

V Simpósio Regional • IPNI Brasil

BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES

Rio Verde - GO • 28 e 29 de Maio de 2013

Boas Práticas para o Uso Eficiente de Fertilizantes para a construção da fertilidade do solo na abertura de áreas

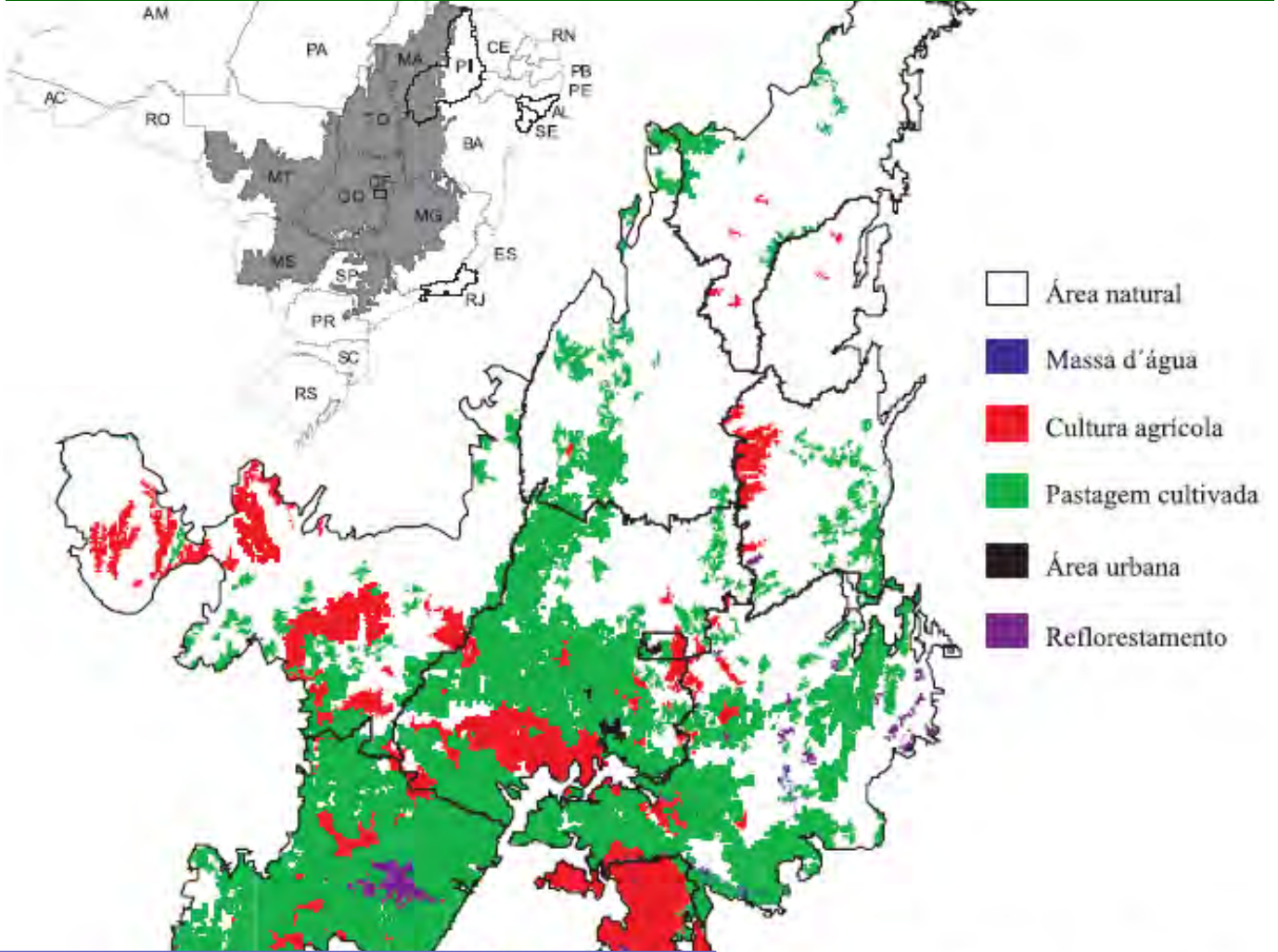
Djalma Martinhão Gomes de Sousa



Cerrados



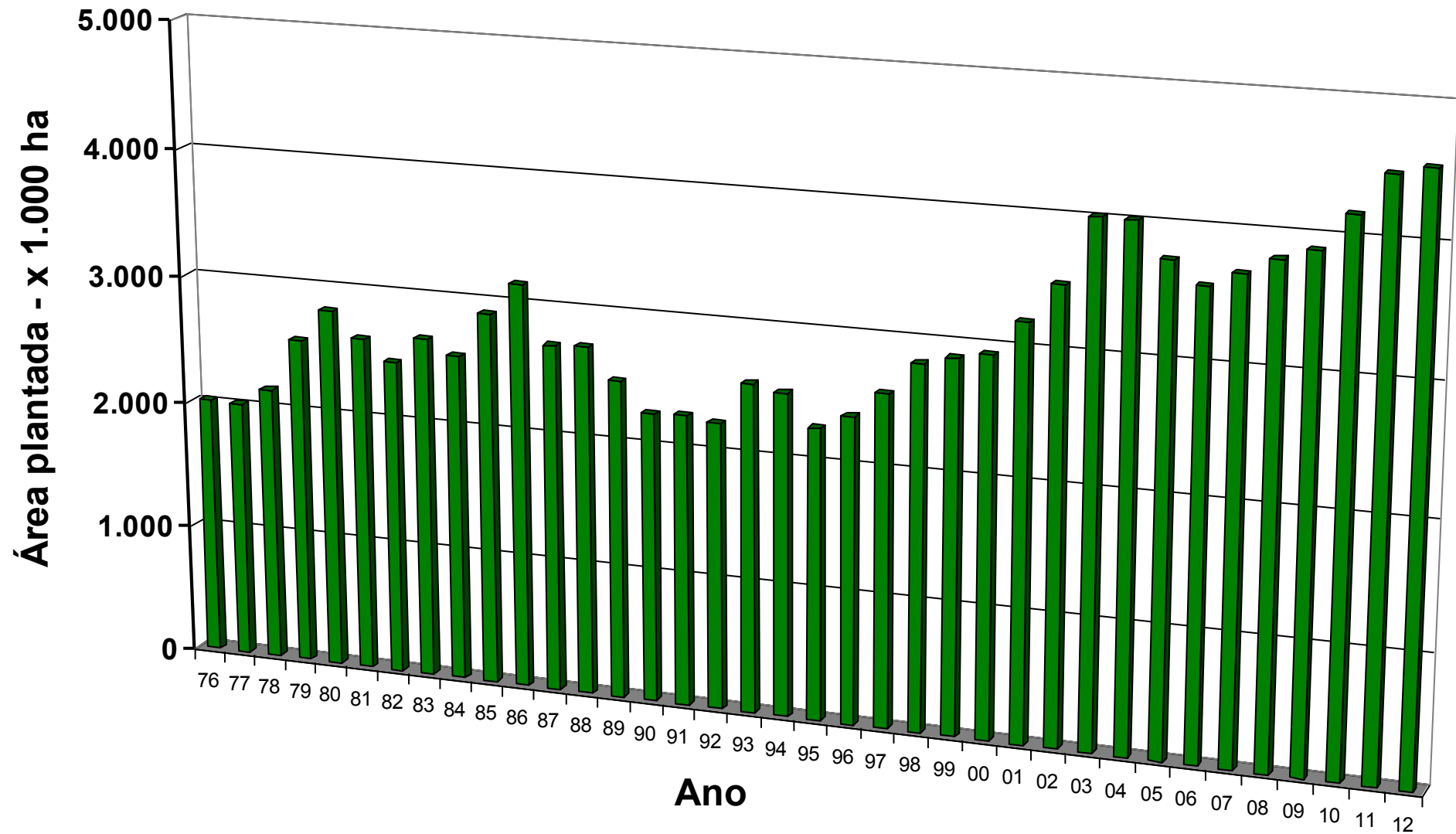
Utilizados 101 milhões de hectares 49% da Região do Cerrado



**Remanescentes do Cerrado:
(106 milhões hectares – 51%)
Reservas – 68 milhões hectares.**

Adaptado de Sano et al. (2008)
e IBAMA (2011).

Área plantada com grãos – Goiás 1976 a 2012 – 15% do estado



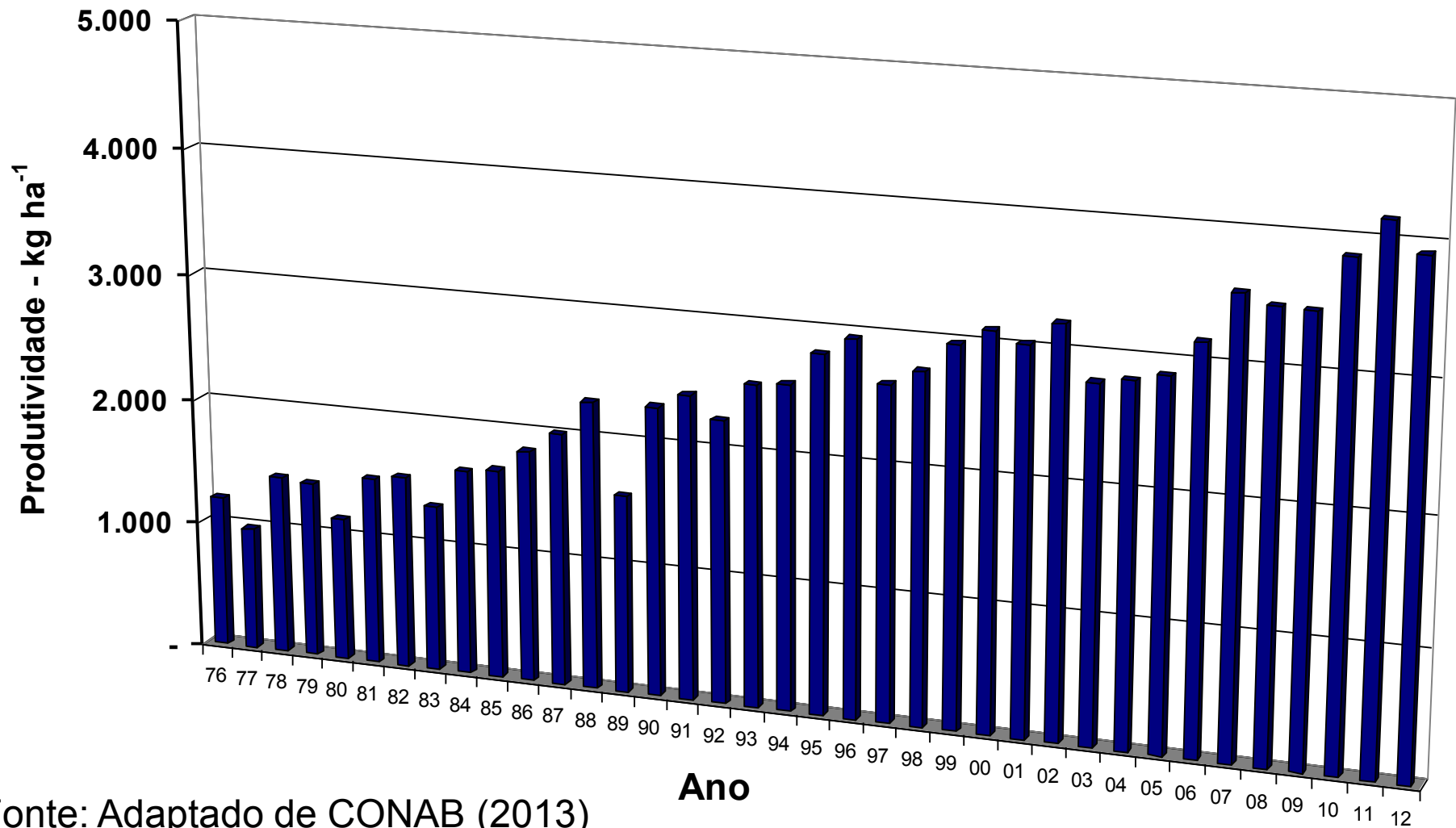
Fonte: Adaptado de CONAB (2013)

Produtividade de grãos - Goiás 1976 a 2012 (37 anos)

2012/2013

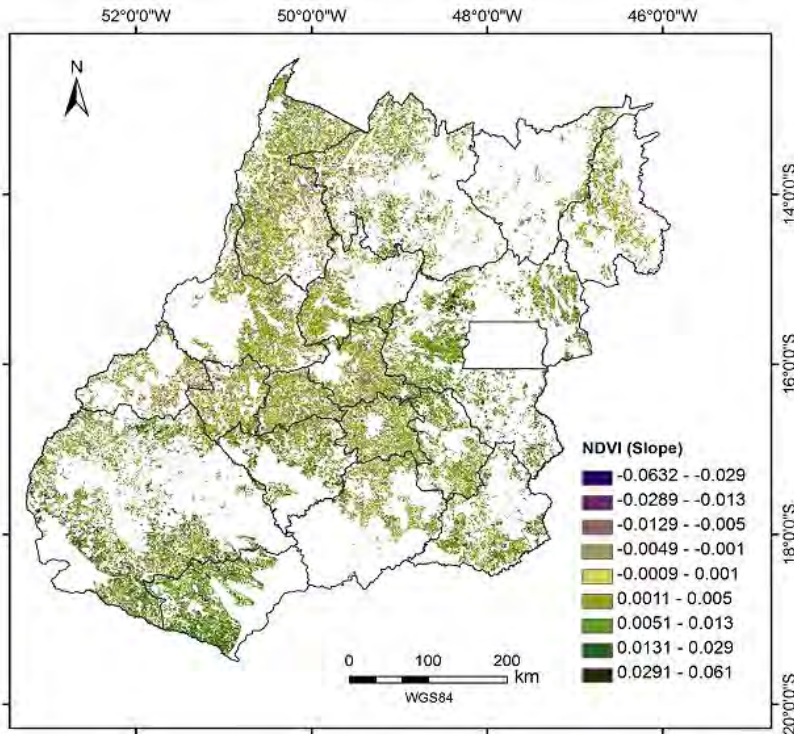
Brasil – 3.500 kg ha⁻¹

Centro Oeste – 3.662 kg ha⁻¹



Fonte: Adaptado de CONAB (2013)

