



I Simpósio **AGROESTRATÉGICO**

REPENSANDO A AGRICULTURA DO FUTURO

**Manejo do Solo
e Fertilidade**

Dr. Eros Francisco
Diretor Adjunto, IPNI
<http://brasil.ipni.net>


Realização




Apoio



IPNI

 **AGRONOMIC STAFF AND ADMINISTRATORS**



Dr. Nancy Johnson
Regional Director
1800 Lakeside Drive, Suite 100
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: njohnson@ipni.net

Dr. Paul E. Ryan
Regional Director
1000 Cambridge Street
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: pryan@ipni.net

Dr. Robert L. Johnson
Regional Director
1000 Cambridge Street
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: rjohnson@ipni.net

Dr. Steven J. Cook
Regional Director
1000 Lakeside Drive, Suite 100
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: scook@ipni.net

Dr. Robert L. Johnson
Regional Director
1000 Cambridge Street
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: rjohnson@ipni.net

Dr. Rosemary Smith
Regional Director
1000 Cambridge Street
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: rsmith@ipni.net

Dr. Steven J. Cook
Regional Director
1000 Lakeside Drive, Suite 100
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: scook@ipni.net

Dr. Rosemary Smith
Regional Director
1000 Cambridge Street
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: rsmith@ipni.net

Dr. Rosemary Smith
Regional Director
1000 Cambridge Street
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: rsmith@ipni.net

Dr. Steven J. Cook
Regional Director
1000 Lakeside Drive, Suite 100
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: scook@ipni.net

Dr. Rosemary Smith
Regional Director
1000 Cambridge Street
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: rsmith@ipni.net

Dr. Rosemary Smith
Regional Director
1000 Cambridge Street
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: rsmith@ipni.net

Dr. Steven J. Cook
Regional Director
1000 Lakeside Drive, Suite 100
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: scook@ipni.net

Dr. Rosemary Smith
Regional Director
1000 Cambridge Street
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: rsmith@ipni.net

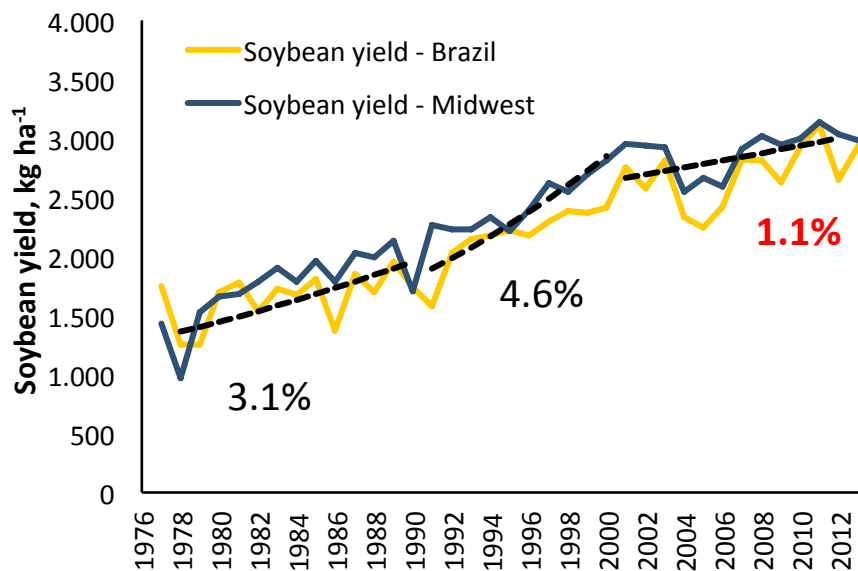
Dr. Rosemary Smith
Regional Director
1000 Cambridge Street
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: rsmith@ipni.net

Dr. Steven J. Cook
Regional Director
1000 Lakeside Drive, Suite 100
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: scook@ipni.net

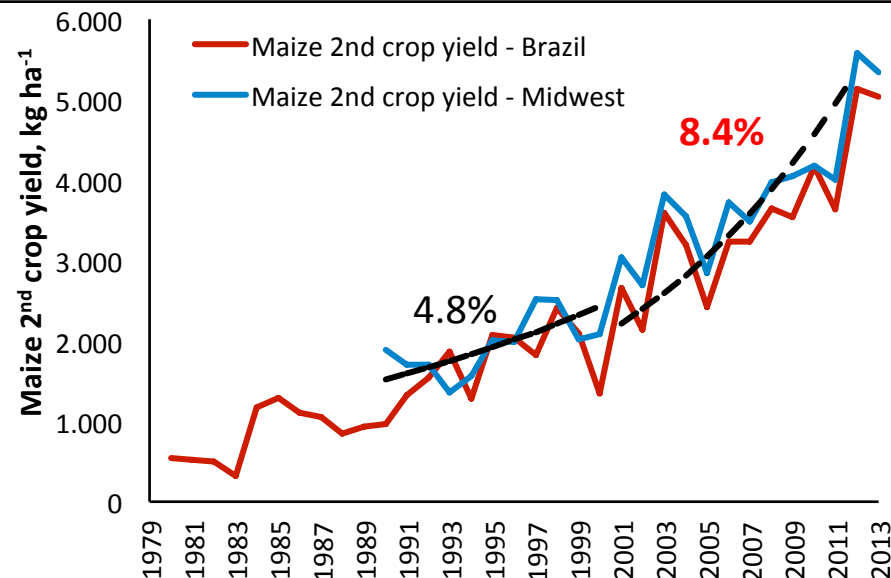
Dr. Rosemary Smith
Regional Director
1000 Cambridge Street
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: rsmith@ipni.net

Dr. Rosemary Smith
Regional Director
1000 Cambridge Street
Westborough, MA 01581-2095
Phone: +1 508 860 3300
Fax: +1 508 860 3301
E-mail: rsmith@ipni.net

<http://brasil.ipni.net>



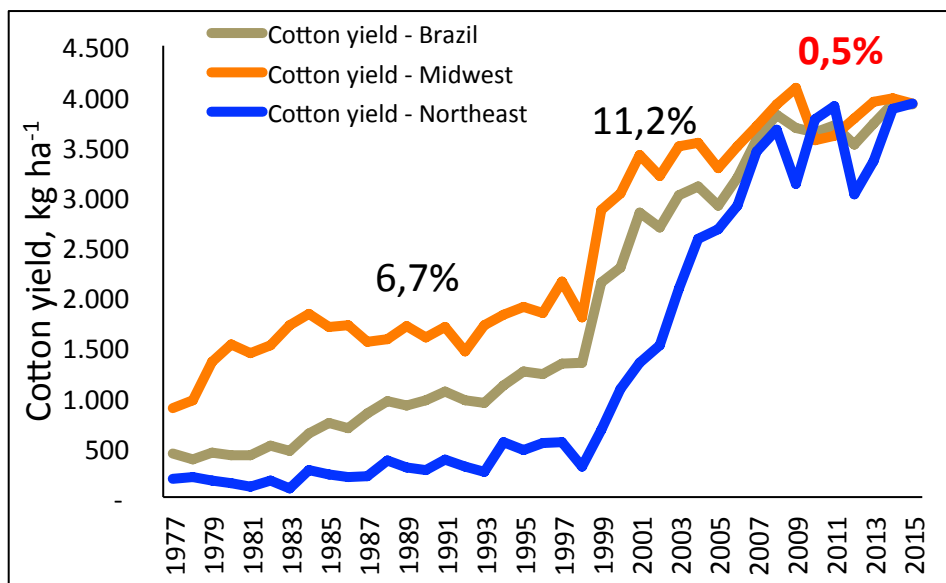
Source: CONAB (2013)



Source: CONAB (2013)

- 1980s
 - ✓ Avanço vagaroso da soja no Cerrado (Centro-Oeste)
 - ✓ Início da adoção do plantio direto
- 1990s
 - ✓ Forte avanço da soja no Cerrado (Centro-Oeste)
 - ✓ Variedades novas/adaptadas: baixa latitudes, resistentes ao cancro da haste e nematóide do cisto
- 2000s
 - ✓ Introdução da Ferrugem Asiática
 - ✓ Compactação do solo em sistemas com plantio direto
 - ✓ Altas populações de nematóides (*pratylenchus*)

- 1990s
 - ✓ Pouco avanço do milho safrinha sobre a área de soja no Cerrado (Centro-Oeste)
- 2000s
 - ✓ Forte avanço do milho safrinha sobre a área de soja no Cerrado (Centro-Oeste) com híbridos novos/adaptados incluindo eventos transgênicos (Bt) e alto potencial produtivo



Source: CONAB (2015)

- 1980s e início 1990s
 - ✓ Baixa adoção de tecnologia
 - ✓ Sérios problemas com Bicudo do algodoeiro
- Final 1990s e início 2000s
 - ✓ Forte avanço da cotonicultura no Cerrado (Centro-Oeste)
 - ✓ Cultivares novos/adaptados
- Final 2000s
 - ✓ Vários problemas com doenças e pragas
 - ✓ Compactação de solo em sistemas de plantio direto
 - ✓ Altas populações de nematóides
 - ✓ Cultivo de algodão safrinha

A diferença está na quantidade de fertilizante aplicado (dose)?

