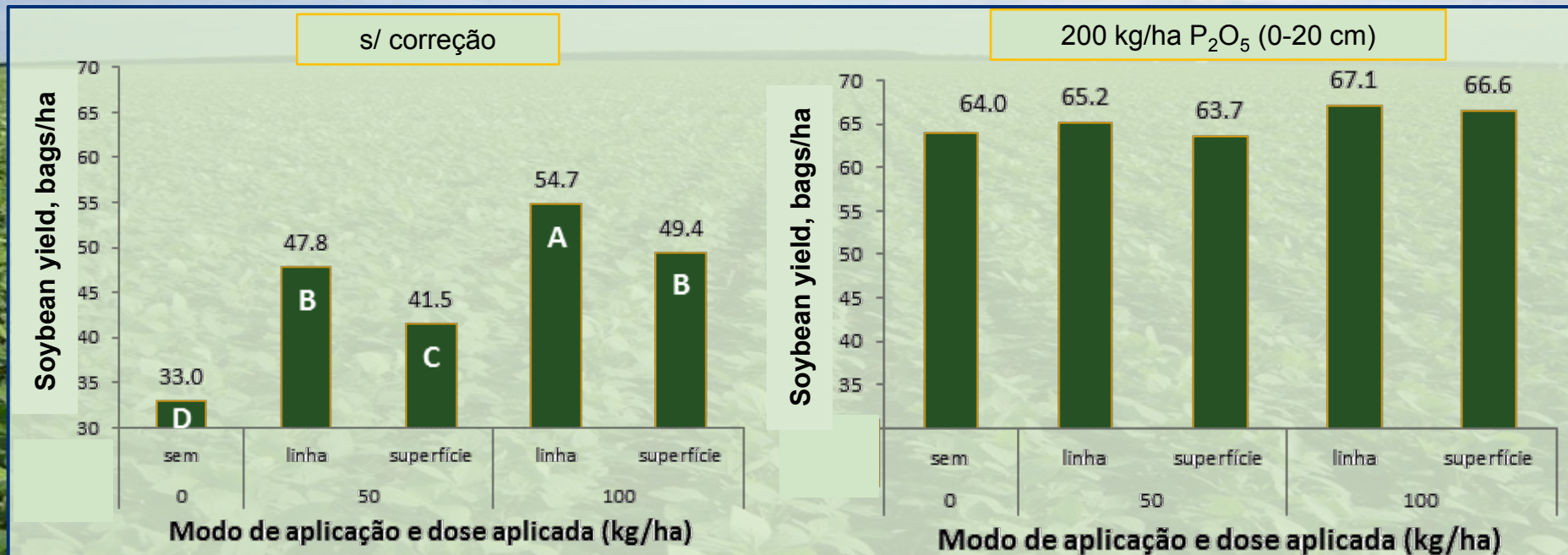


Fonte: Oliveira Jr e Castro, 2013.