Pastagens



Área de 13 milhões de hectares, 40% do estado

Cabeça/ha Distribuição - %

<1 41,2

1 a 2 51,9

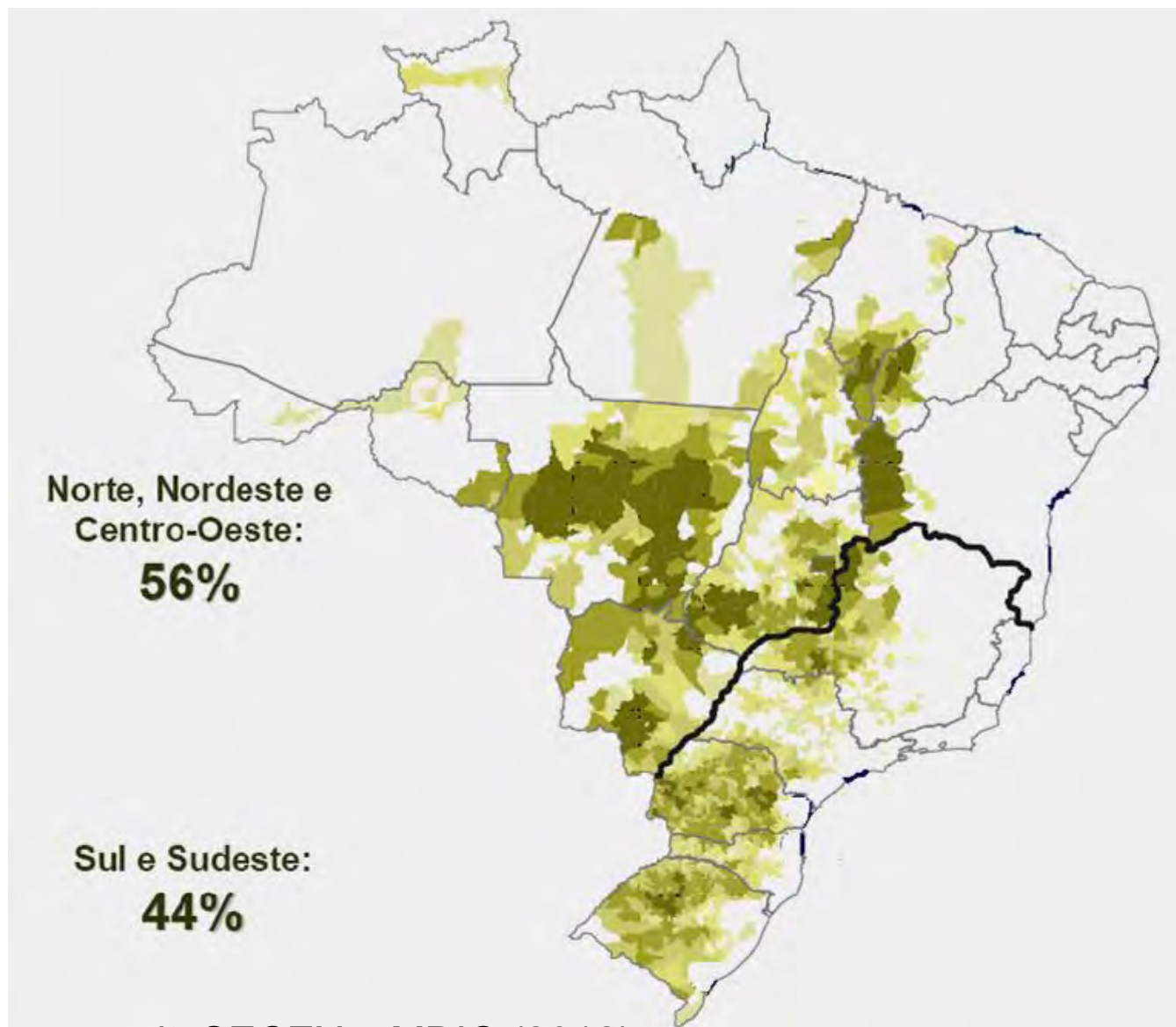
>2 6,9



Média de 1,3 cabeças/ha

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2012)

Regiões produtoras de soja e milho 86% do total de grãos (2012)



Produtividade da soja (últimos 10 anos) e ganho em relação a média da série histórica de 36 anos

Região	Produtividade – sc/ha	Ganho - %
Brasil	44,5	26
Centro Oeste	47,8	25
Sul	46,7	19
Mato Grosso	49,8	24
Paraná	46,7	19
Goiás	47,0	27

Produtividade do milho (últimos 10 anos) e ganho em relação a média da série histórica de 36 anos

Região	Produtividade – sc/ha	Ganho - %
Brasil	62,8	68
Centro Oeste	71,6	73
Sul	76,6	67
Mato Grosso	67,0	68
Paraná	81,9	67
Goiás	89,9	68

GOIÁS – 4,5 milhões de hectares 10% dos grãos do Brasil

Soja (58% da área)

2,6 milhões de hectares

52 sacos por hectare



Milho (25% da área)

1,1 milhões de hectares

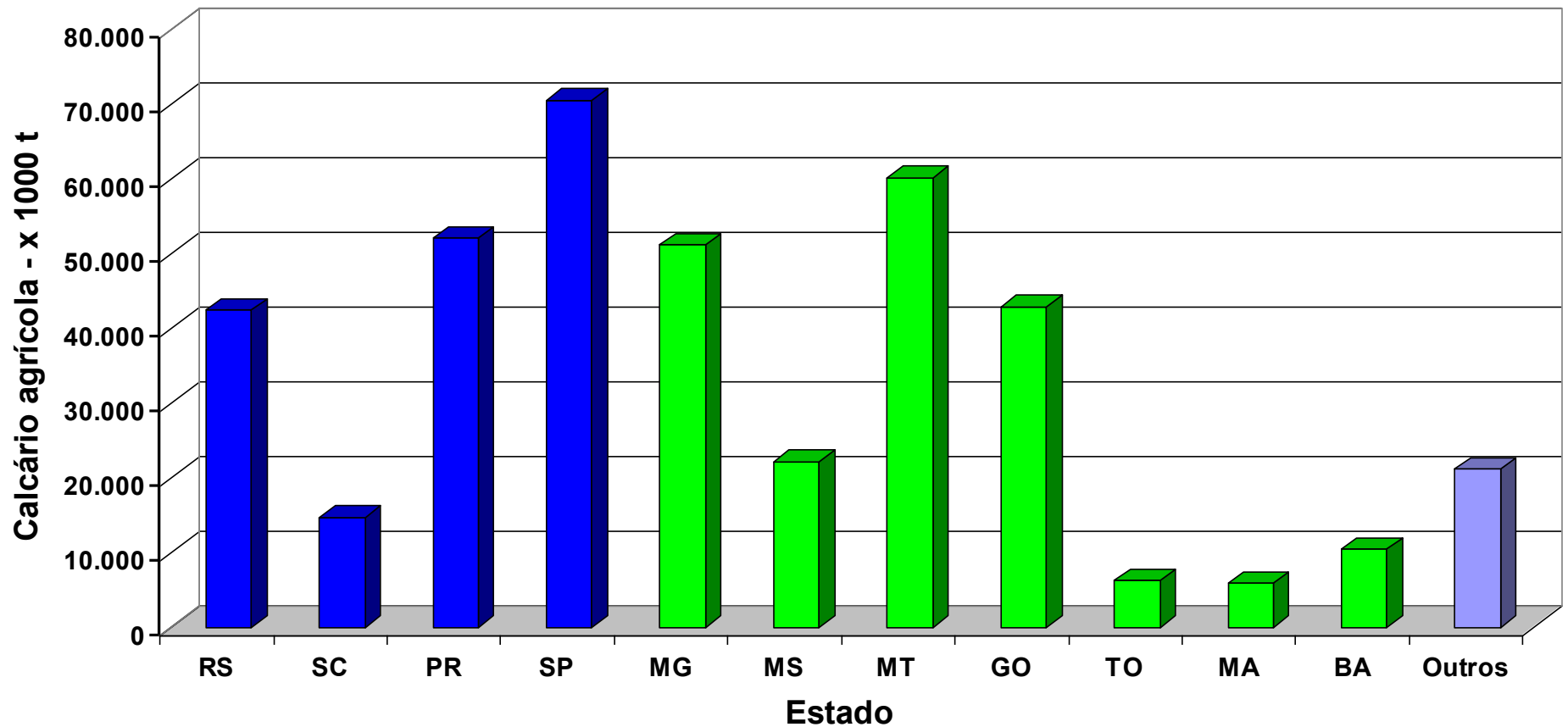
130 sacos por hectare na 1ª safra

90 sacos por hectare na 2ª safra



CONSUMO DE CALCÁRIO AGRÍCOLA NO BRASIL

Período de 20 anos - 1992 a 2011



Fonte: Adaptado de ABRACAL (2012)