1998:

Algodão: 150 (N) + 150 (P) + 200 (K)

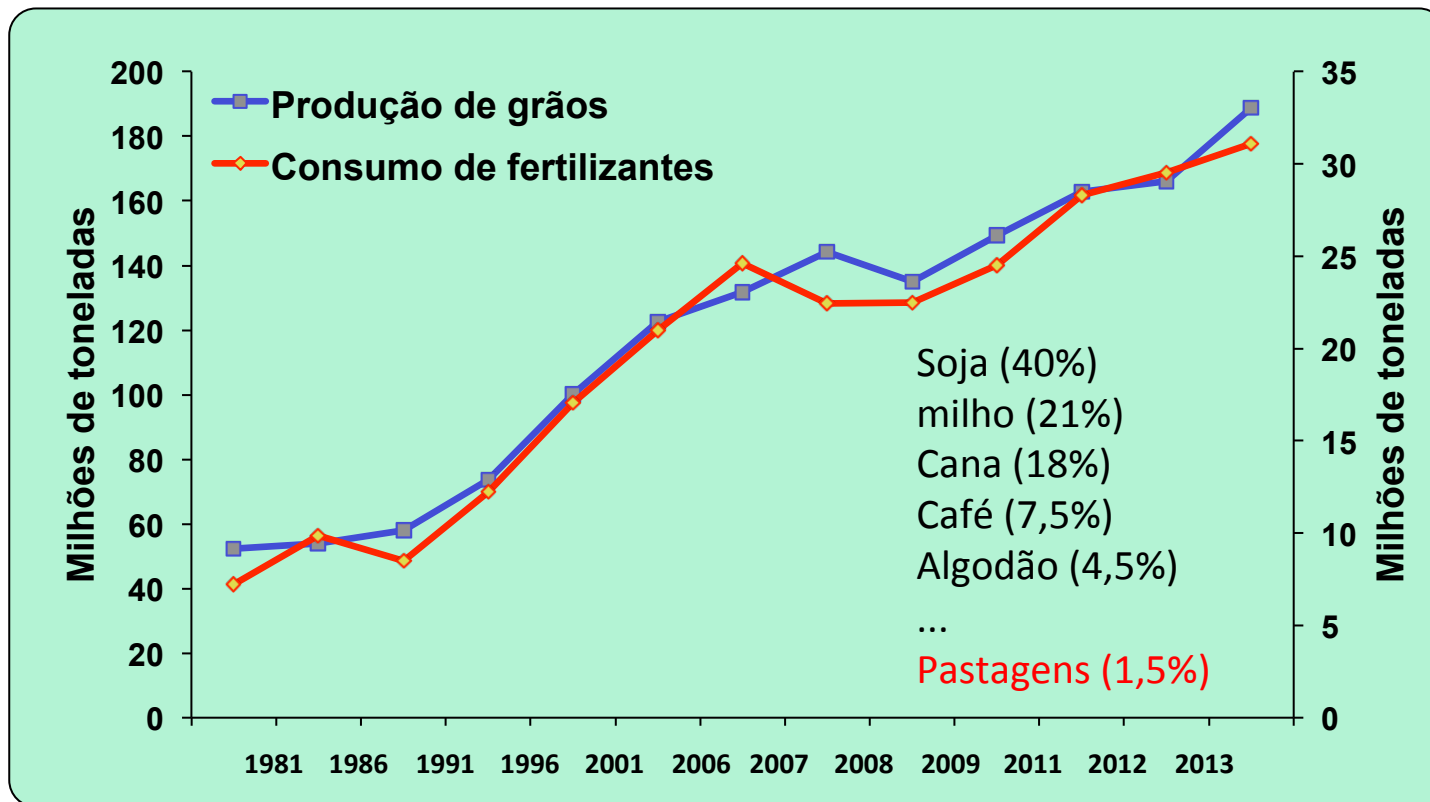
Soja: 90 (P) + 90 (K)

2015:

Algodão: 150 (N) + 100 (P) + 200 (K)

Soja: 80(P) + 90 (K)

Histórico de produção de grãos e consumo de fertilizantes no Brasil



Fontes: ANDA e CONAB (2014),

Algodão em caroço, amendoim, arroz, cevada, canola, centeio, cevada, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trigo e triticale

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

Balanço de Nutrientes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	(t)		
Exportação total das culturas (t)	6.551.280	1.853.162	3.286.358
Dedução das exportações (t)	4.706.923	4.428.250	193.566
Exportação líquida de nutrientes (I)	1.844.357	1.848.734	3.092.792
Total de entradas de nutrientes (II)	2.836.820	3.467.034	3.790.569
Balanço de nutrientes (II - I)	992.463	1.618.300	697.777
Desfrute médio obtido com o uso de fertilizantes (I/II x 100)	65%	53%	82%
Fator de consumo (II/I)	1,5	1,9	1,2

Fonte: Cunha et al. – Informações Agronômicas, março/2014



Desfrute médio obtido com o uso de fertilizantes (2009-2012): Cerrado

Região/Estado	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	(%)		
MT	56	57	81
MG	42	36	49
BA	57	34	65
MA	120	41	81
PI	88	44	77
TO	84	56	98
Cerrado	75	45	75

Fonte: Cunha et al. – Informações Agronômicas, março/2014



Balanco de nutrientes no Brasil (2009-2012): por cultura

Cultura	Desfrute médio (%)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Soja	-	50	99
Milho	79	96	65
Cana de açúcar	80	70	67
Café	20	11	45
Algodão	44	16	58
Arroz	103	74	91
Feijão	67	35	115
Laranja	51	28	67
Trigo	58	48	35