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

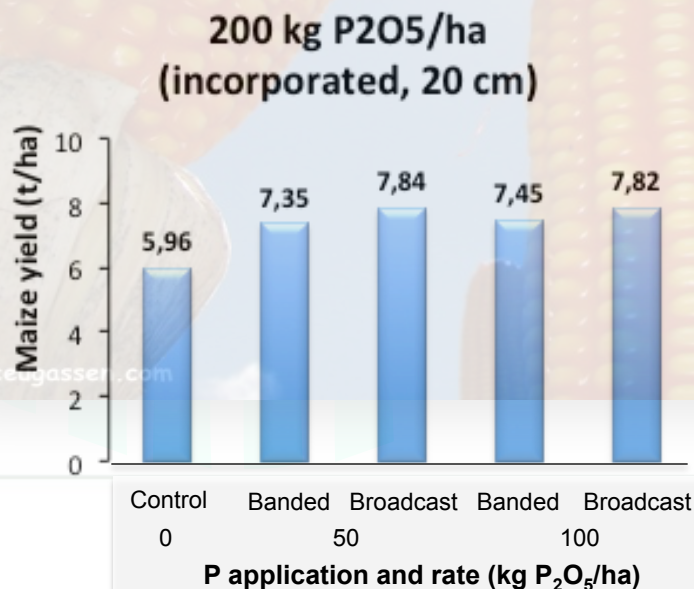
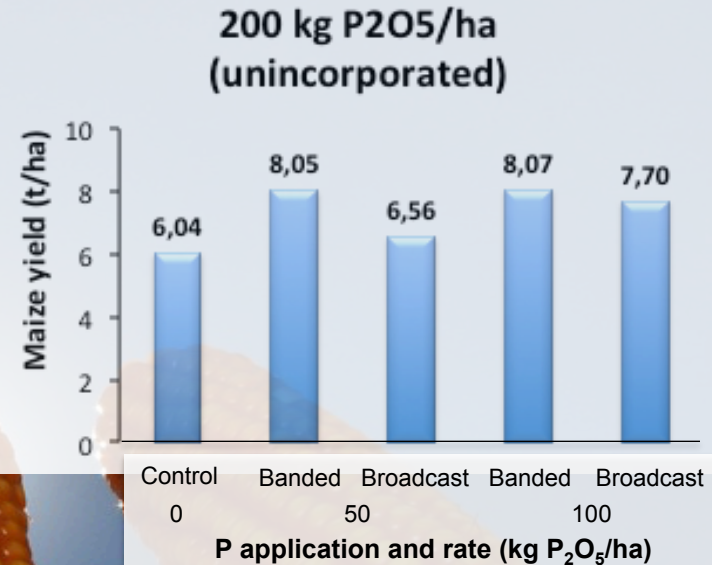
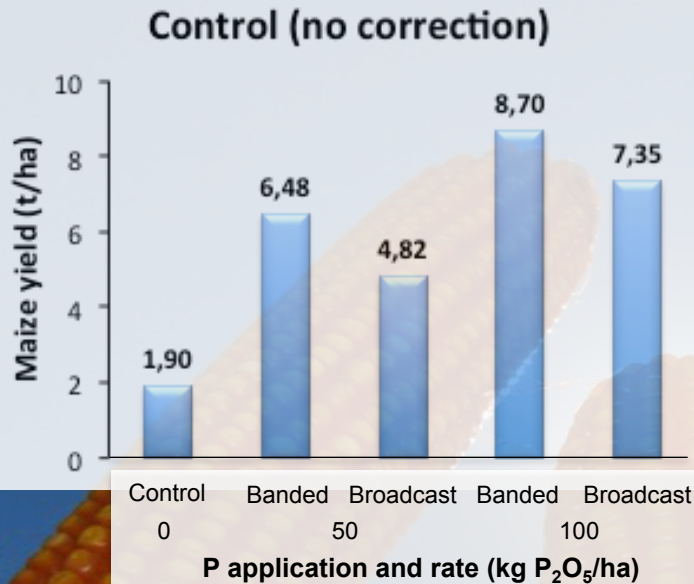
Dose e modo de aplicação de P em diferentes níveis de correção do solo (teor original de P, 3 ppm)



20 11 2006



Dose e modo de aplicação de P em diferentes níveis de correção do solo (teor original de P, 3 ppm)



Fonte: Fundacao MT (2014).