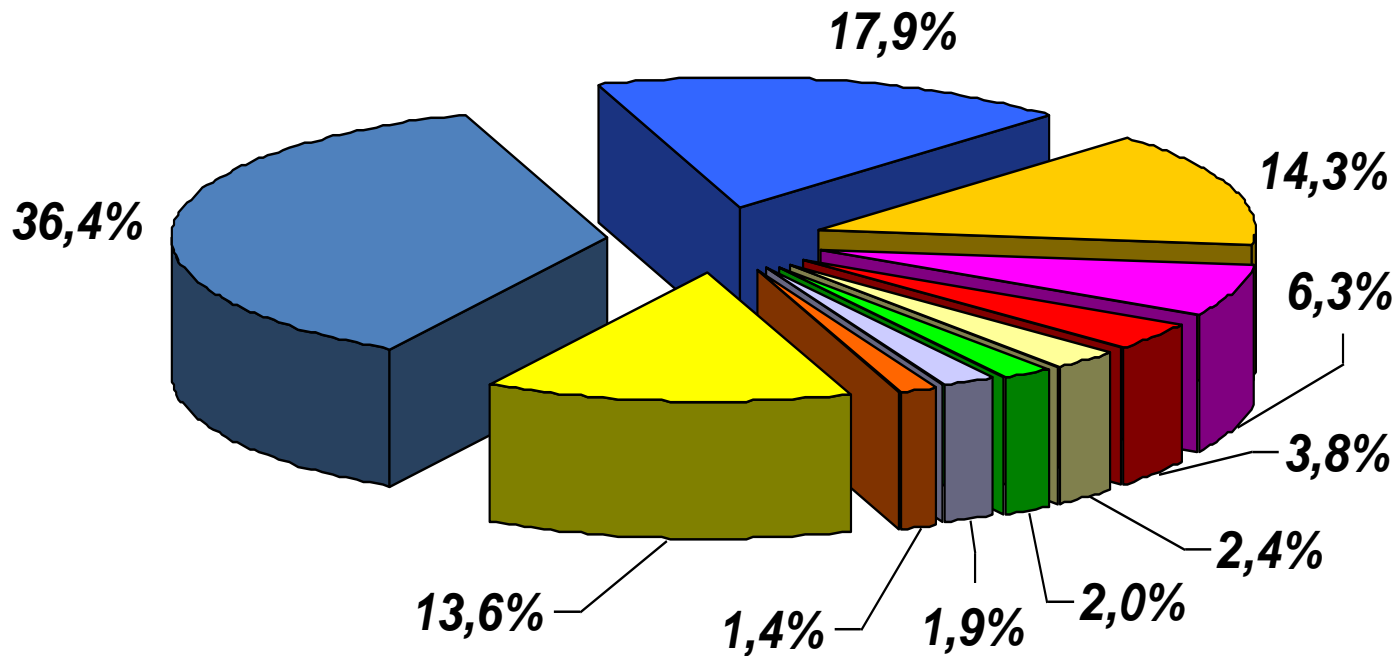
Pesquisas com gesso – início em 1974

Lançamento da tecnologia – em 1995

ANO	CONSUMO – x10³ t
1980	12
1990	150
2000	227
2010	4.000

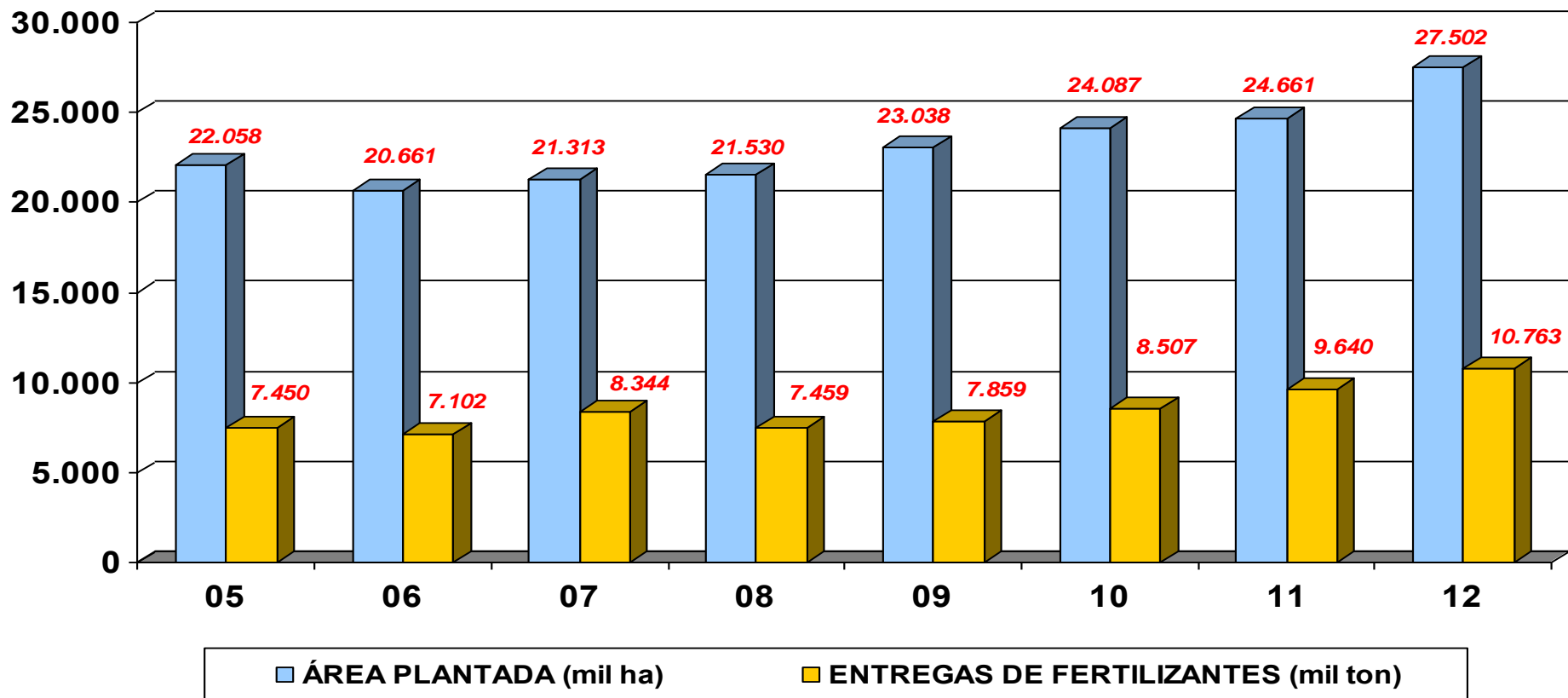
ENTREGAS DE FERTILIZANTES POR CULTURAS - **BRASIL**

29,6 milhões de toneladas em 2012

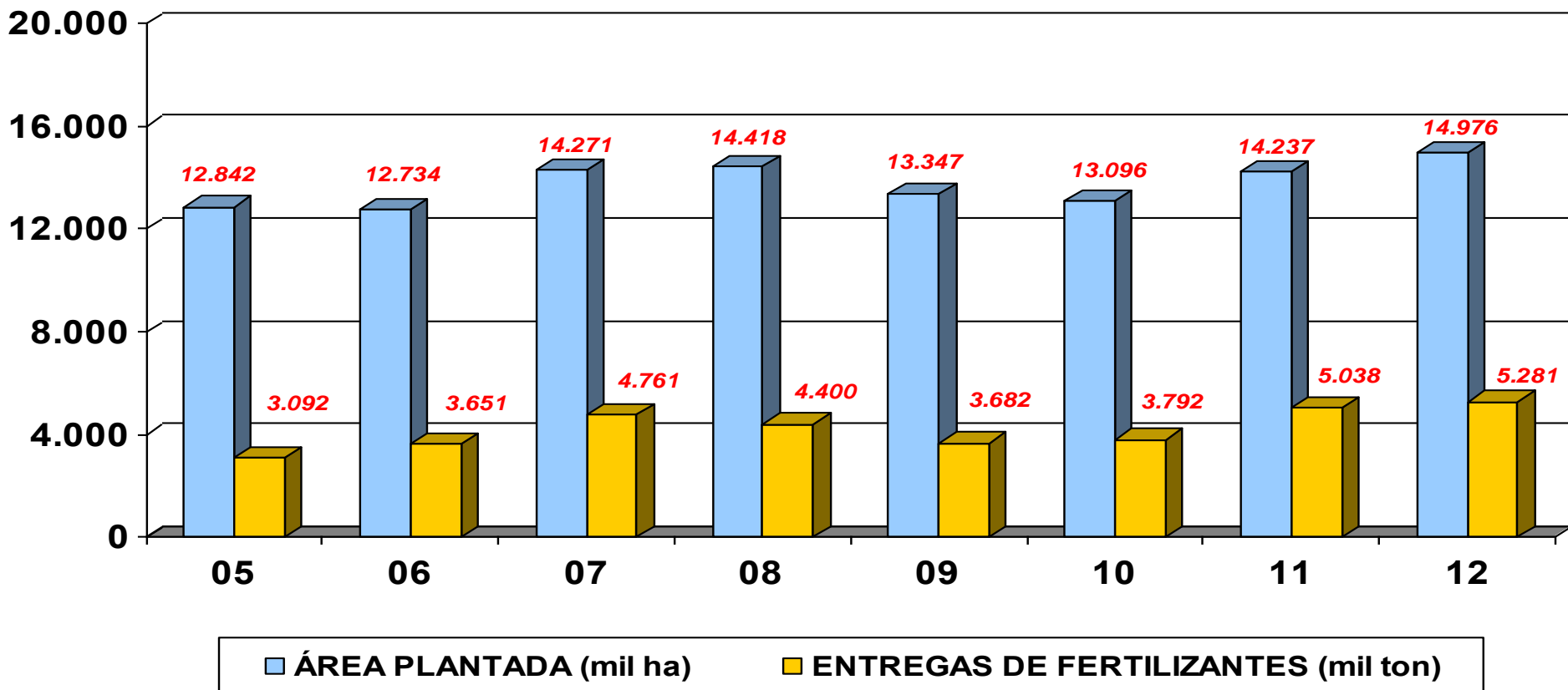


SOJA	MILHO	CANA	CAFÉ	ALGODÃO
ARROZ	TRIGO	FEIJÃO	FUMO	OUTRAS

ÁREA PLANTADA E ENTREGAS DE FERTILIZANTES PARA SOJA



ÁREA PLANTADA E ENTREGAS DE FERTILIZANTES PARA MILHO



Tecnologias disponíveis para correção da acidez do solo

1 – Calagem – corrige acidez até 20 cm

2 – Gesso – corrige o solo abaixo de 20 cm





Acidez adequada

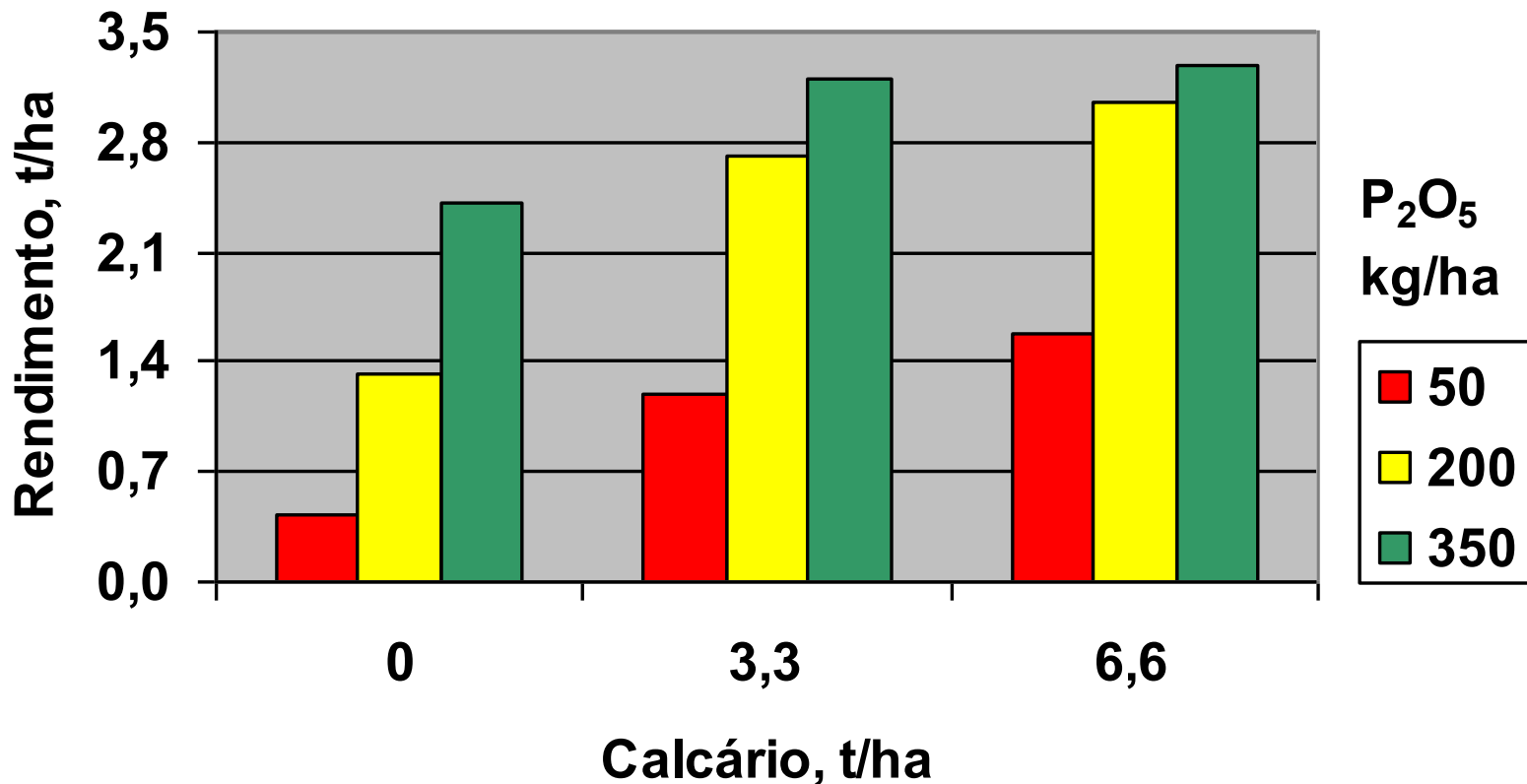
Cultura → Milho Lossolo Vermelho argiloso

Prof. cm	Raízes – cm/cm ³ de solo	
	Sem calcário	Com calcário
0 a 15	3,6	4,6 (+28%)
15 a 30	1,7	3,3 (+94%)
30 a 45	0,3	0,7 (+133%)

Fonte: Gonzalez-Erico et al., 1979.

Soja (médias de 5 cultivares)

Latossolo vermelho distrófico argiloso, Planaltina-DF



Fonte: Embrapa Cerrados (1976)

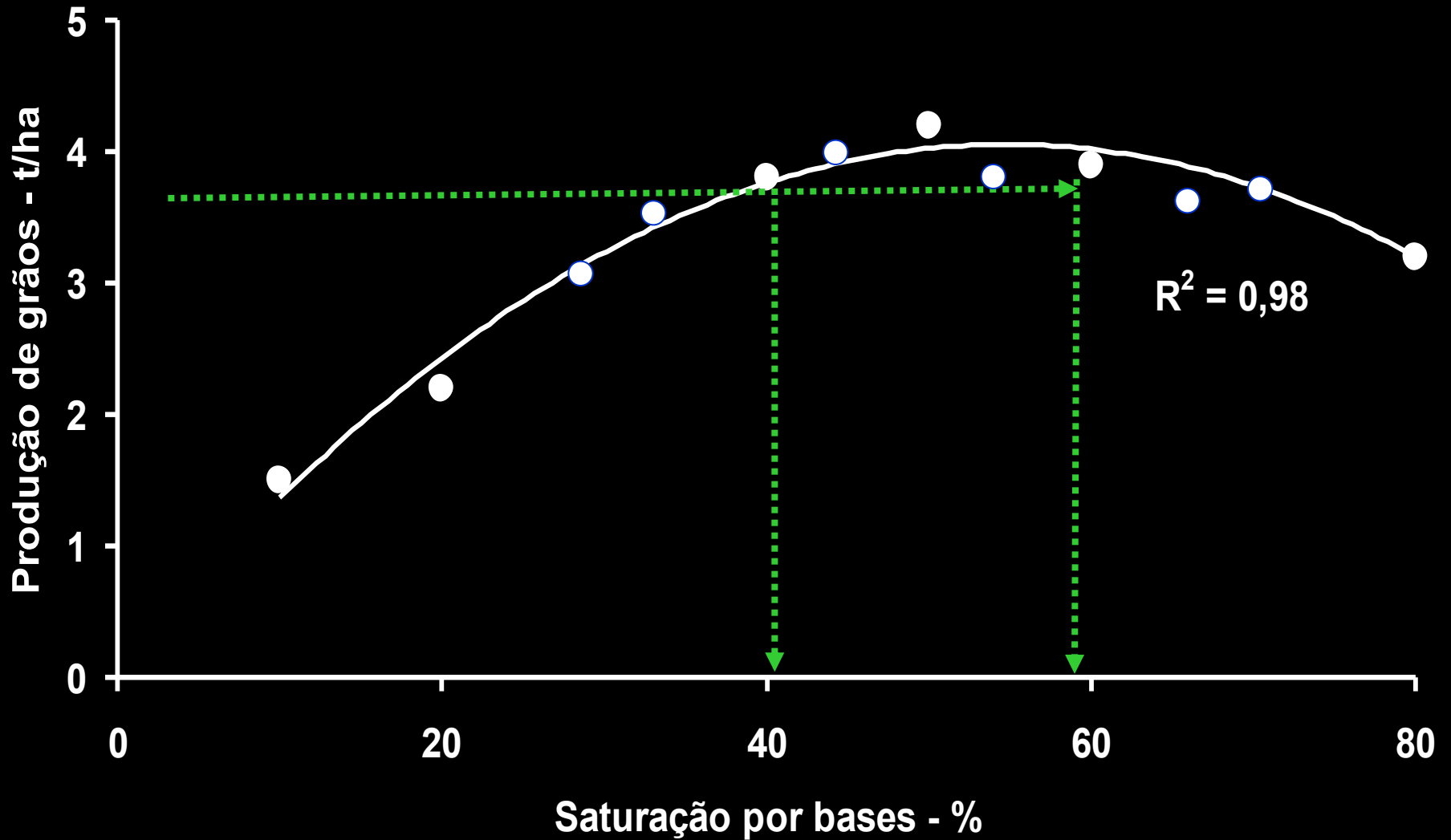
Calagem na cultura da soja

Solo argiloso de Cerrado (400 kg 00-20-20)

Calcário	Rend. de Grãos
t/ha	Sacos/ha
0	30
4 (recomendado)	66
8 (excesso)	50

Fonte: Sousa et al. (2007)

Cultura - soja



Fonte: Sousa, 1988.