Fonte: Cunha et al. – Informações Agronômicas, março/2014



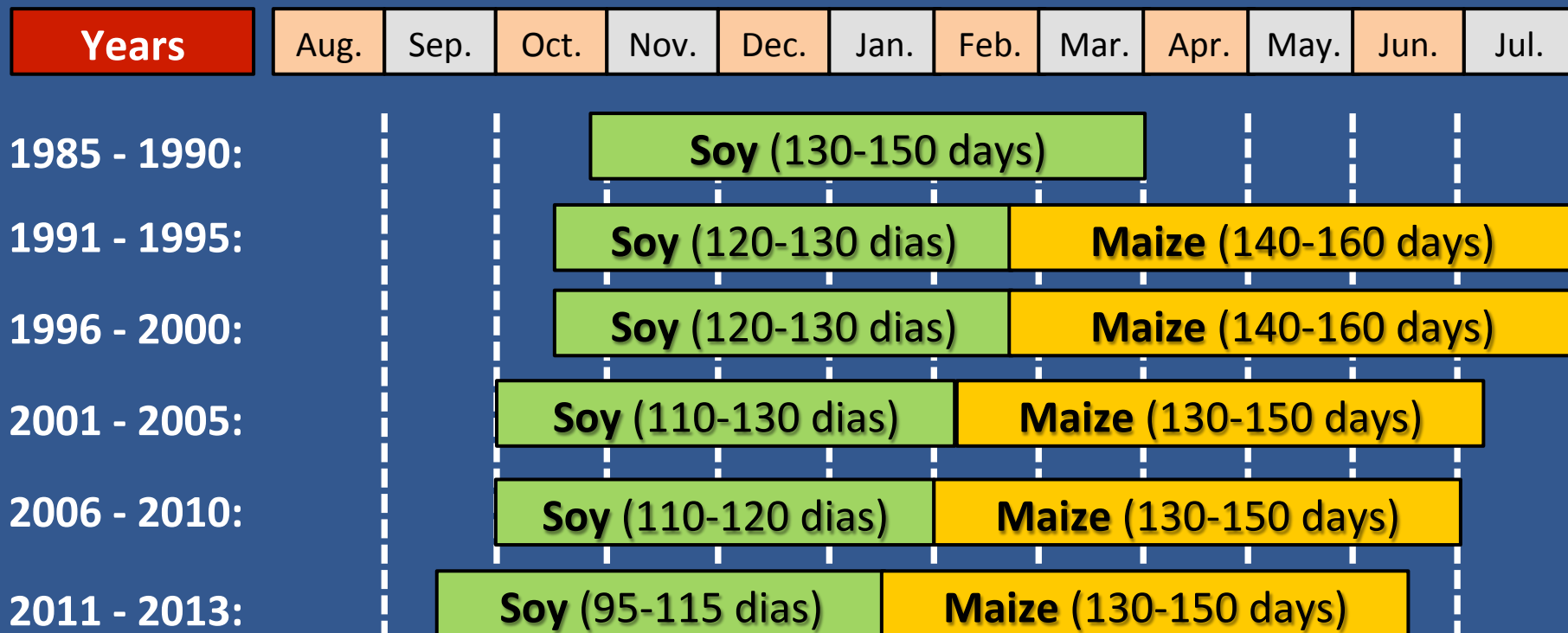
Desafios Atuais para o Aumento de Produtividade de Soja

Eros Francisco & Gil Câmara. Informações Agrônômicas, n. 143, set/2013



1. Antecipação da semeadura e uso de variedades mais precoces
2. Baixa eficiência do processo de fixação biológica do N
3. Aplicação superficial de fertilizantes fosfatados
4. Intensificação de cultivo em solos arenosos
5. Antecipação da dessecação para colheita antecipada

1. Antecipação da sementeira e uso de variedades mais precoces



2. Baixa eficiência do processo de fixação biológica de N



Tabela 3. Valores médios de temperatura do solo em diferentes sistemas de manejo do solo e profundidades (resíduos de *B. ruziziensis*).

Manejo do solo	Profundidade (cm)				
	0	2	4	6	8
SPD	41,0 a	34,2 a	32,9 a	32,5 a	32,1 a
Convencional	60,2 b	45,2 b	42,9 b	41,5 b	40,0 b

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Fundação MT (2011-12).

Tabela. Altura final de planta (AFP) e produtividade (PROD) de soja em função da inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e aplicação de nitrogênio. Fonte: Fundação MT/PMA (2011/12).

Tratamentos	AFP	PROD
	— cm —	— sacas/ha —
Inoculação (I)		
Sem	95,7 b	52,5 b
Com	101,5 a	56,5 a
Modo de aplicação do N (M)		
Semeadura (lanço)	102,8	54,8
Cobertura (R1)	94,3	54,2
Dose de N (D)		
0 kg ha ⁻¹	95,9	53,3
80 kg ha ⁻¹	99,6	55,7
160 kg ha ⁻¹	100,1	53,8
240 kg ha ⁻¹	98,7	55,2
Teste F	I	36,66 **
	M	78,81 **
	D	3,81 *
	I x M	0,06
	I x D	0,66
	M x D	9,56 **
	I x M x D	0,01
		0,06
CV (%)	3,86	7,39
Média geral	98,6	54,5

** e * – significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Valores médios de massa seca de plantas de cobertura (MS) cultivadas na primavera, população final de plantas (PFP), altura final de planta (AFP) e produtividade da soja (PROD), cultivar TMG 1176 RR, após o manejo das coberturas. Fundação MT (2011/12).

Tratamento	Plantas de cobertura na primavera (2010)			
	MS kg ha ⁻¹	PFP plantas ha ⁻¹	Soja verão 2011/12 AFP cm	PROD kg ha ⁻¹
<i>Crotalaria spectabilis</i>	4.880	438.889	57,7 b	4.183
<i>Crotalaria juncea</i>	15.040	400.000	64,2 b	4.107
Mucuna-preta	4.865	377.778	62,5 b	4.068
Feijão-guandu	19.875	394.444	65,8 b	3.946
<i>Crotalaria breviflora</i>	4.385	411.111	56,7 b	3.915
Feijão-caupi	5.750	383.333	60,8 b	3.839
Estilosante	4.775	444.444	60,8 b	3.822
Milheto	7.620	422.222	74,2 a	3.635
Capim-sudão	6.105	427.778	71,7 a	3.580
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	5.125	416.667	72,5 a	3.424
Teste F	–	2,06 ^{NS}	3,56 ^{**}	1,21 ^{NS}
CV (%)	–	5,4	12,5	8,2
Média geral	7.842	411.667	64,7	3.852

** e ^{NS} – significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente. Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Scott-Knott a 10% de probabilidade. CV – coeficiente de variação experimental.

3. Aplicação superficial de fertilizantes fosfatados



Soil chemical parameters[†] of a soybean field under no-till system in different profile depth

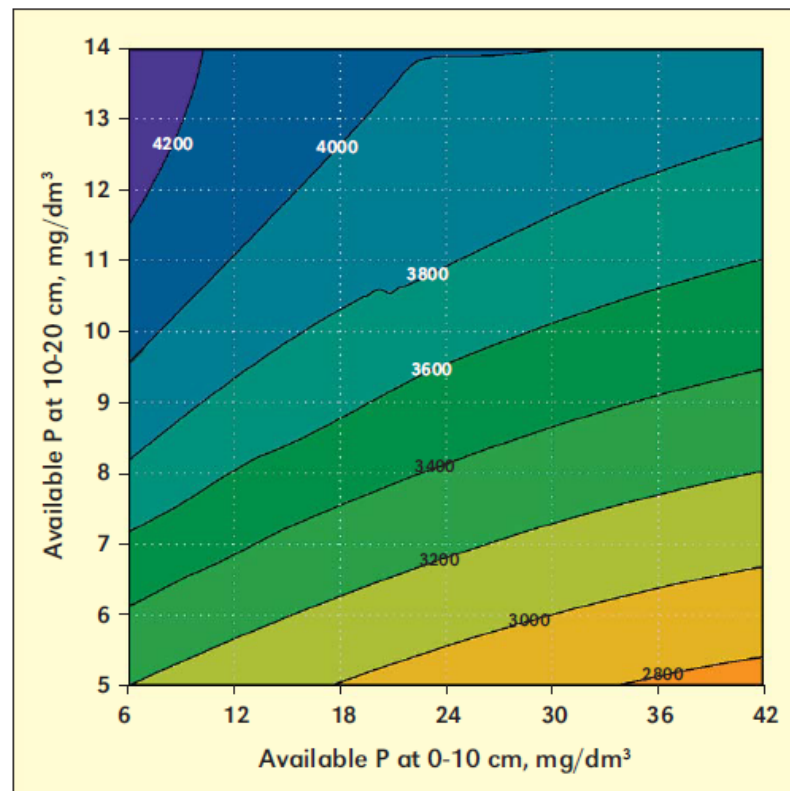
[†] Clay content: 340 g/kg

[‡] P and K extracted by Mehlich 1; Ca, Mg and Al extracted by KCl 1 mol/L

Depth (cm)	pH CaCl ₂	Nutrient levels [‡]					CEC	BS
		P	K	Ca	Mg	Al		
		mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³			%
0-5	5.4	34	48	2.7	0.0	0.0	6.5	56
5-10	4.6	14	31	1.4	0.3	0.3	5.9	34
10-15	4.4	6	20	0.9	0.4	0.4	5.1	25
15-20	4.2	2	13	0.2	0.6	0.6	4.2	15