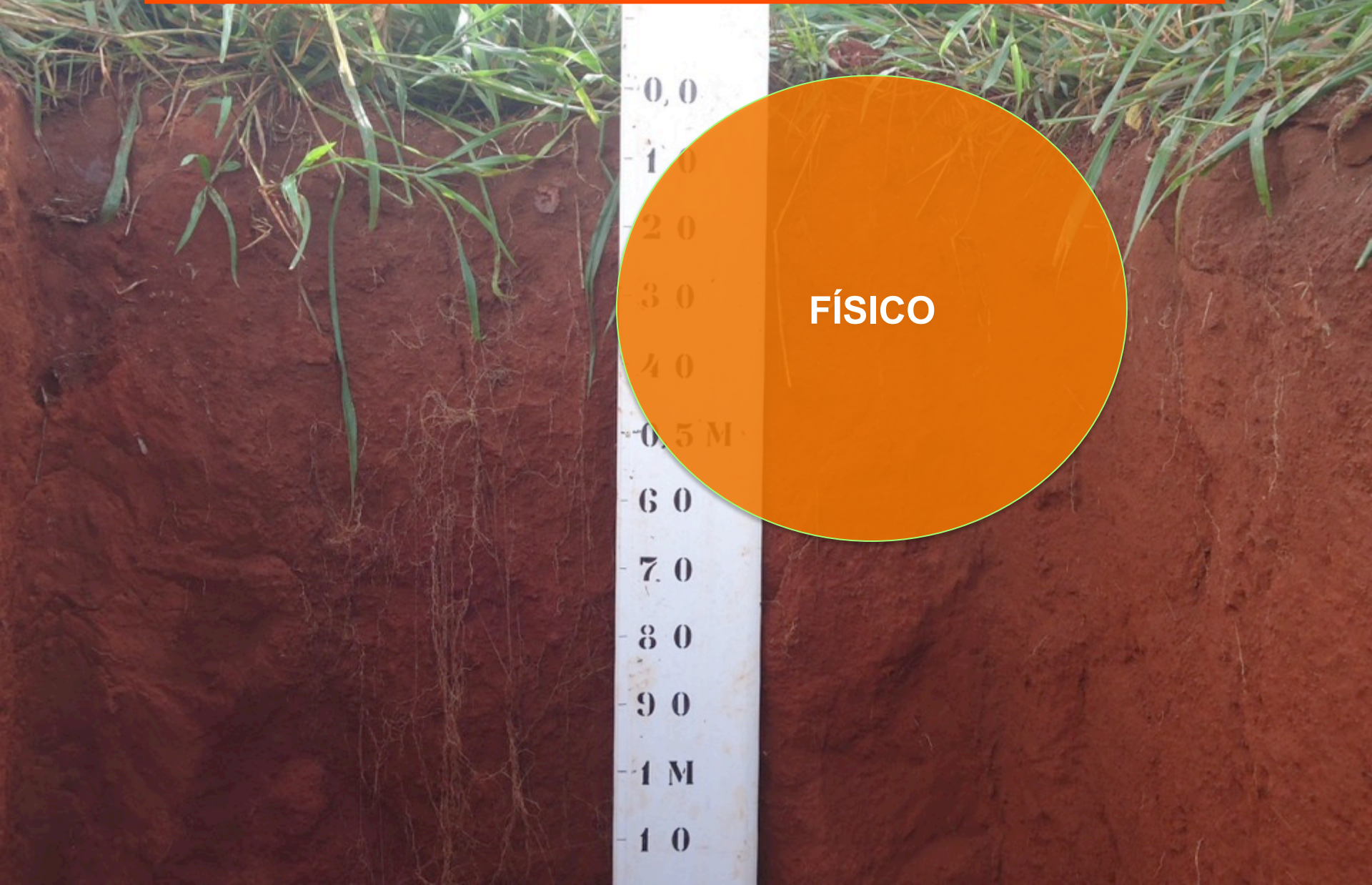
Fatores para tomada de decisão sobre P lanço versus P sulco

1. Solo com teor muito baixo ou baixo de P (0 – 20 cm) = Sulco.
2. Solo com elevado potencial para perda de P por erosão superficial = Sulco.
3. Solo com teor de P no mínimo médio de 0-20 cm e muito baixo/ baixo de 20 – 40 cm = Outros fatores devem ser considerados (ex.: clima).
4. Solo com teor razoável de P ao longo do perfil, sem elevado risco de erosão superficial e desejo de alto rendimento operacional na semeadura = Lanço.