Calagem na cultura da soja

Solo argiloso de Cerrado

Magnésio no solo	Rend. de Grãos
$\text{cmol}_c/\text{dm}^3$	Sacos/ha
0,10	10
0,25	40
0,60	60

Fonte: Sousa et al. (2007)

**LE argiloso, taxa juros 20%/ano 8 cultivos
(6 milhos, 1 sorgo, 1 soja)**

Dose de calcário	Receita total	Custo do calcário	Receita líquida	
t/ha	-----US\$/ha-----			
0	948			
1	1463	38	477	60
2	1731	76	707	88
4	1918	152	818	102
8	2004	304	752	94

Tempo de reação do calcário no solo, com preparo convencional (arado, grade)

Tempo	Reação média
anos	%
1	50
2	30
3	20

Tempo de reação do calcário no solo, com plantio direto

Tempo	Reação média
anos	%
1	20
2	20
3	20
4 ao 6	40

Necessidade de reaplicação de calcário

Sistema	Tempo de cultivo	
	6 anos	15 anos
	t/ha de calcário	
Preparo convencional	2,00	2,32
Plantio direto	1,47	1,74

Dose média anual da reaplicação do calcário – SPC
288 kg/ha e **SPD 214 kg/ha**

Para a reaplicação do corretivo de acidez o **plantio
direto** necessitou **25% menos calcário**

Antes de iniciar o SPD o problema de acidez deve estar resolvido até a profundidade de 60 cm

Camada de 0 a 20 cm

- **V = 50% Relação Ca:Mg = 1:1 até 10:1**
- **Teor de Mg $\geq 0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$**

Camada de 20 a 60 cm

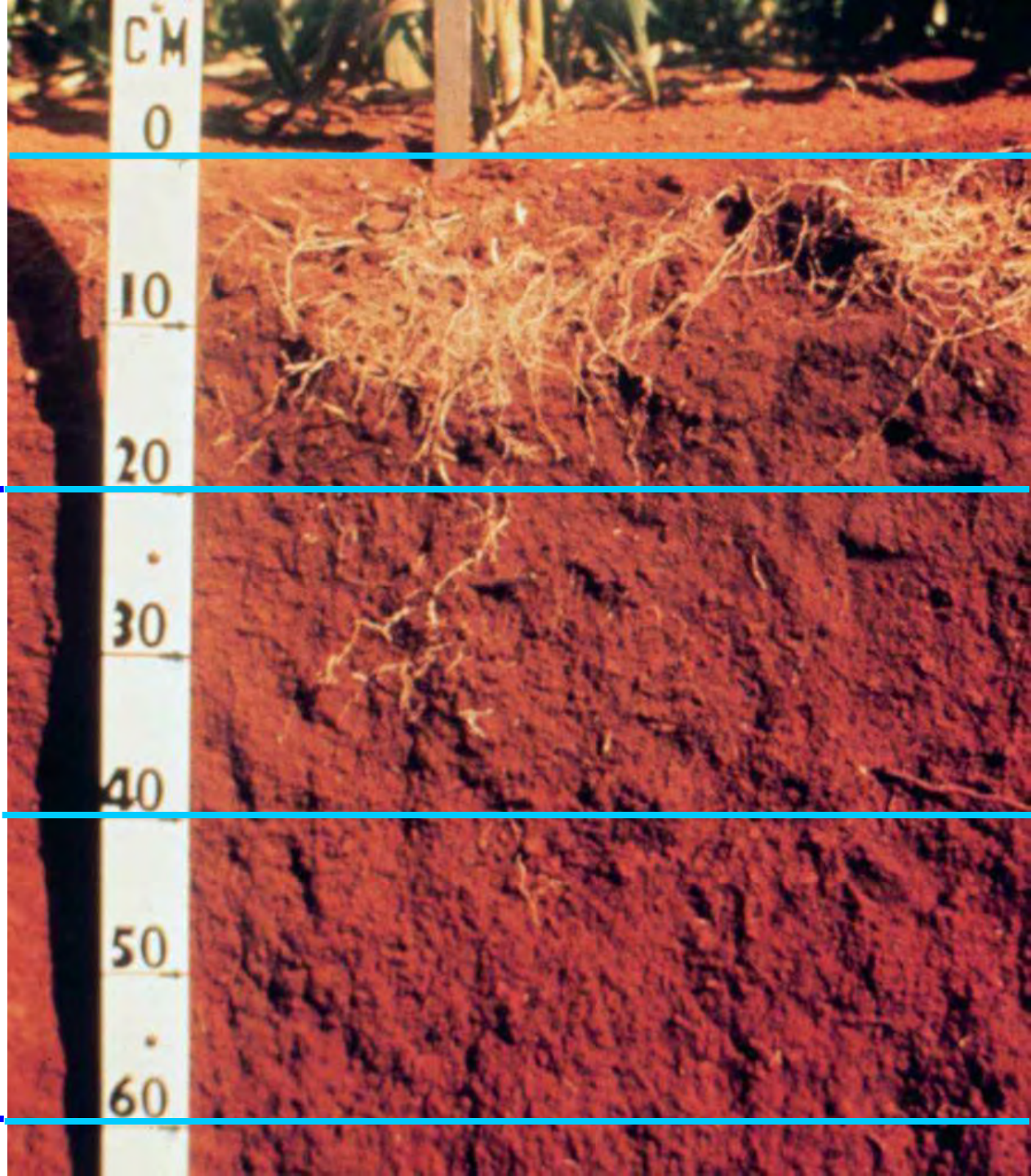
- **Teor de Ca $\geq 0,5 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ e m < 20%**

REAPLICAÇÃO DO CALCÁRIO NO SPD

- * SATURAÇÃO POR BASES (V) < 40%
- * FORMA DE APLICAÇÃO → LANÇO NA SUPERFÍCIE
- * INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA
APLICAR CALCÁRIO 1 A 2 ANOS
ANTES ESTABELEECER CULTURA ANUAL.

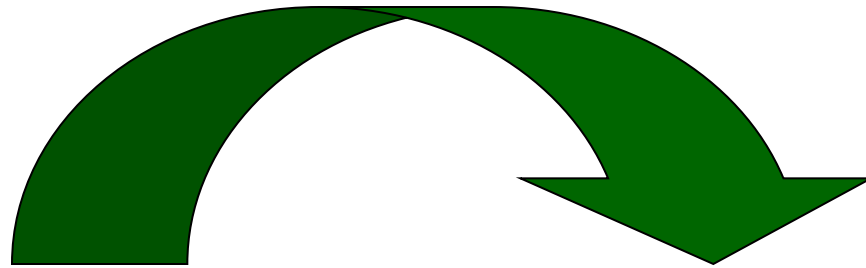


Subsolo Ácido



Baixo Ca
Alto Al

TESTE BIOLÓGICO PARA DIAGNÓSTICO DE IMPEDIMENTO QUÍMICO PARA DESENVOLVIMENTO DAS RAÍZES



Período de crescimento:

4 dias



Avaliação do comprimento da maior raiz.

Régua

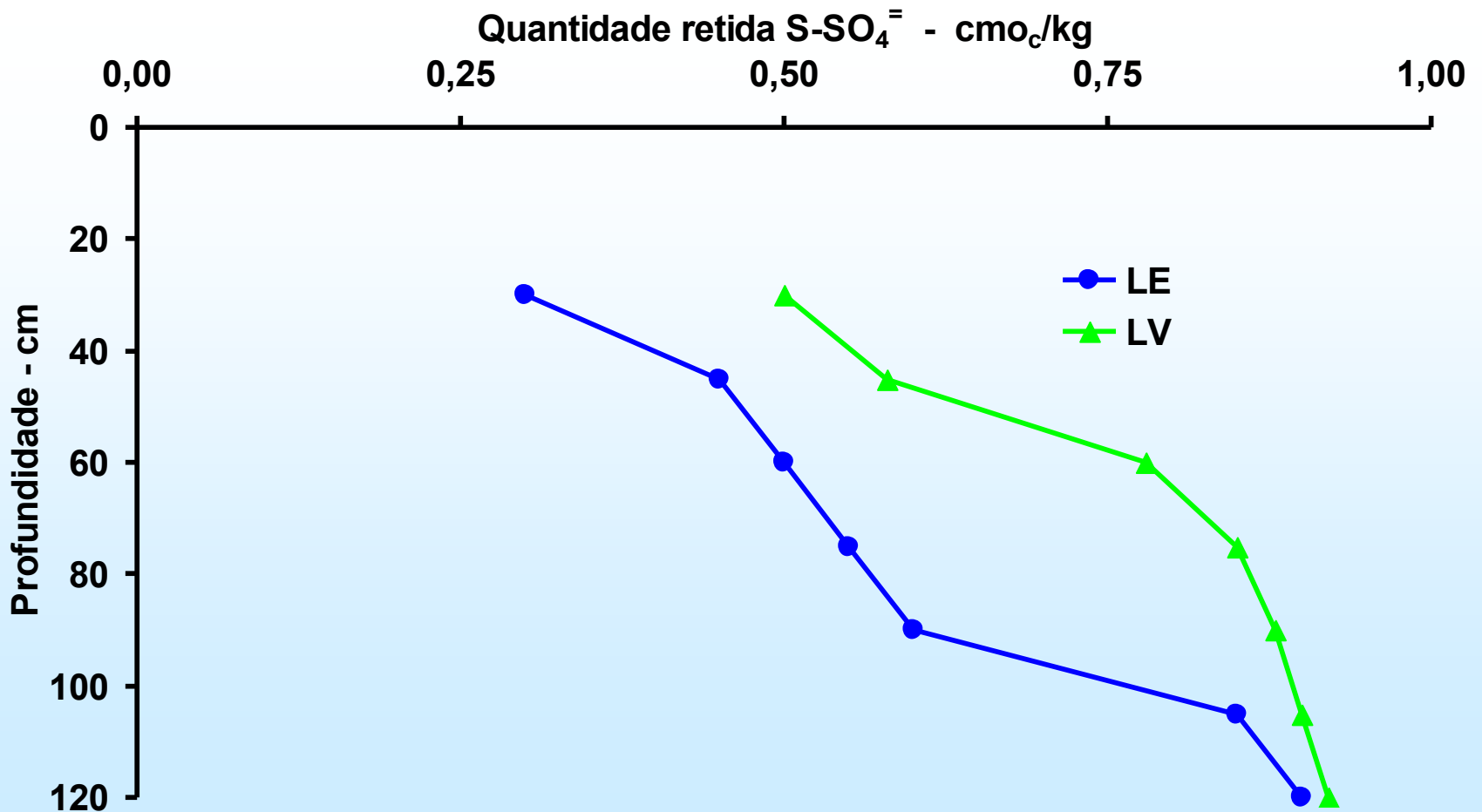


PROFUNDIDADE DE AMOSTRAGEM

✳ 20 a 40 cm e 40 a 60 cm

Probabilidade de resposta ao gesso	Saturação por alumínio	Teor de Cálcio
Média/alta	> 20%	< 0,5 cmol_c/dm³

Quantidade retida de enxofre para manter 10 mg/kg de S na solução



Fonte: Sousa et al. (1992)

RECOMENDAÇÃO DE GESSO

CULTURAS ANUAIS



$$\text{N.G. (kg/ha)} = 50 \times \text{teor de argila (\%)}$$

Fonte: Sousa et al (1993)

NITROGÊNIO



Fixação Biológica de Nitrogênio: estirpes de *Bradyrhizobium*

Com inoculante
82 sc/ha

Sem inoculante
74 sc/ha

Fonte: Mendes et al, dados não publicados (2010)