Source: Research Foundation MT, 2010 (unpublished data)

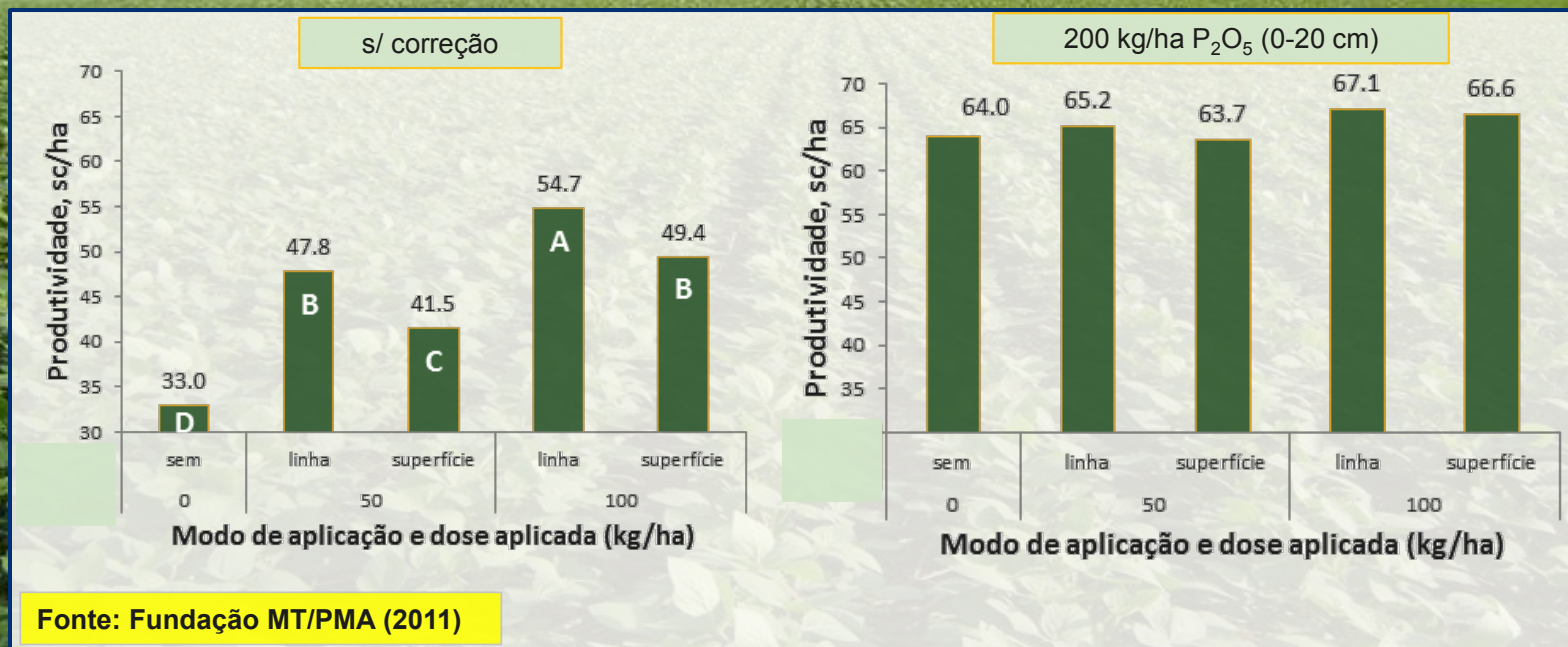
Soybean yield in response to available P (Mehlich 1) in the 0 to 10 cm and 10 to 20 cm soil layers



Source: Oliveira Jr. and Castro (2013)

Razões para o Bom Desempenho da Adubação P a Lanço

1. Nível de fertilidade atual (P médio a alto) dos solos cultivados
2. Clima tropical favorável com elevada precipitação



Principais fatores que afetam a eficiência de utilização do P

CARACTERÍSTICAS DOS FERTILIZANTES

- ✓ Tipo (gas, sólido ou líquido; 1, 3, 4)
- ✓ Tamanho dos grânulos (1, 3, 4)
- ✓ Dureza dos grânulos (1, 4)
- ✓ Fluidez (1)
- ✓ Densidade (1)
- ✓ Mistura com outras fontes (1,4)
- ✓ Composição química (1, 2, 3, 4)
- ✓ Concentração de P (1, 2)
- ✓ Outros compostos presentes (1)
- ✓ Reação em termos de pH do solo
- ✓ Solubilidade (1, 2, 3, 4)
- ✓ Higroscopicidade (1, 3)
- ✓ Compactação do grânulo (1)
- ✓ Índice salino (1, 3)

CARACTERÍSTICAS DO SOLO

- ✓ pH do solo (1)
- ✓ Capacidade de fixação de P (2,3)
- ✓ M.O.

MANEJO DO FERTILIZANTE

- ✓ Localização (1,2,4)
- ✓ Armazenamento
- ✓ Estudos de correlação, calibração de curva de resposta (2,3,4)

CULTURA OU SISTEMA DE CULTIVO (1,2,3,4)

Como utilizar P de forma eficiente

- ✓ Defina a fonte em função dos itens 1, sendo os mais importantes os 1.
- ✓ Defina a dose, localização e época de acordo com os itens 2, 3 e 4, respectivamente.

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 médio e muito baixo/baixo de P respectivamente nas camadas de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm = Outros fatores devem ser considerados (ex.: clima).
4. Solo com teor médio de P ao longo do perfil, sem elevado risco de erosão superficial e propriedade que necessita de alto rendimento operacional na semeadura = Lanço.

4. Intensificação de cultivo em solos arenosos



- ✓ Embora os solos arenosos (<15% argila) no Brasil não são recomendados para o cultivo com culturas anuais, houve e há expansão agrícola para esse ambiente
- ✓ Nutrientes mais limitantes: NKBS
- ✓ Sem cobertura do solo: altas temperaturas com grandes consequências para a FBN

REPENSANDO A AGRICULTURA DO FUTURO



Os solos arenosos são sustentáveis?