1. Intercalar localização é uma possibilidade.
2. Antecipar P localizado é uma possibilidade.



Construção do perfil: FÍSICO



FÍSICO

Compactação no solo

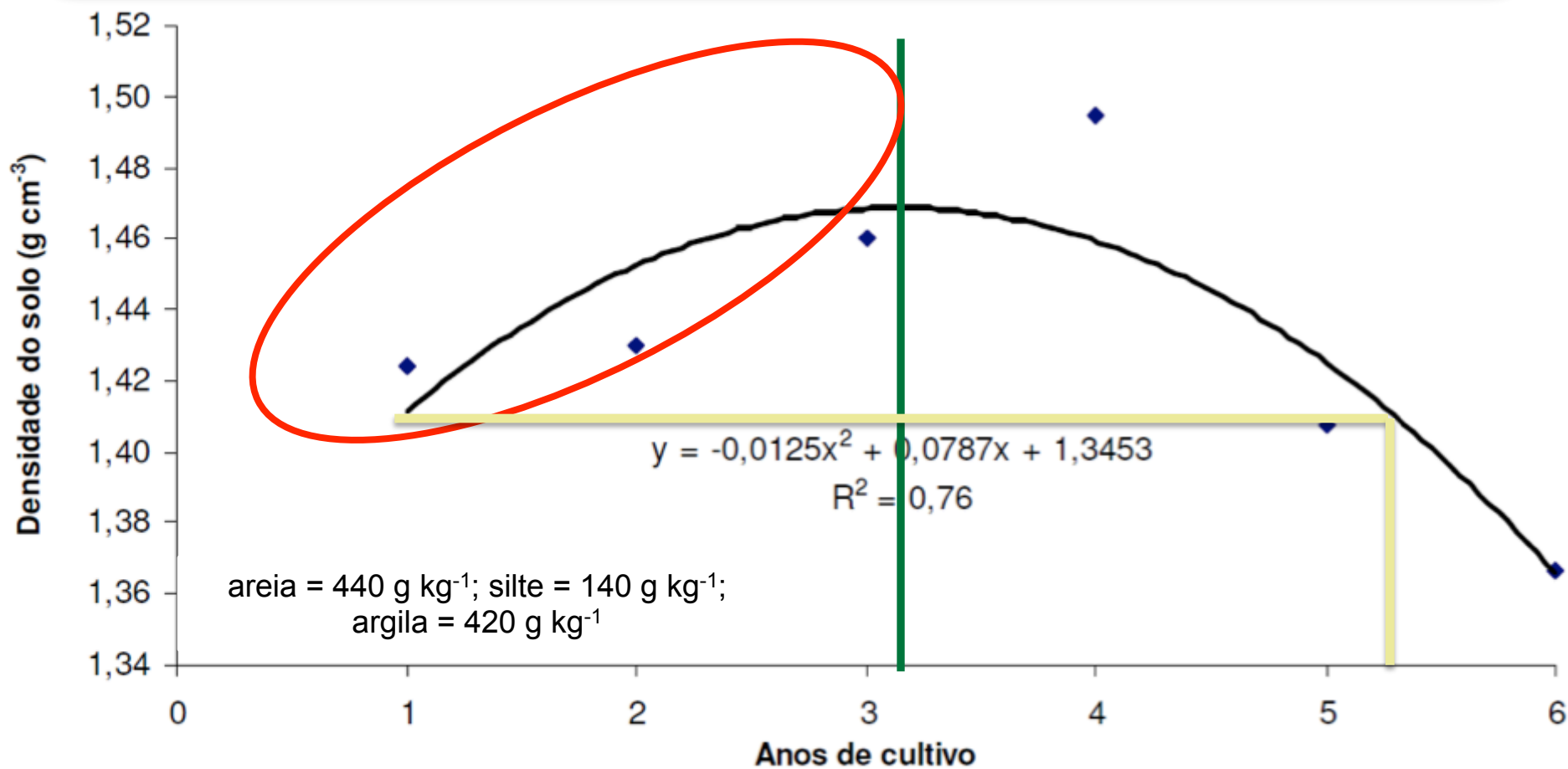


Fig. 1. Variação da densidade do solo na camada 0-20 cm em plantio direto contínuo ao longo de seis anos, Santo Antônio de Goiás, GO. Fonte: Silveira et al. (2008)

Compactação no solo

Atributos físicos nas diferentes camadas de um Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso em razão do número de passadas de trator (6 Mg de massa) durante o cultivo do milho safrinha. Fonte: Valadão et al. (2015).

| Camada | PT0 | PT2 | PT4 | PT8 | DMS | CV |
|-----------|--------|--------|--|--------|------|-------|
| m | | | | | | % |
| | | | Densidade do solo (kg dm^{-3}) | | | |
| 0,00-0,05 | 1,09 C | 1,21 B | 1,26 AB | 1,30 A | 0,07 | 5,43 |
| 0,05-0,10 | 1,12 C | 1,22 B | 1,29 A | 1,32 A | 0,07 | 5,16 |
| | | | Macroporosidade ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) | | | |
| 0,00-0,05 | 0,19 A | 0,14 B | 0,10 C | 0,08 C | 0,03 | 24,53 |
| 0,05-0,10 | 0,20 A | 0,13 B | 0,12 B | 0,08 C | 0,03 | 20,70 |