1º cultivo

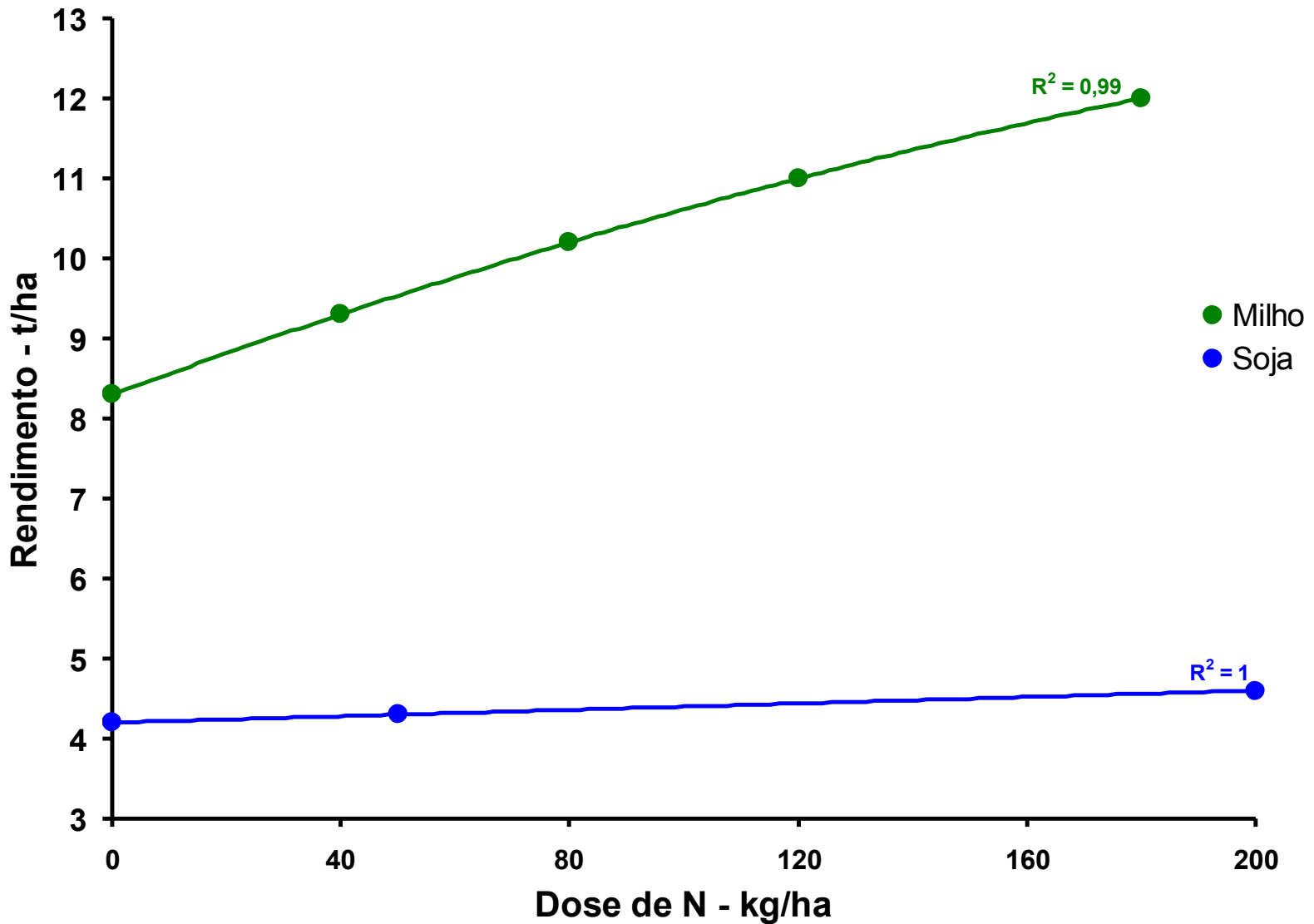
Sem inoculante – 22 sc/ha

Com inoculante – 39 sc/ha

Fonte: Peres et al (1980)

Economia anual > US\$ 9 bilhões

SOLO: LE argiloso TEOR DE M.O. = 2,8 %
FONTES DE N: uréia



$$\text{Dose de N (kg/ha)} = (\text{RNC} - \text{SNS}) \cdot f$$

onde,

RNC = requerimento de N da cultura para uma determinada produtividade;

SNS = capacidade de suprimento de N do solo;

f = fator de eficiência do uso de N pela cultura que, em área bem manejada, com sistema radicular profundo, pode ser considerado 1,33 (eficiência de 75% no uso de N).

**TEOR MÉDIO DE
MATÉRIA
ORGÂNICA**

**POTENCIAL DE
NITROGÊNIO
MINERALIZADO ¹**

**PRODUTIVIDADE DE
MILHO OBSERVADA OU
ESTIMADA²**

%

kg/ha

t/ha

1

30 a 50

1,5

2

60 a 100

3,0 a 4,5

3

90 a 150

4,0 a 6,0

4

120 a 200

5,0 a 7,0

¹ Estimou-se uma taxa de mineralização anual da matéria orgânica de 3% a 5% e uma relação C/N de 11,5.

² Eficiência de uso do N de 75%, para um perfil de solo explorado de, no mínimo, 60 cm.

Fonte: Sousa et al (2004)

Latossolo vermelho-amarelo argiloso

Planaltina, DF

Espécie	Colonização radicular - %
Crotalaria oroleuca	49
Guandu cv. kaki	52
Feijão bravo ceará	60
Girassol	51
Milheto	49
Mucuna-cinza	49
Nabo-forrageiro	00

Fonte: Miranda e Miranda, 2001.

Fósforo

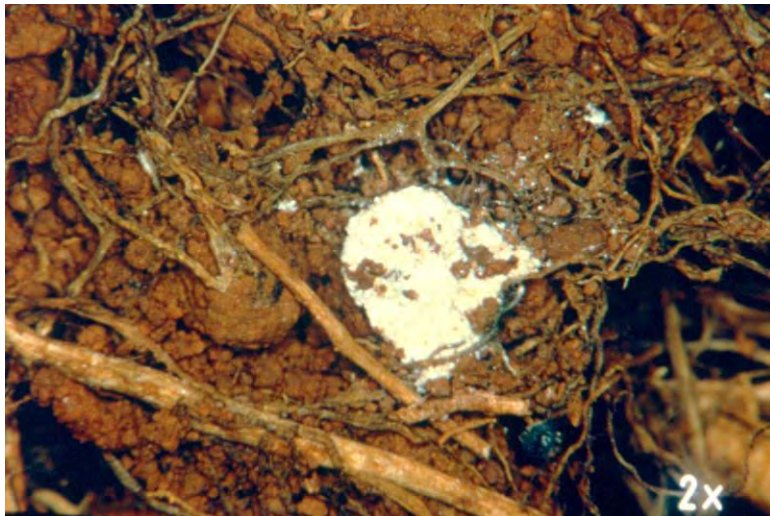


Tabela de nível crítico e CT (2)

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

Fonte:
Sousa et al.,
2006.

¹ 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.

² Dose de P₂O₅ solúvel para elevar o teor de P no solo em 1 mg/dm³, com base em amostra da camada de 0 a 20 cm.

Cálculo da dose de P

Dose de fósforo (kg/ha de P_2O_5) = (Nível crítico de P no solo – Teor atual de P no solo) x CT

onde o valor do nível crítico de fósforo e da CT são obtidos na Tabela anterior para o fósforo extraído por Mehlich 1 ou resina.

Efeito das plantas de cobertura em SPD

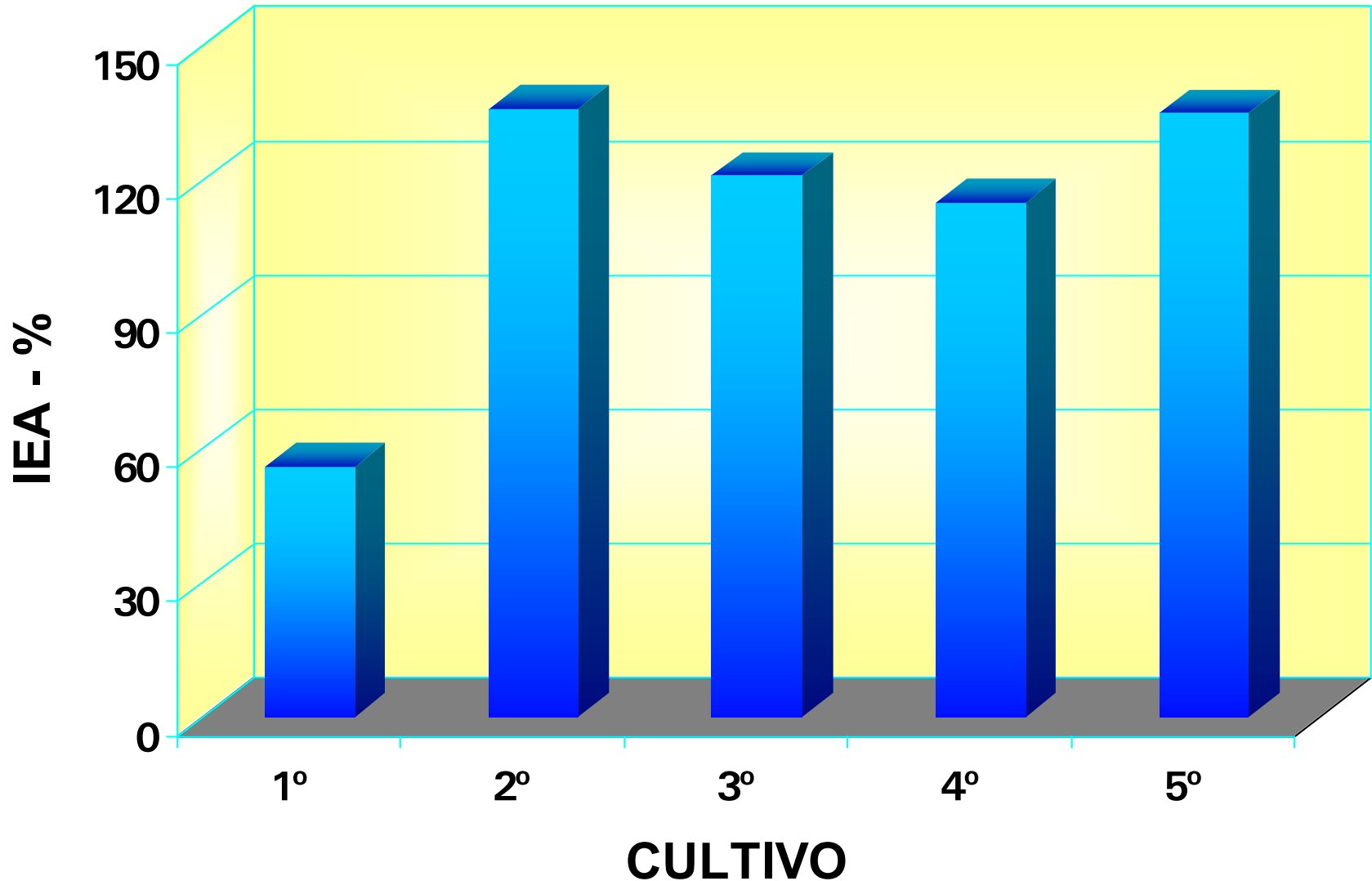
SPD com mato

SPD com milho



FNR DE GAFSA - 240 kg/ha P₂O₅

CULTURA ⇒ SOJA



Fonte: Sousa et al., 1999.

Adubação corretiva – SFT e FNR

Adubação de manutenção – SFT

Período de 11 anos (soja, soja, soja-milho)

Solo	Produção total – t/ha
Sem correção	62,6
Corrigido com SFT	65,8
Corrigido com FNR	67,4

Margem bruta do SFT – 54 sacos/ha

R\$ 1.440,00 Relação 3:1

Margem bruta do FNR – 81 sacos/ha

R\$ 2.037,00 Relação 5:1

Fonte: Sousa et al., dados não publicados

SFT x FNR na adubação de manutenção

Adubação	Produção 11 cultivos	Receita	Fonte	Saldo
	t/ha	-----R\$-----		
SFT plantio	65,6			
FNR plantio	61,3	-1.466,00	440,00	-1.026,00
FNR milho	65,3	240,00	440,00	680,00

SFT – R\$ 2,00 e FNR – R\$ 1,50 o kg de P₂O₅ (2,00)

Fonte: Sousa et al., dados não publicados.

SOLO: LV argiloso LOCAL: Planaltina, DF

SPD

CULTURA: Soja + *Arachis*

TEOR DE P: 12,2 mg/dm³

Dose de P ₂ O ₅	Modo de aplicação	Fonte de fósforo	
		ST	FNR
kg/ha		-----t/ha-----	
50	sulco	3,5	3,5
50	lanço	3,7	3,6
100	sulco	3,6	3,4
100	lanço	3,8	3,4