*... Sim, os solos arenosos são sustentáveis.
... Dentro da realidade deles!*

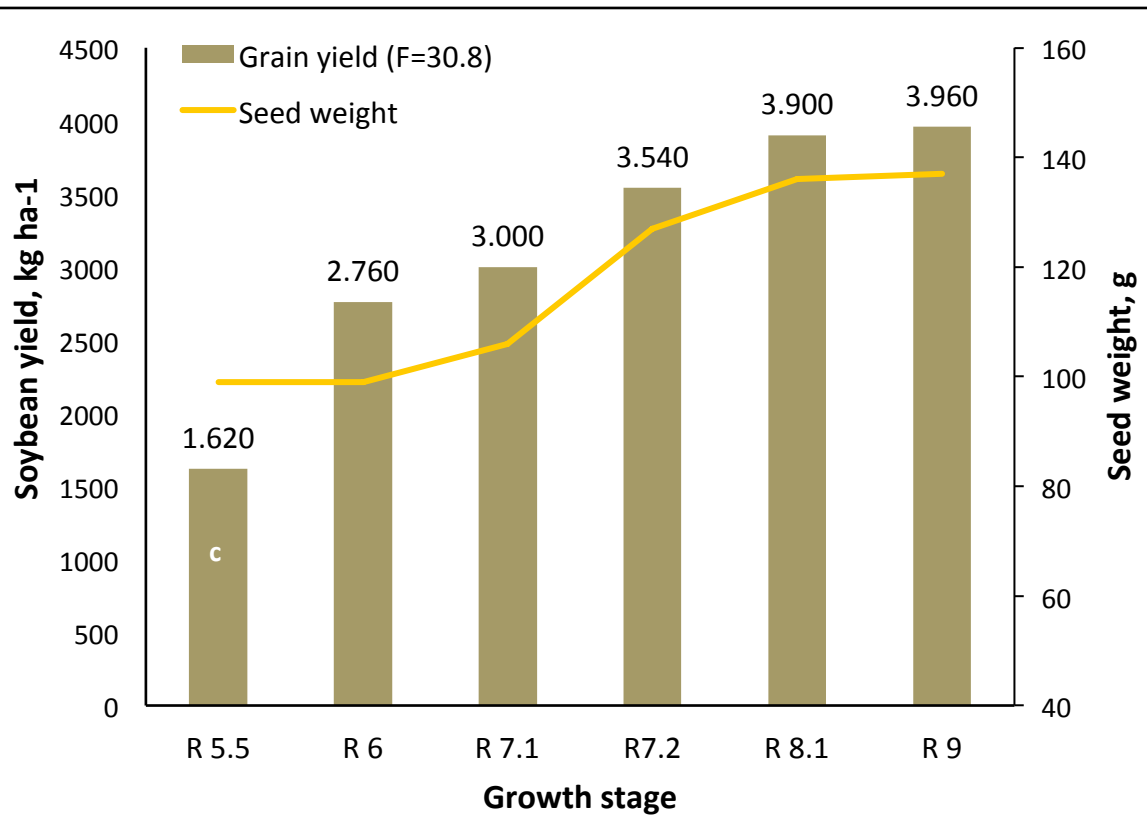
Dr. Paul Fixen

Vice-Presidente e Diretor de Pesquisa do IPNI



5. Antecipação da dessecação para colheita antecipada

Soybean yield and seed weight in response to early desiccation



Source: Kappes et al. (2012)



“Porque não alcançamos maiores produtividades no Brasil?”

1. Baixa capacitação profissional e assistência técnica inadequada. Ex.: recomendação de adubação.
2. Cultivares ou híbridos utilizados de forma inadequada.
3. Descuido na semeadura prejudicando o arranjo espacial das plantas no campo de cultivo.
4. Balanço negativo de nutrientes. Ex.: carência de N em sistemas de produção no Mato Grosso.
5. Controle inadequado de pragas e doenças, com descompasso enorme entre o tamanho da propriedade e a sua capacidade operacional.
6. Nível de produtividade de soja estagnado em 3.000 kg ha⁻¹ devido principalmente a: Ferrugem asiática, Cultivares muito precoces, Época de semeadura muito antecipada, Expansão da cultura para solos arenosos
7. O crédito no Brasil é relativamente caro e os agricultores, especialmente os pequenos, tendem a praticar uma agricultura de baixo custo, com reduzido uso de insumos (exemplo: pastagens).
8. Em sistemas de produção sem irrigação há necessidade de se implementar condições para amplo desenvolvimento do sistema radicular (em superfície e subsuperfície). Práticas como calagem profunda, gessagem e semeadura direta adequada (quantidade de palha, qualidade física do solo, etc) são fundamentais neste sentido.
9. Necessidade de se melhorar a aplicação de insumos agrícolas.
10. Opção por maior rendimento operacional em detrimento da qualidade das operações. Pratica-se uma agricultura essencialmente de insumos e máquinas e não de conhecimento.
11. Sistemas de semeadura direta totalmente inadequados segundo os conceitos ideais para esta prática (o que se chama de semeadura direta esta muito distante do que seria adequado). Desafio: Desenvolver sistemas de produção melhores para regiões com inverno seco (= Cerrado).
12. Desrespeito ao ambiente de produção, instalando-se culturas em situações de solo-clima totalmente inaptos as mesmas.
13. Problemas crescentes de compactação dos solos.



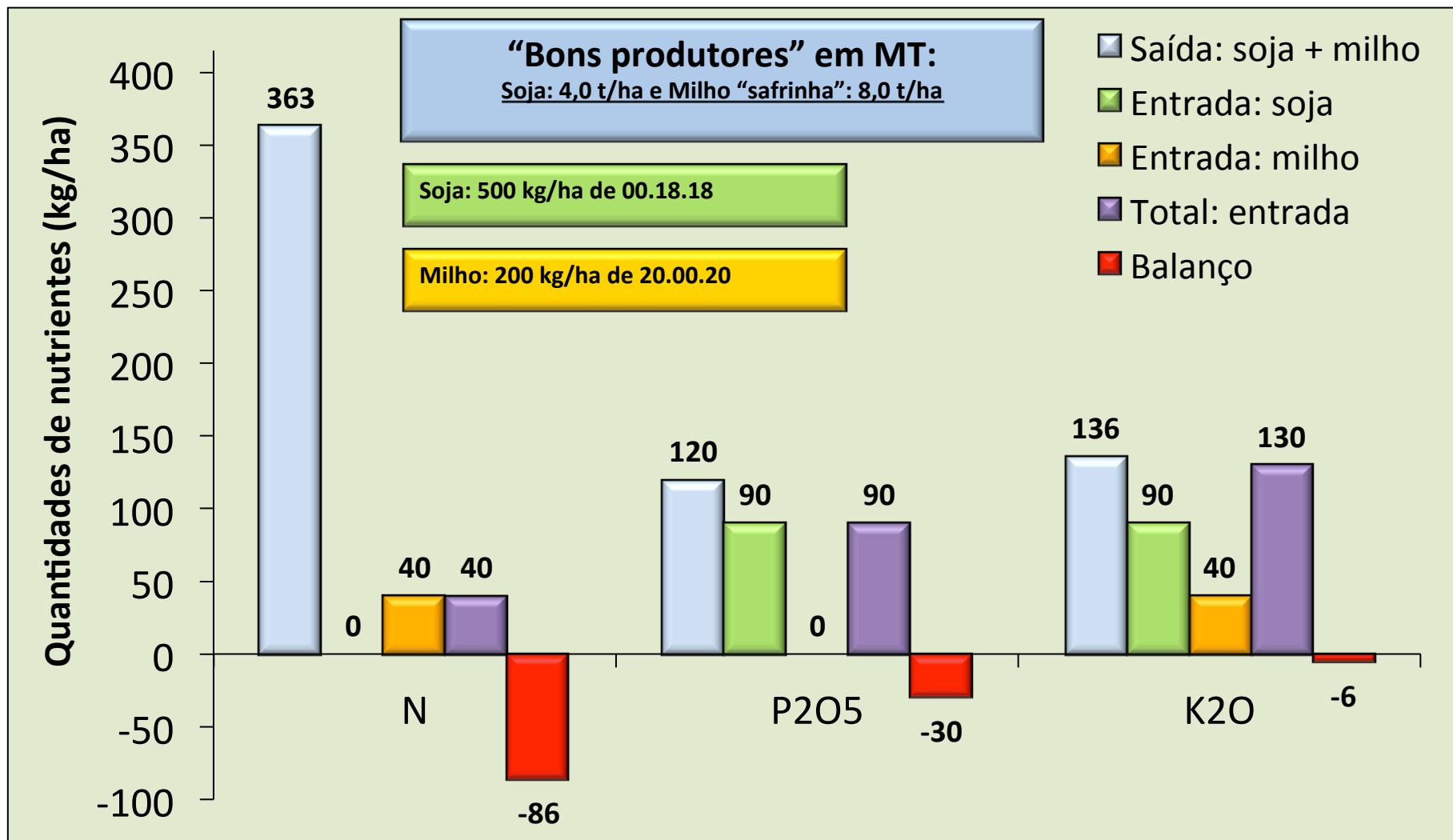
REPENSANDO A AGRICULTURA DO FUTURO



Qualidade operacional



Sucessão soja/milho: “sistema exaustivo”



Fonte: Informações geradas a partir de Pauletti (2004).