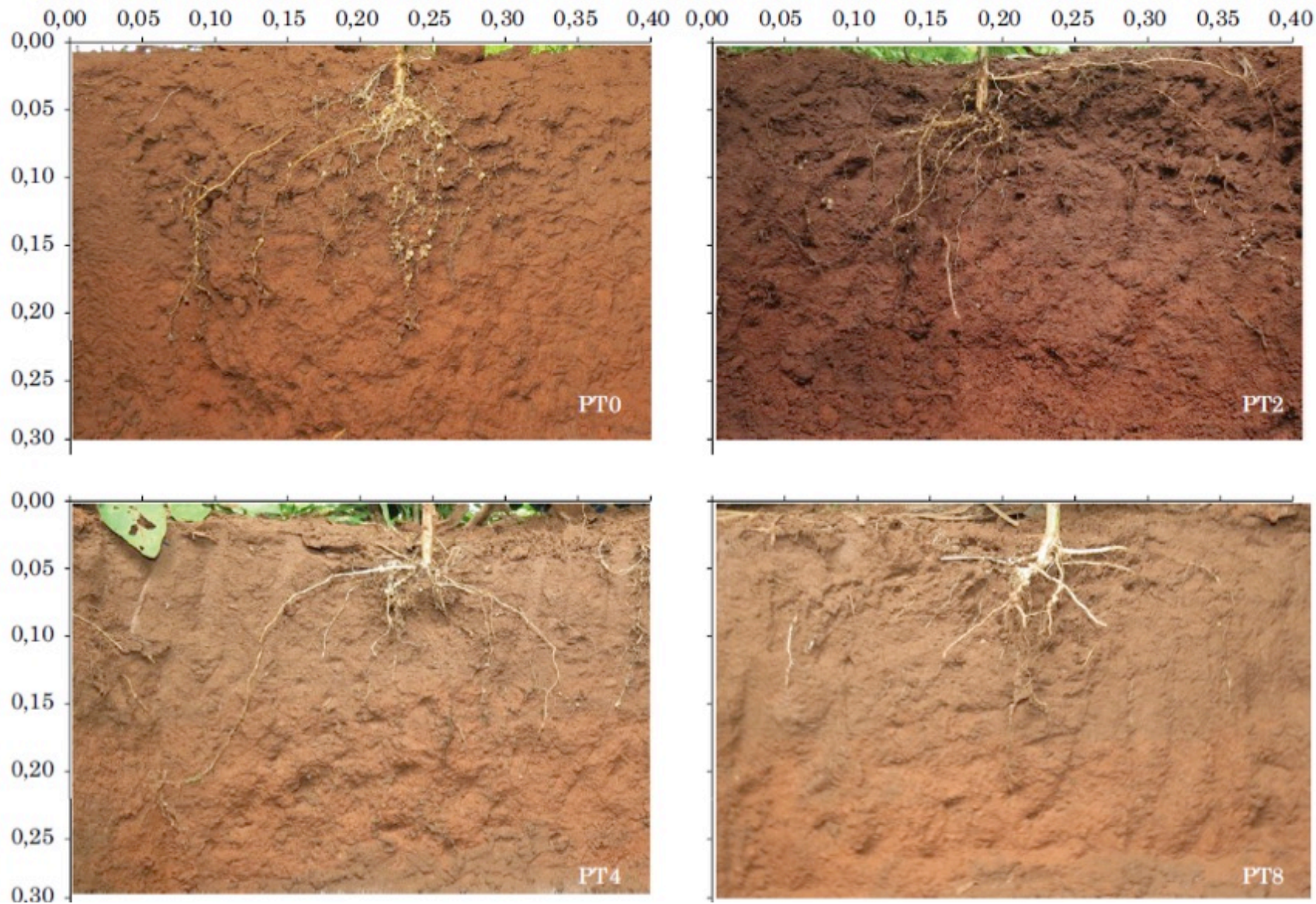
Na camada de 0,00-0,10 m do tratamento PT8, houve **redução de 58 % dos valores de Mac** em relação a PT0, o que correspondeu, em relação a PT0, a mudança de **Ds média de 1,10 para 1,31 kg dm^{-3}** .

Distribuição das raízes do milho até 30 cm de profundidade do solo em decorrência de: zero (PT0), duas (PT2), quatro (PT4) e oito (PT8) passadas de trator. Fonte: Valadão et al. (2015)

0,00 0,05 0,10 0,15 0,20 0,25 0,30 0,35 0,40 0,00 0,05 0,10 0,15 0,20 0,25 0,30 0,35 0,40



Distribuição das raízes de soja até 30 cm de profundidade do solo em decorrência de: zero (PT0), duas (PT2), quatro (PT4) e oito (PT8) passadas de trator. Fonte: Valadão et al. (2015)