**A produtividade de grãos do tratamento sem fósforo foi de 3,0 t/ha.
FONTE: SOUSA et al. (dados não publicados).**

SOLO: LV argiloso LOCAL: Planaltina, DF

SPD CULTURA: Milho + *Arachis*

TEOR DE P: 12,2 mg/dm³

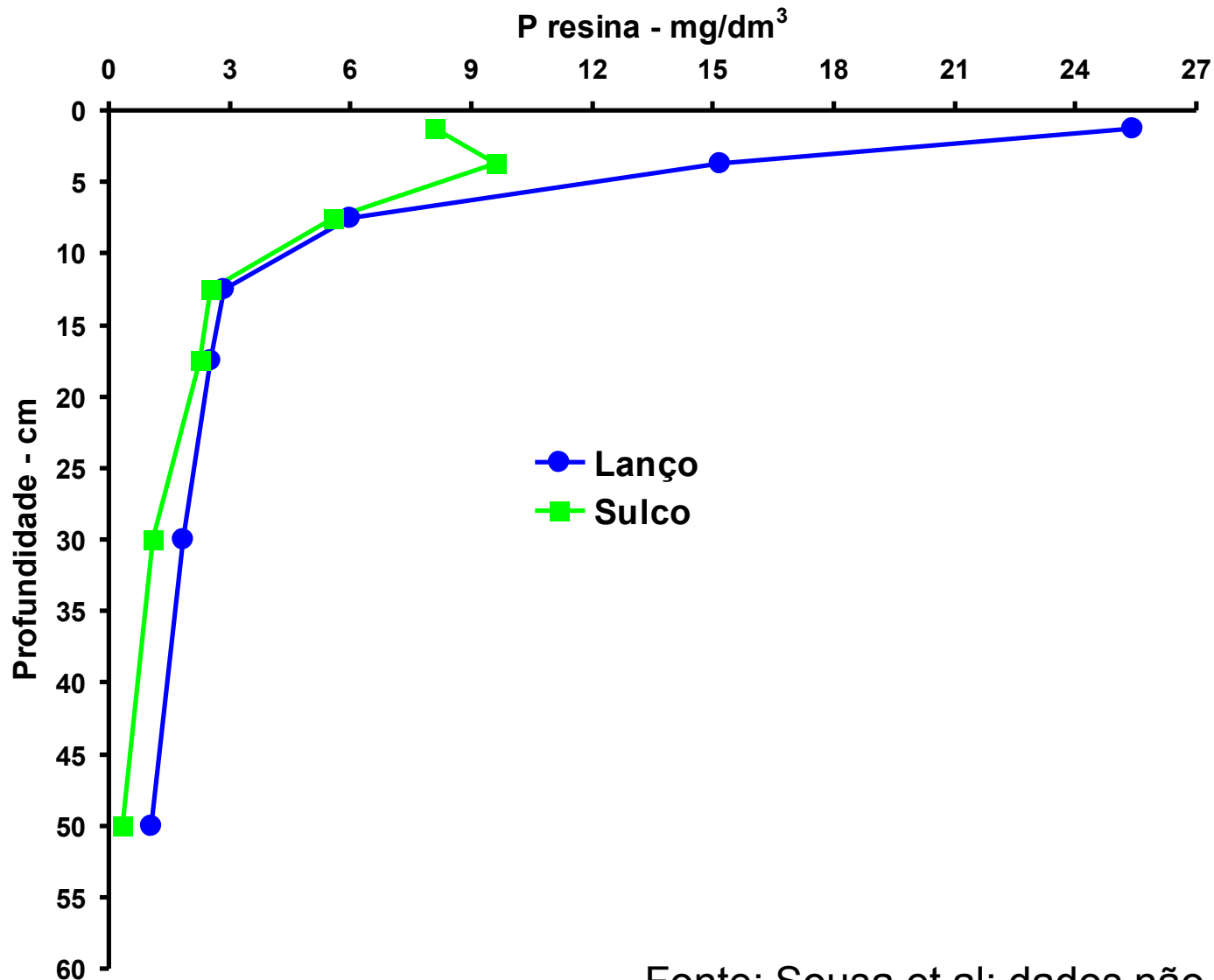
Dose de P₂O₅	Modo de aplicação	Fonte de fósforo	
		ST	FNR
kg/ha		-----t/ha-----	
50	sulco	9,9	9,6
50	lanço	10,3	9,2
100	sulco	10,2	9,3
100	lanço	10,5	9,8

**A produtividade de grãos do tratamento sem fósforo foi de 7,9 t/ha.
FONTE: SOUSA et al. (dados não publicados).**

Solo – LE argiloso natural Fonte de P – ST **SPD 6**

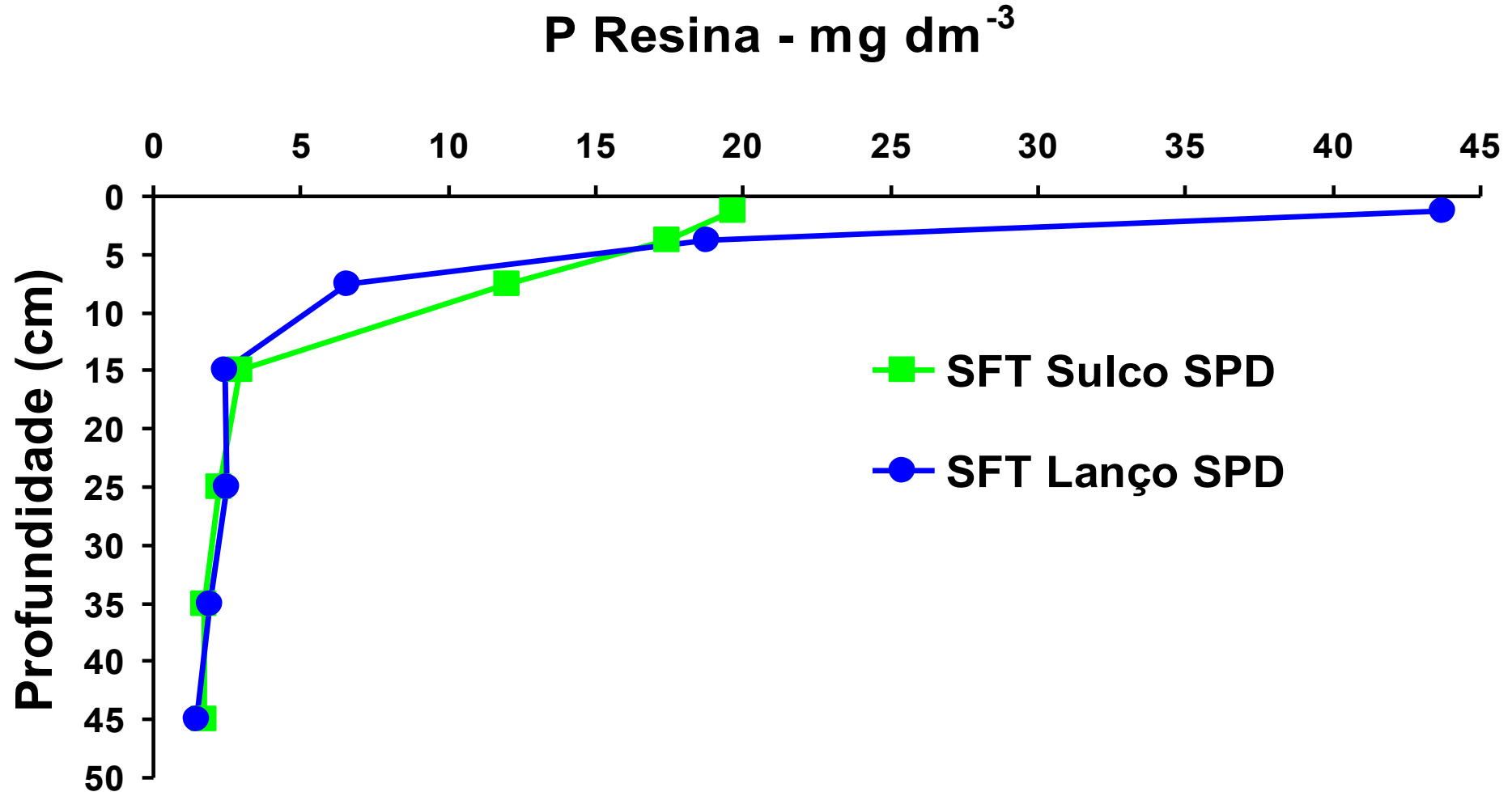
anos

Dose – 80 kg P₂O₅/ha/ano



Fonte: Sousa et al; dados não publicados

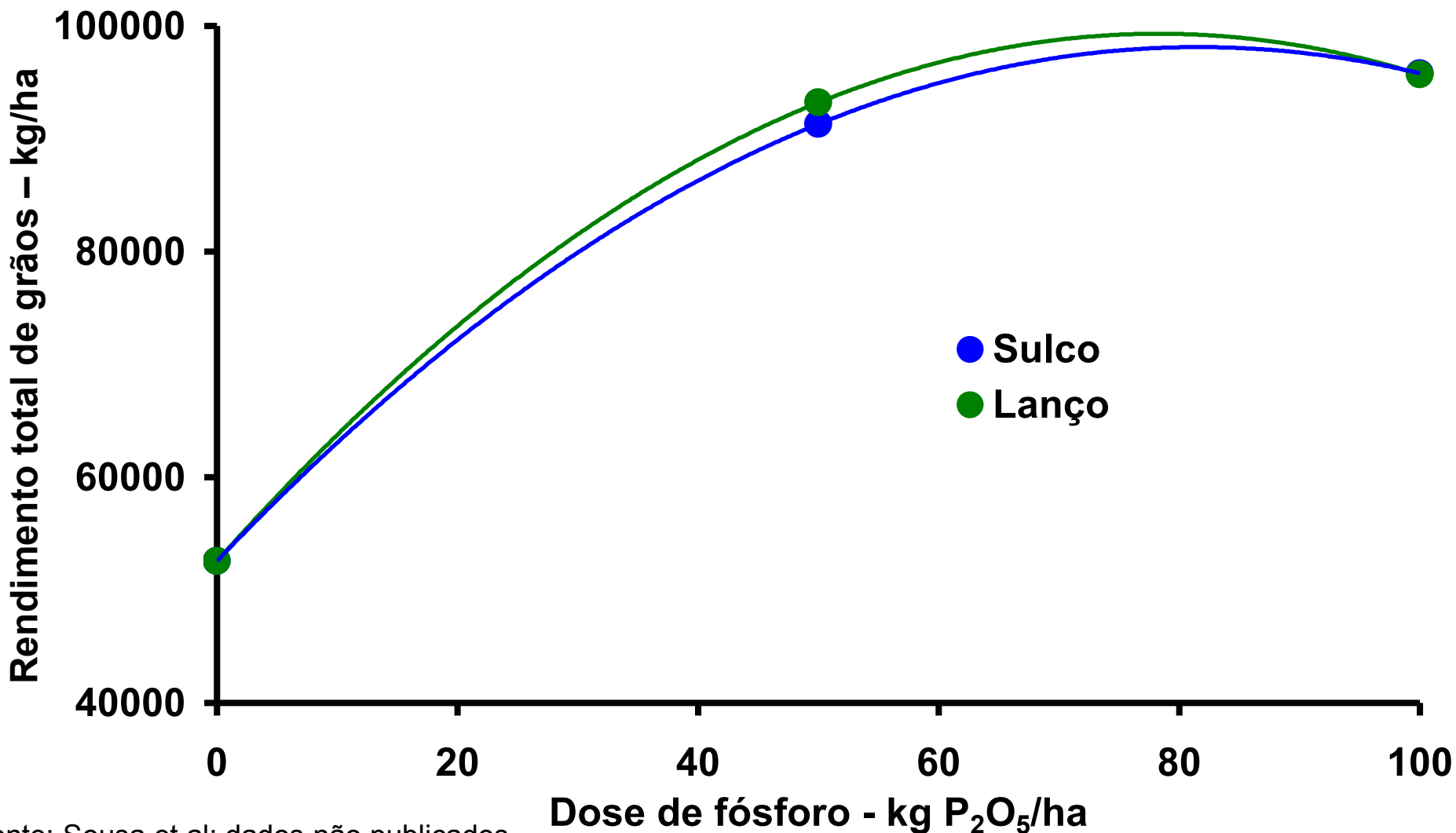
LE argiloso Fonte de P – SFT SPD Dose
– 80 kg P₂O₅/ha/ano (14º ano)



LV – argiloso – 13 anos – alta fertilidade

SPD Soja/milho - milho – Fonte de P SFT

SPD - 13 anos soja-milho



Fonte: Sousa et al; dados não publicados

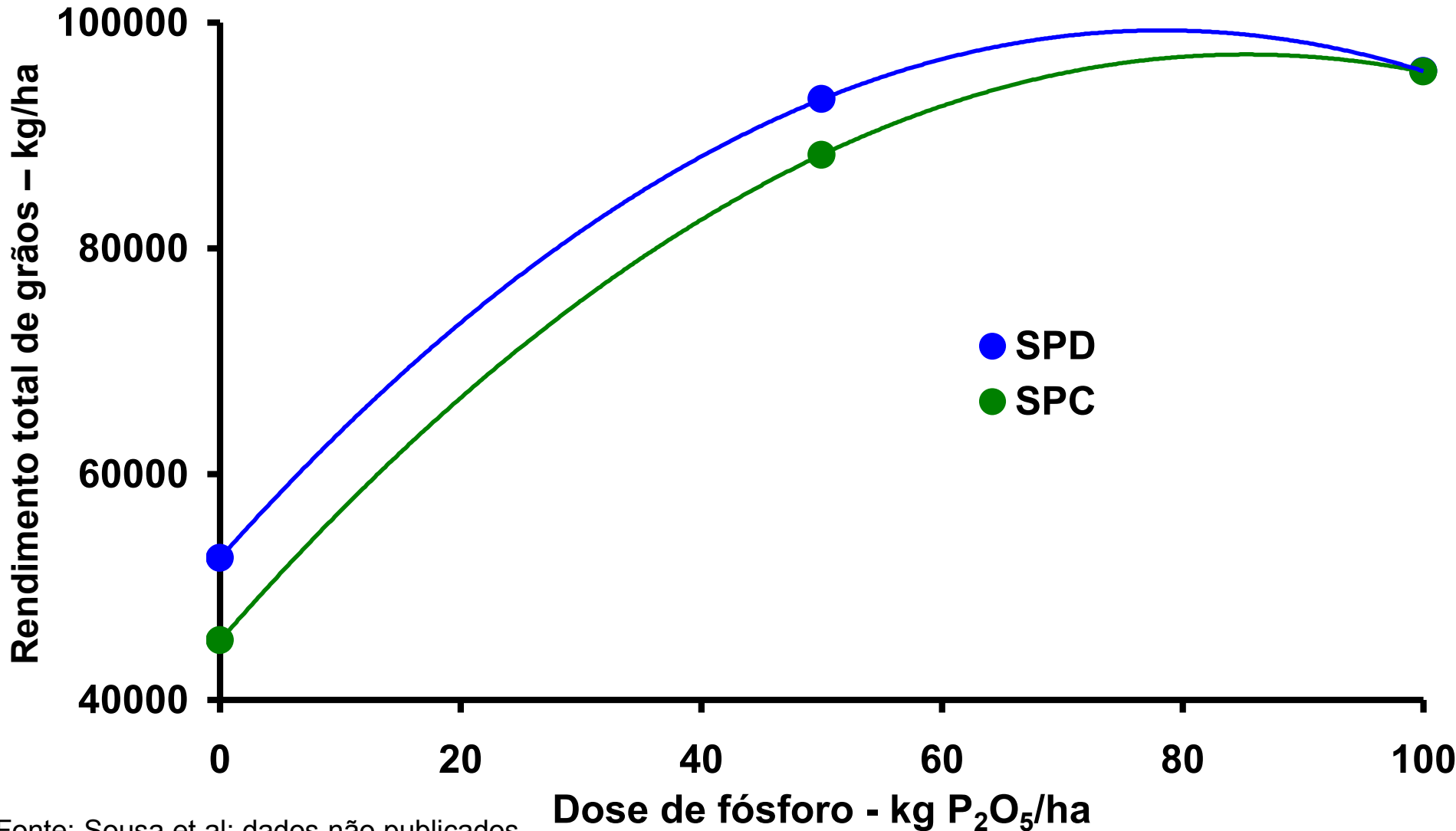
Sistemas integrados



LV – argiloso – 13 anos – alta fertilidade

Soja/milho - milho – Fonte de P SFT (lanço)