Etapa 01 (Exportação)

Etapa 02 (Adubação)

Etapa 03 (Balanço)

Exportação de Nutrientes

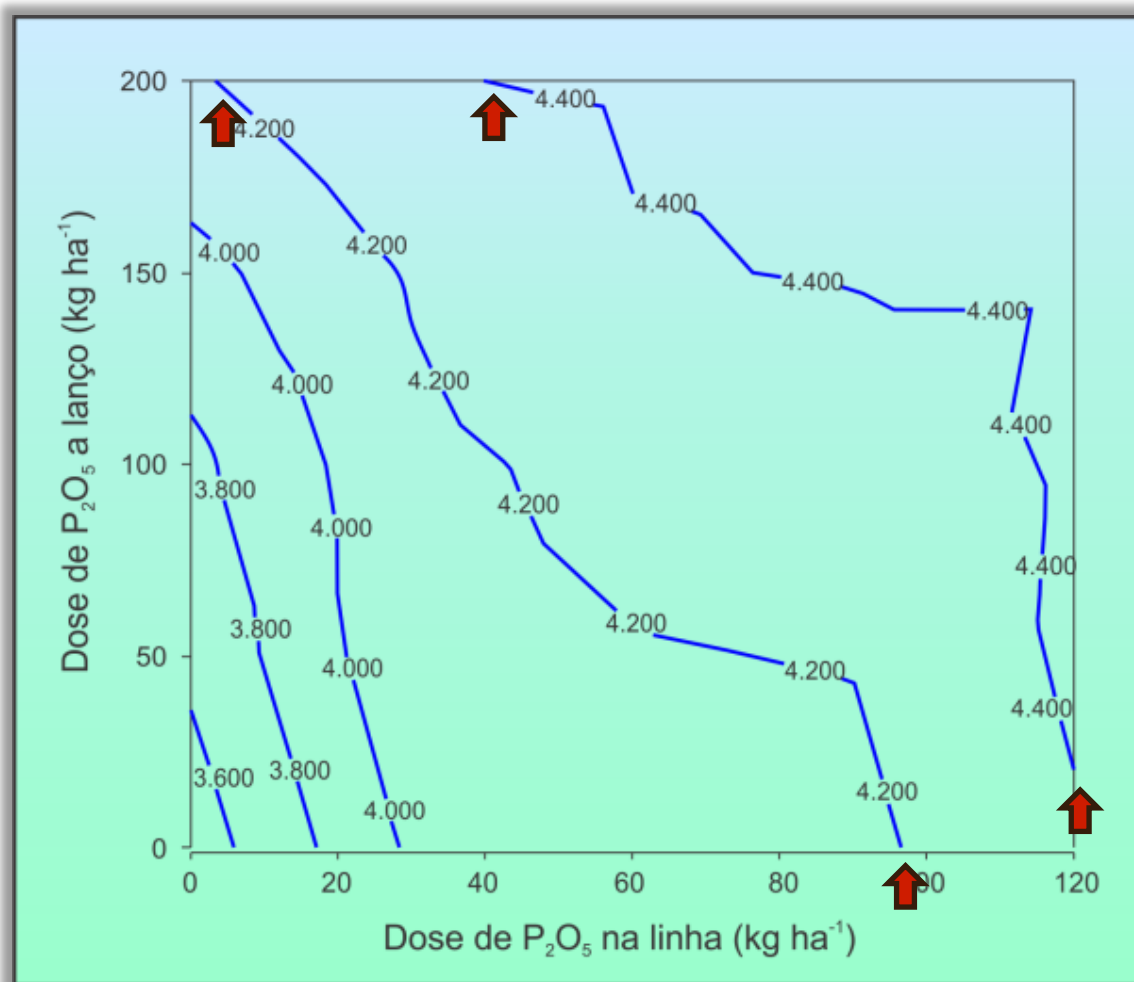
Cultura: Unidade:

Produção: Área:

	kg/ha		g/ha
N	<input type="text"/>	B	<input type="text"/>
P2O5	<input type="text"/>	Cu	<input type="text"/>
K2O	<input type="text"/>	Fe	<input type="text"/>
Ca	<input type="text"/>	Mn	<input type="text"/>
Mg	<input type="text"/>	Mo	<input type="text"/>
S	<input type="text"/>	Zn	<input type="text"/>

brasil.ipni.net

Isolinhas de produtividade de algodão obtidas em experimento em Mato Grosso, em solo com 710 g kg^{-1} de argila e 10 mg dm^{-3} de fósforo extraído por mehlich⁻¹



Fonte: Adaptado de dados de Fundação MT (2001).

Rendimento de algodão em caroço em função de doses de N e K na safrinha

Cultivar: FMT 709;

Espaçamento: 45 cm entrelinhas;

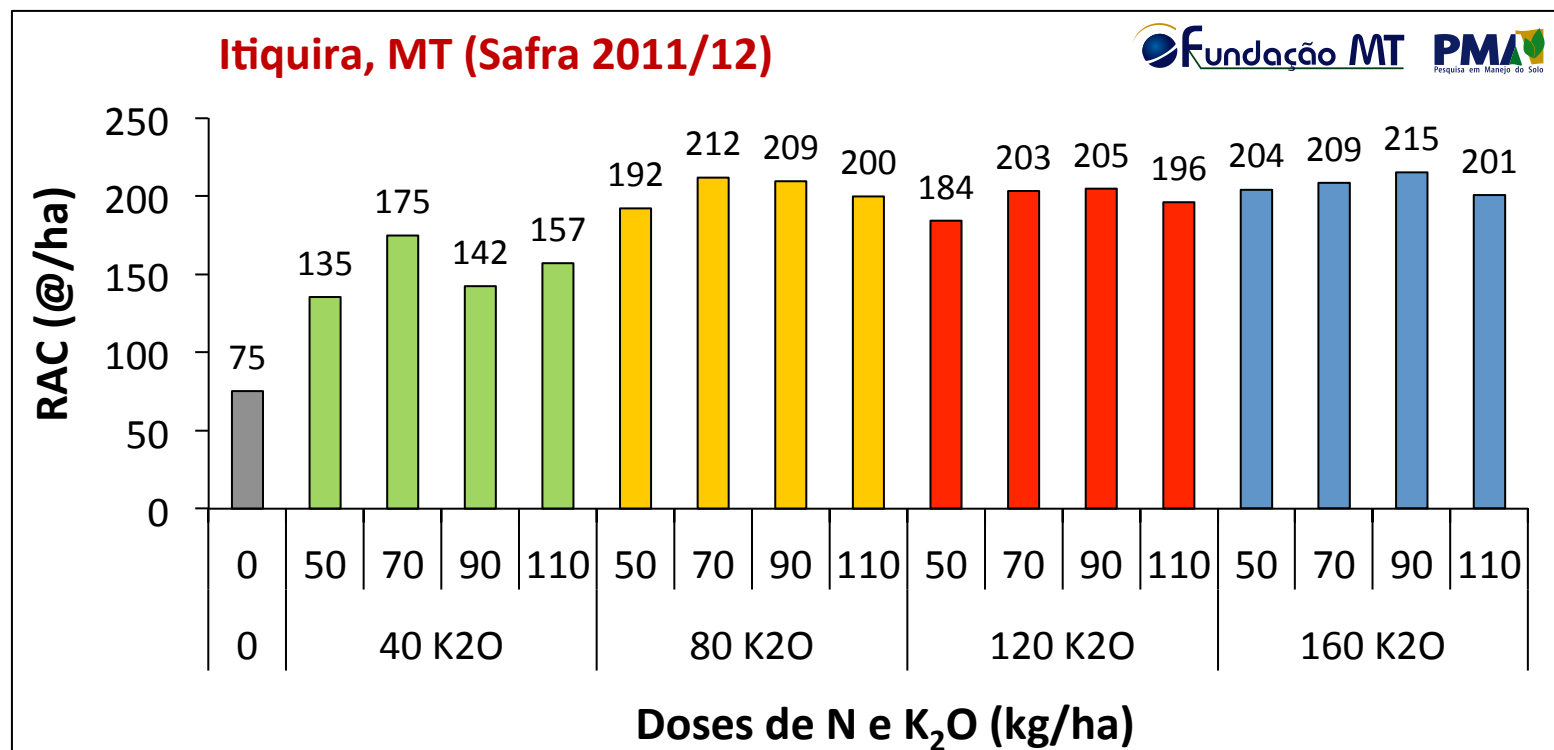
K: 35 mg/dm³;

Fonte de N: ureia;

Fonte de K: KCl;

N: 30 kg/ha na semeadura e aos 20 DAE;

K₂O: 40 kg/ha na semeadura e aos 20 DAE.