Efeito do cultivo nas condições físicas do solo



Avaliação da qualidade física do solo pelo método visual (Ball et al., 2007):

| Structure quality | Ease of break up (moist soil) | Size and appearance of aggregates | Visible porosity | Roots | Appearance after break-up: various soils | Appearance after break-up: same soil different tillage | Distinguishing feature |
|---|--|---|--|---|--|--|-------------------------|
| Soil Frangible (tends to fall off the spade) | Aggregates easily crumble with fingers | Mostly < 8 mm after counting | Highly porous | Roots throughout the soil | | | Fine aggregates |
| Soil friable (retained as a block on the spade) | Aggregates easy to break with one hand | A mixture of porous, rounded aggregates from 2-75 mm. No clods present | Most aggregates are porous | Roots throughout the soil | | | High aggregate porosity |
| Soil Fine | Not difficult | A mixture of porous aggregates from 2mm -10 cm, less than 50% are <1 cm. Some angular, non-porous aggregates (clods) may be present | Macropores and cracks present. Some porosity within aggregates shown as pores or roots | Most roots are around aggregates | | | Low aggregate porosity |
| Soil Compact | Quite difficult | Mostly large > 10 cm and sub-angular non-porous, horizontally also possible, less than 50% are <7 cm | Few macropores and cracks | All roots are clustered in macropores and around aggregates | | | Distinct macropores |
| Soil Very compact | Difficult | Mostly large > 10 cm, very few < 7 cm, angular and non-porous | Very few, macropores may be present, may contain anastomosing axes | Few, if any, restricted to cracks | | | Grey-blue colour |

Efeito do cultivo nas condições físicas do solo

Aspecto físico da estrutura original do Latossolo Vermelho sob vegetação de Cerrado, Itiquira/MT