13 anos soja-milho
Fósfo a lanço

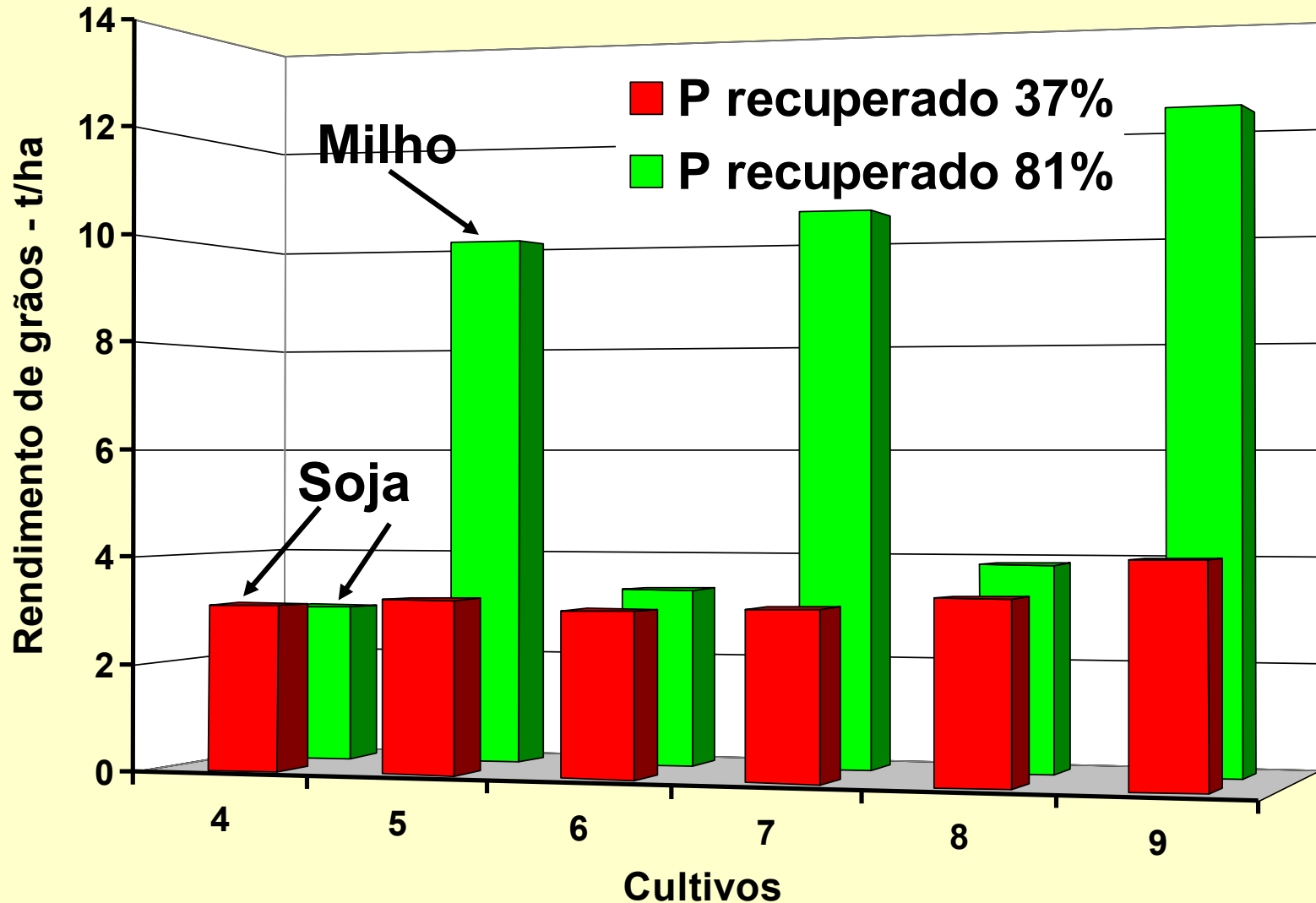


Fonte: Sousa et al, dados não publicados

ROTAÇÃO DE CULTURAS – RECUPERAÇÃO DE P

Dados de dois experimentos, LV argiloso SPD

Adubação de manutenção → 80 kg P₂O₅/ha/ano no sulco, como SFT.



MATÉRIA ORGÂNICA

- Anual - dez cultivos de soja e dois de milho
- Anual/pastagem - três cultivos de soja e nove de braquiária

Sistema de cultivo

Teor de matéria orgânica - %

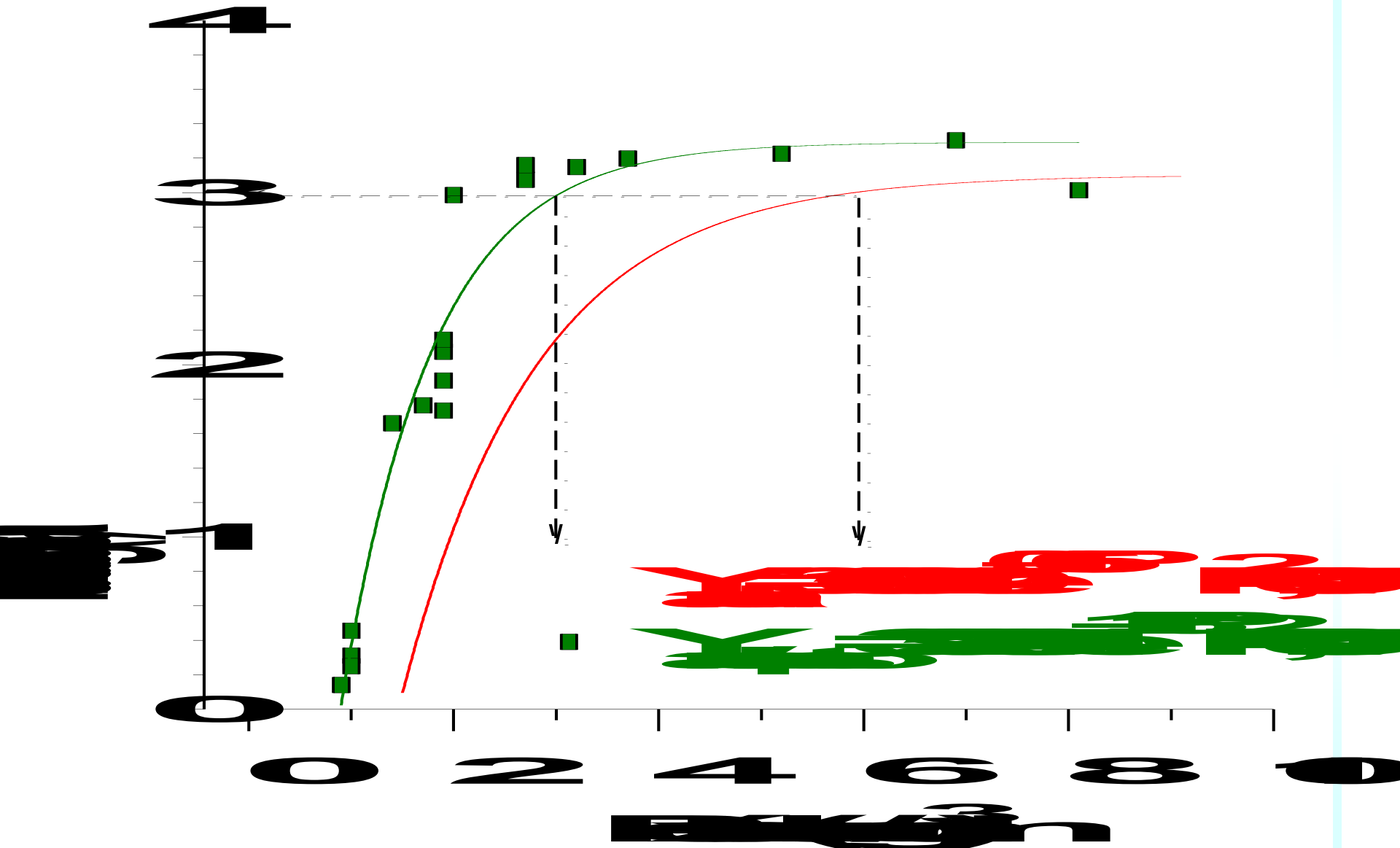
Anual

2,84

Anual/pastagem

3,73

13º cultivo de soja – LA muito argiloso

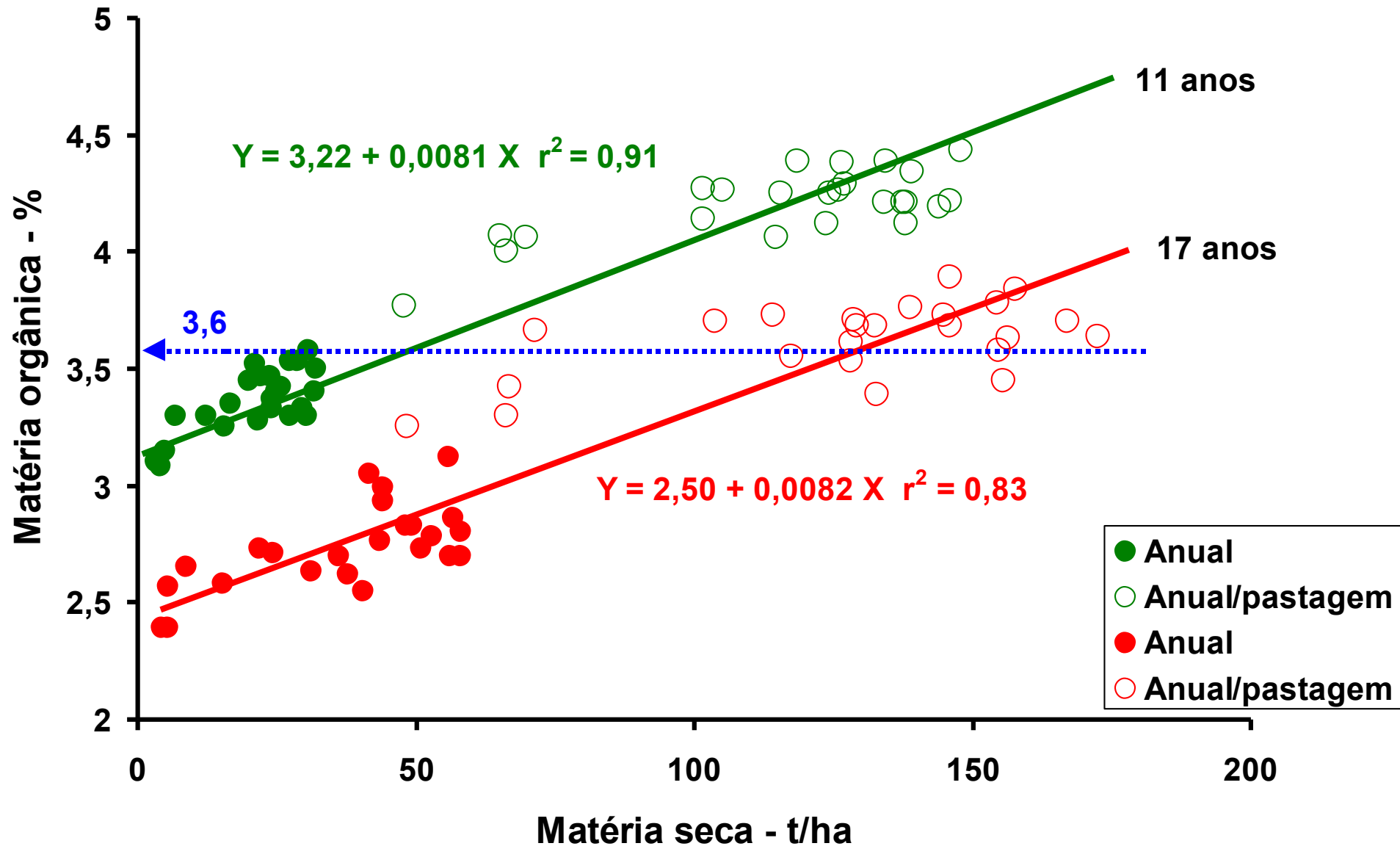


Fonte: Sousa et al. 1977.