Rendimento de algodão em caroço em função de doses de N e P na safrinha

Cultivar: FMT 709;

Espaçamento: 45 cm entrelinhas;

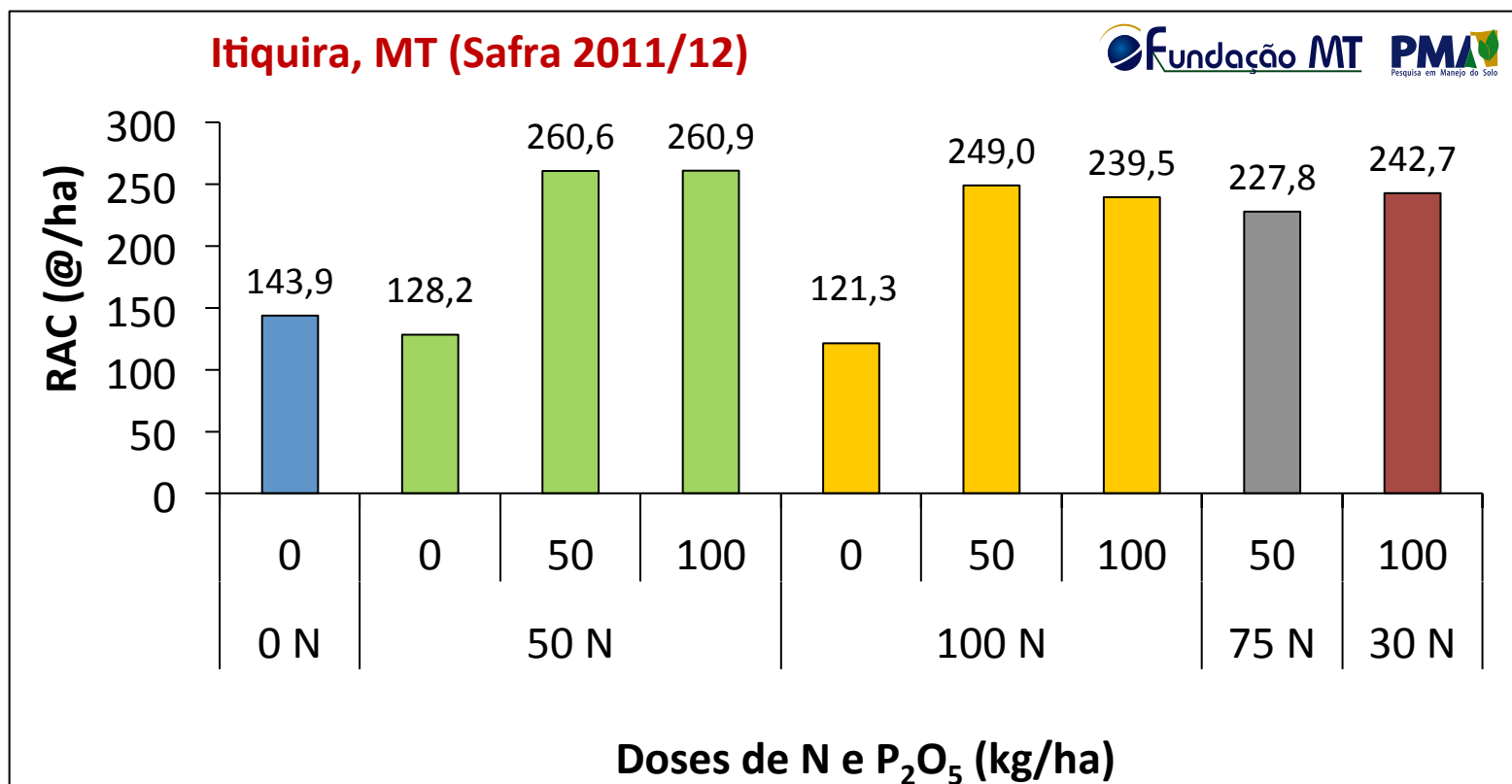
P (Mehlich 1): 3,3 mg/dm³;

Fonte de N: ureia;

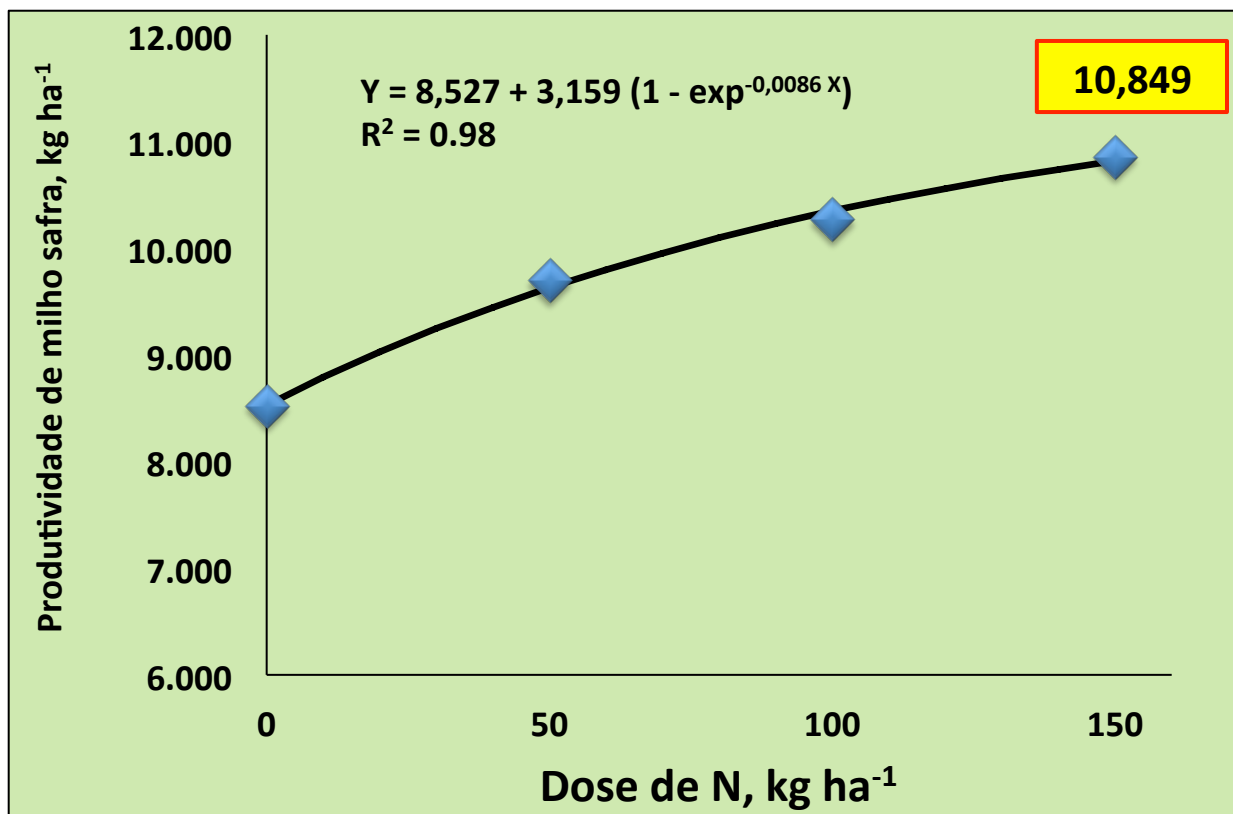
Fonte de P: STP;

N: 30 kg/ha na semeadura e aos 20 DAE;

P: todo na semeadura.