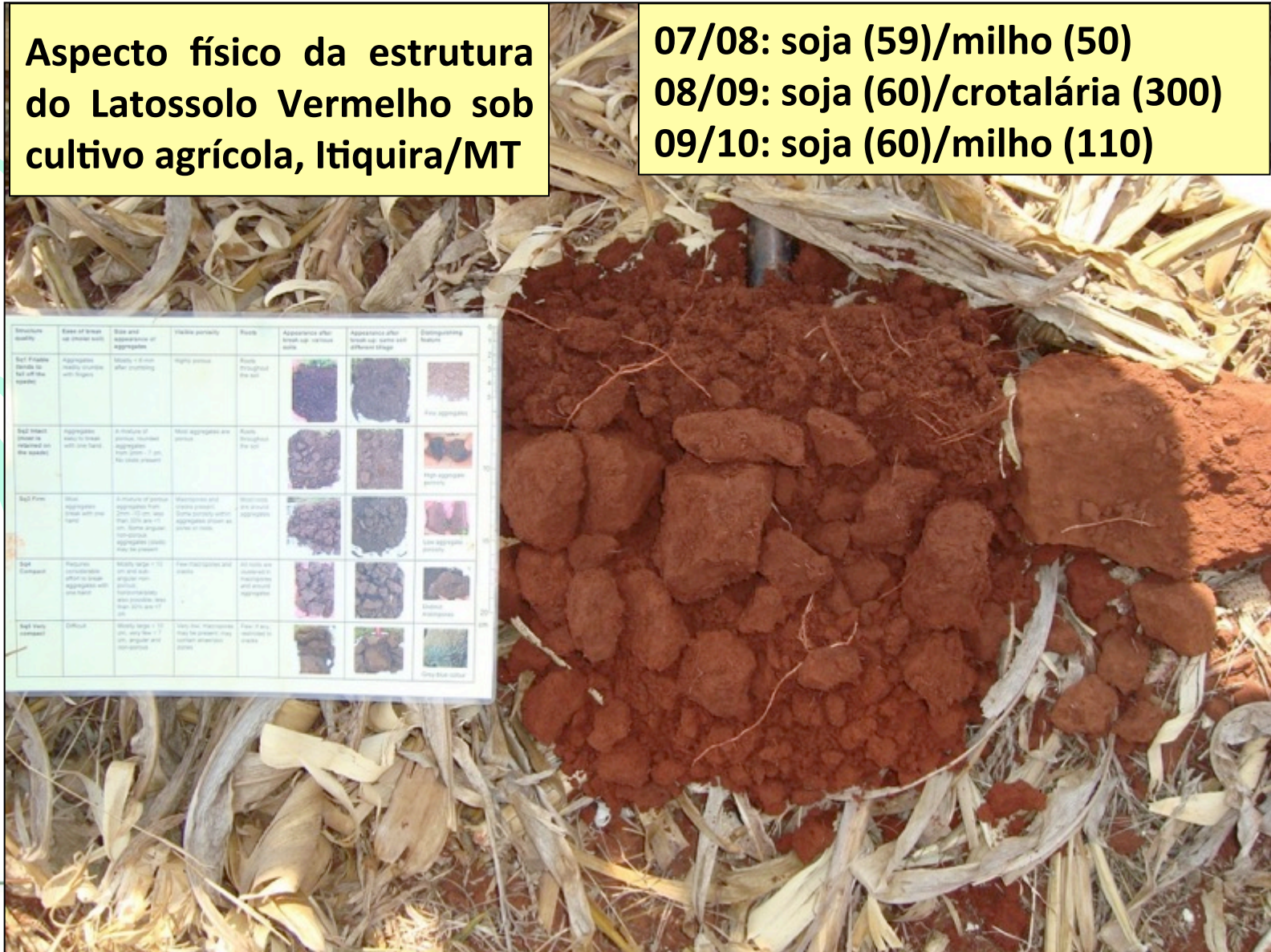


Efeito do cultivo nas condições físicas do solo

Aspecto físico da estrutura do Latossolo Vermelho sob cultivo agrícola, Itiquira/MT

07/08: soja (59)/milho (50)
08/09: soja (60)/crotalária (300)
09/10: soja (60)/milho (110)

| Structure quality | Size of clumps or clumps cells | Size and appearance of aggregates | Stable porosity | Roots | Appearance after breaking up (before soil) | Appearance after break up (after soil at harvest stage) | Disaggregating factors |
|--|---|--|---|--|--|---|--------------------------|
| Soil crumbles fall off the spade | Aggregates mostly smaller than 10 mm | Stability < 8 mm after crushing | Highly porous | Roots throughout the soil | | | Free aggregates |
| Soil clumps (small to medium) fall off the spade | Aggregates small to large with one hand | A mixture of porous, rounded aggregates from 10 mm to 25 mm. No roots present | Most aggregates are porous | Roots throughout the soil | | | High aggregate binding |
| Soil firm | Small aggregates (small with one hand) | A mixture of porous aggregates from 10 mm to 25 mm. Some angular nonporous aggregates (clasts) may be present | Intermediate and porous | Roots present in some aggregates | | | Low aggregate porosity |
| Soil clumps | Medium to large aggregates (small to large) | Medium to large (10 to 25 mm) angular and/or nonporous aggregates. Some angular nonporous aggregates (clasts) may be present | Most aggregates are porous | No roots are present in aggregates and around aggregates | | | Medium aggregate binding |
| Soil hard | Difficult | Medium to large (10 to 25 mm) angular and nonporous | Very low. Intermediate may be present, may contain angular clasts | Few if any roots in clumps | | | High aggregate binding |



Efeito do cultivo nas condições físicas do solo



Construção do perfil: BIOLÓGICO



BIOLÓGICO

Efeito da cobertura do solo no estabelecimento das plantas



Soja pós pousio (PC)



Soja pós pousio (SPD)