MATÉRIA ORGÂNICA



SPC para os cultivos anuais



Milheto



C/N = 30 a 34

4,5 ton PA
+ 1,5 ton
raízes/ha

Sistema Plantio Direto

Soja



C/N = 13 a 18

3,5 ton PA
+ 1,1 ton
raízes/ha

**Rotação de culturas:
base de sustentação
do sistema**

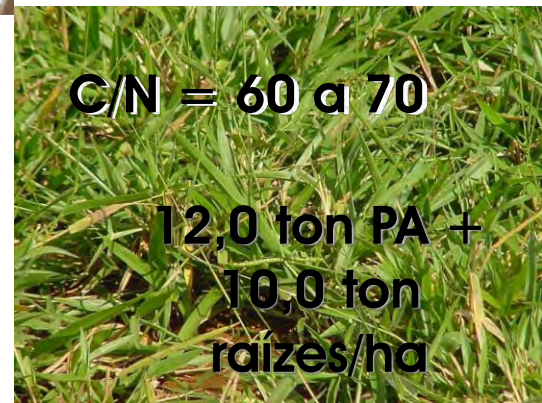
Milho



C/N = 60 a 64

8,0 ton PA
+ 2,3 ton
raízes/ha

Brachiaria



C/N = 60 a 70

12,0 ton PA +
10,0 ton
raízes/ha

Solo: LE argiloso – 11 anos

Soja-Milho - Milheto

Prof.	Matéria orgânica - %		
	SPD	SPC	Cer.
cm			
0 a 5	3,70	2,88	3,90
5 a 10	3,10	2,72	2,83
10 a 20	2,65	2,74	2,62
Média	3,02	2,77	2,99

Solo: LE argiloso – 11 anos
Soja - Milho - Milheto
Camada de 0 a 20 cm

Sistema

COT

COP

COM

----- t/ha -----

SPC

36,09

4,12

31,98

SPD

39,57

5,72

33,85

Foram incorporados 0,6 t/ha/ano de matéria orgânica ao solo no SPD em relação ao SPC.

Solo: LE argiloso – 11 anos
Soja - Milho - Milheto
Camada de 0 a 20 cm

Sistema

N T

N P

N M

----- kg/ha -----

SPC

2.664

277

2.387

SPD

2.876

355

2.521

Foram incorporados 20 kg/ha/ano de nitrogênio ao solo no SPD em relação ao SPC.

Fonte: Nunes et al (.2011)

Solo: LE argiloso – 11 anos

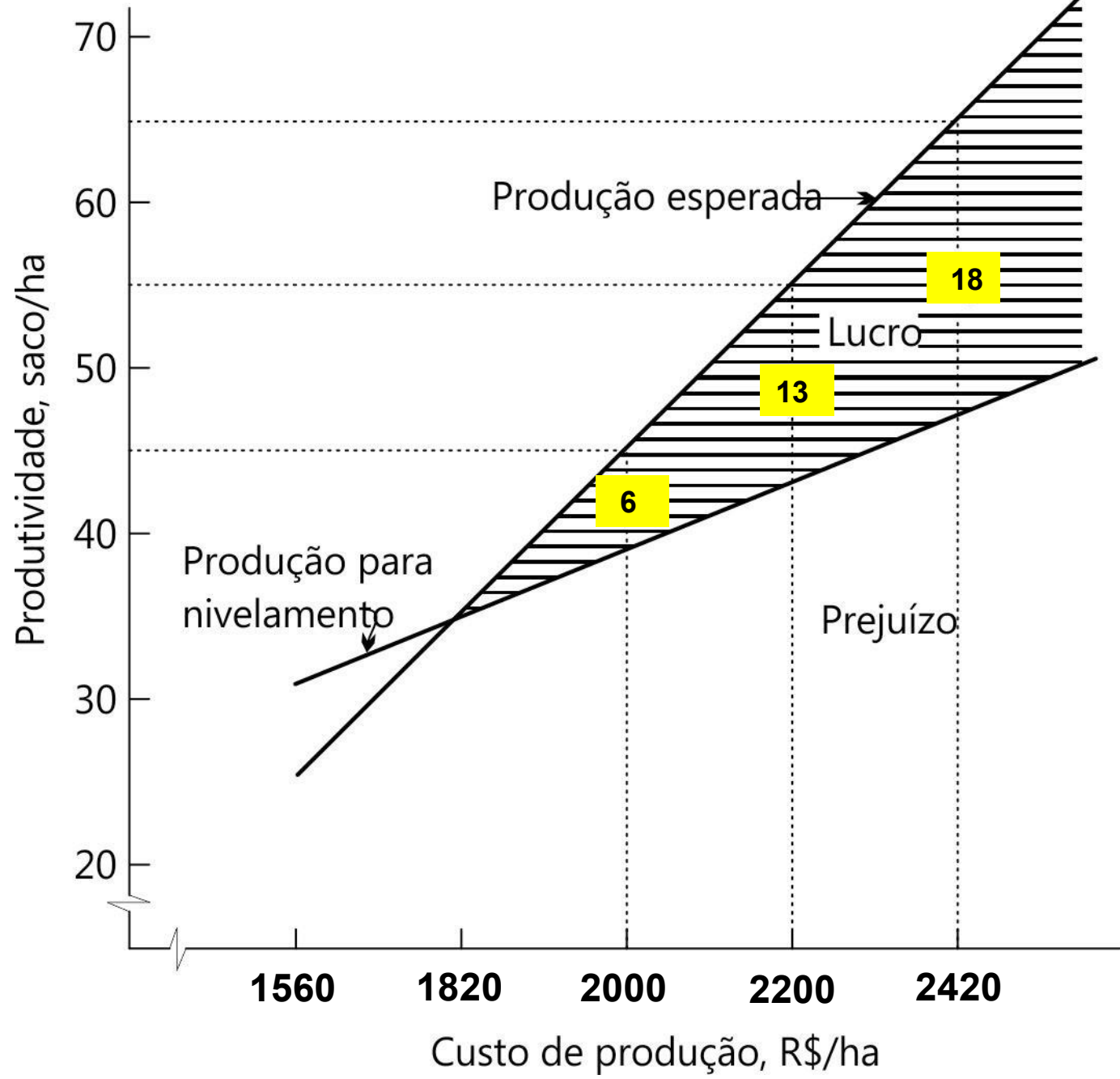
Soja-Milho - Milheto

Camada de 0 a 20 cm

✓ **A taxa de converção do Carbono adicionado pelas culturas em carbono orgânico do solo foi de 4% no SPC, enquanto que no SPD foi de 8,2%.**

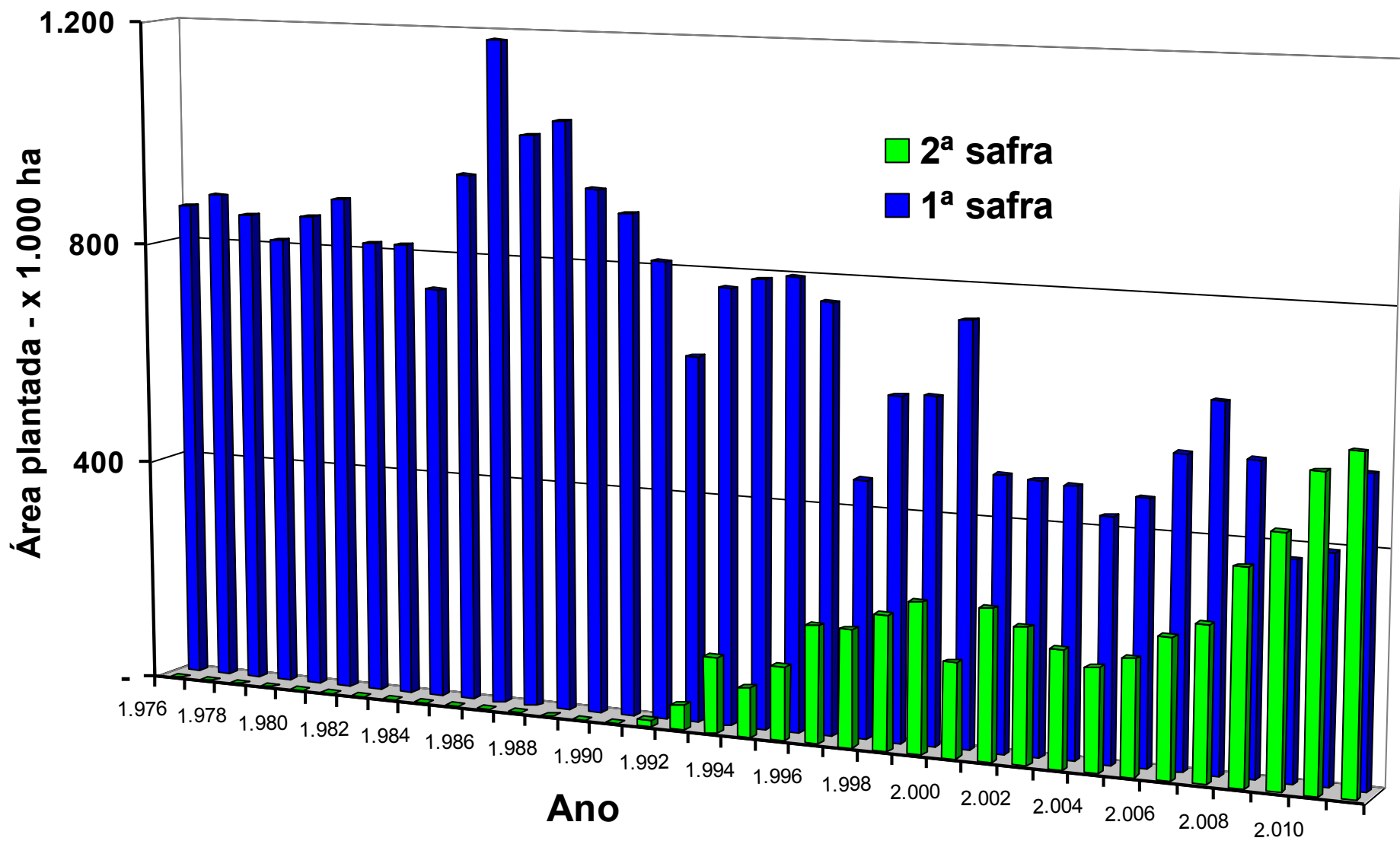
SPC → 25,32 t/ha de C de biomassa para 1 t/ha C no solo.

SPD → 12,24 t/ha de C de biomassa para 1 t/ha C no solo.

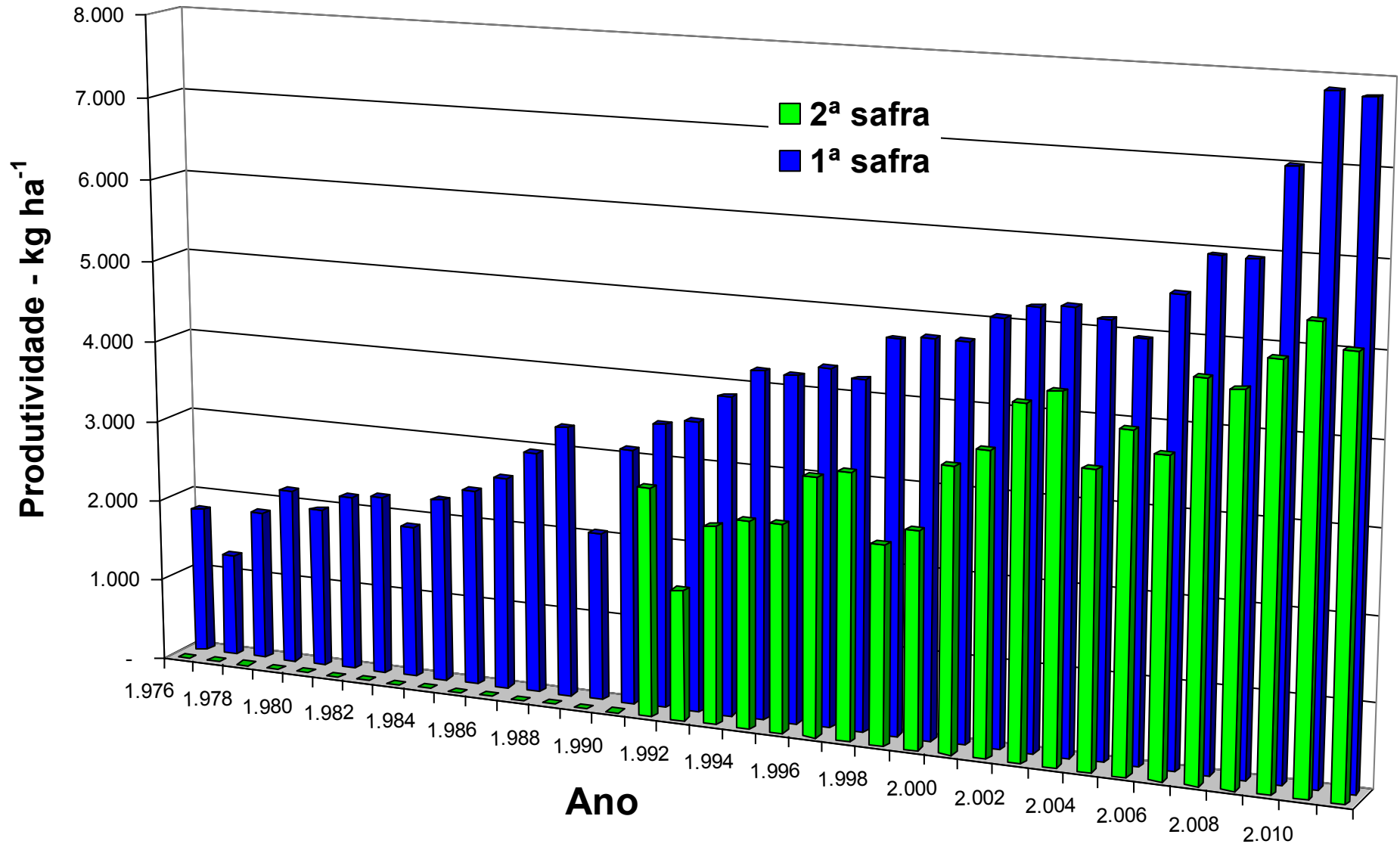


R\$ 52,00/sc

Milho - Goiás



Milho - Goiás



Fonte: Adaptado de CONAB (2013)

MANEJO ADEQUADO

Minimizar o preparo
mecânico
+
Maximizar o retorno de
resíduos vegetais

Altas produtividades
+
baixo custo
ambiental

Uso Sustentável



Obrigado