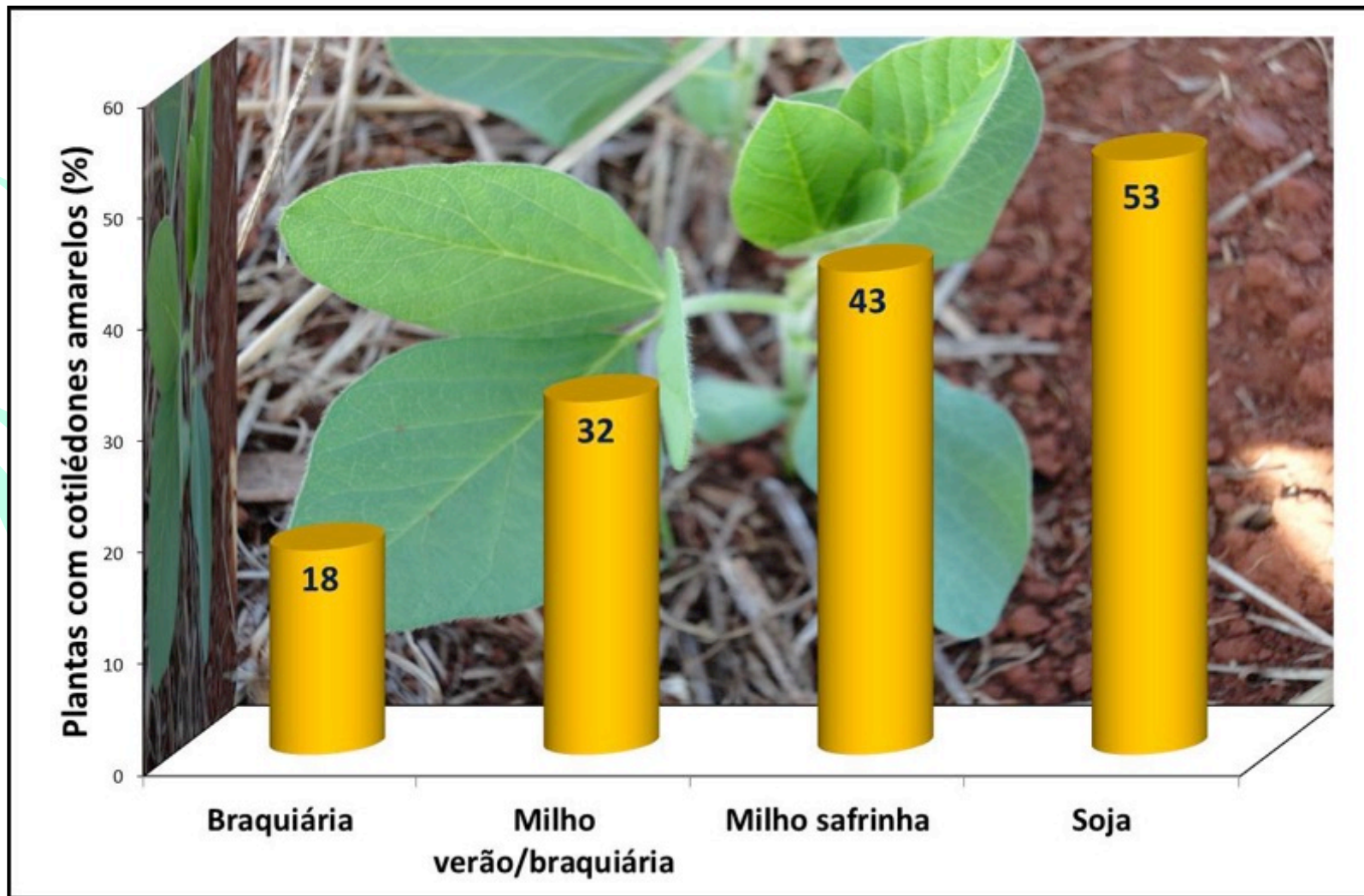
Soja pós milho safrinha (SPD)



Soja pós braquiária (SPD)



Efeito da cobertura do solo no estabelecimento das plantas



Fonte: Fundação MT/PMA (safra 2011/12)

Manejo biológico do solo: estudo de caso



**Desenvolvimento da soja em solo arenoso (6% argila)
após rotação com o consórcio de
B. ruziziensis e *C. spectábilis*
Jaciara - MT**



Safra 07/08 - Algodão



Safra 08/09 - Soja



Preparto do solo

15 12 2007



20 12 2007

Consórcio Braquiária+Crotalária



Manejo biológico do solo: estudo de caso

Mudança provocada:

Manejo priorizando:

- Atividade biológica do solo
- Manutenção da água no solo
- Formação de estoque de nutrientes





Considerações Finais

1. Adequada avaliação da fertilidade do perfil do solo
2. Monitoramento dos fatores de estresse limitantes do sistema
3. Investimento na cultura de cobertura como estoque de nutrientes e agregador do solo
4. Uso racional da rotação de culturas



E O SISTEMA?

As áreas de alta produtividade tem em comum:

- O manejo que prioriza a produção de material orgânico;**
- Solos com matéria orgânica maior;**
- E boa qualidade operacional de todas as atividades.**



Simpósio IPNI Brasil



BOAS PRÁTICAS PARA
USO EFICIENTE
DE FERTILIZANTES
EM FERTIRRIGAÇÃO

08, 09 e 10/SETEMBRO/2015
Campinas - Itupeva, SP



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE



**SUCESSO A TODOS,
e
OBRIGADO PELA ATENÇÃO!**



IPNI

INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

Website:

<http://brasil.ipni.net>

efrancisco@ipni.net

Telefone:

(66) 3023-1517

(19) 98723-0699