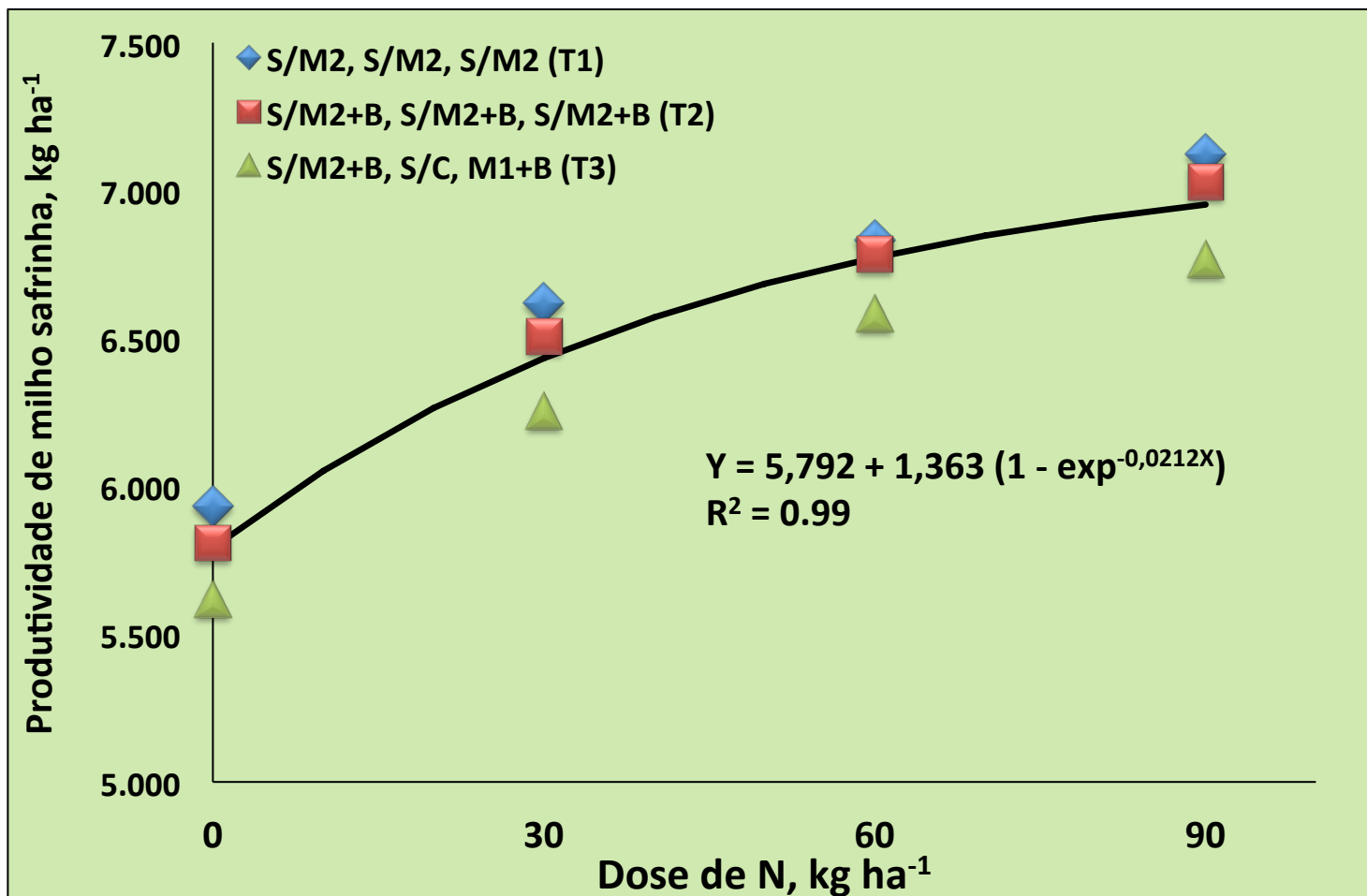


Rendimento de milho safra em função de doses de N Projeto Milho Global

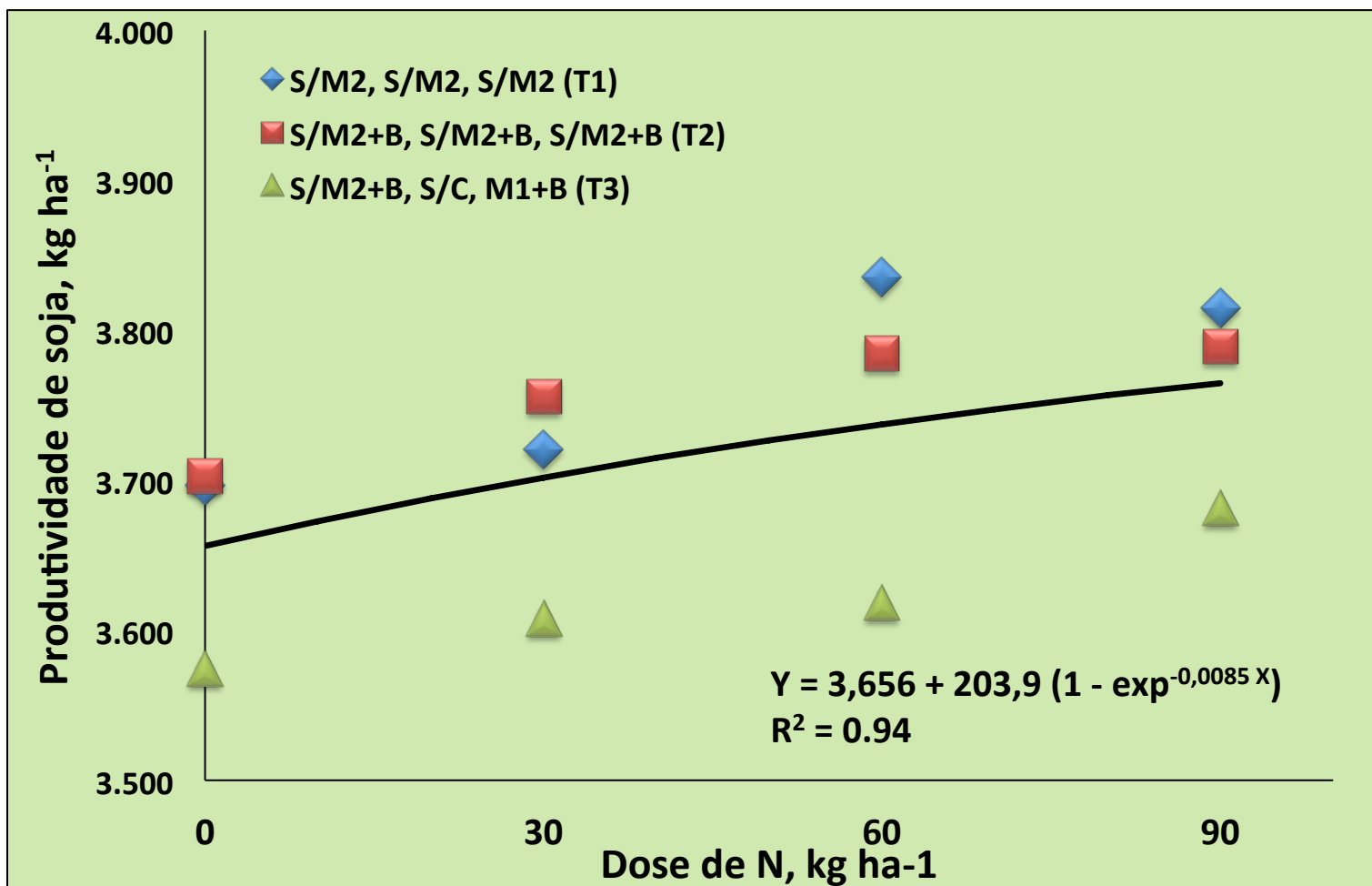


Fonte: IPNI e Fundação MT/PMA (2014)

Rendimento de milho safrinha em função da rotação de culturas e de doses de N – Projeto Milho Global



Rendimento de soja em função da rotação de culturas e de doses de N aplicadas no milho safrinha – Projeto Milho Global



Efeito do cultivo nas condições físicas do solo

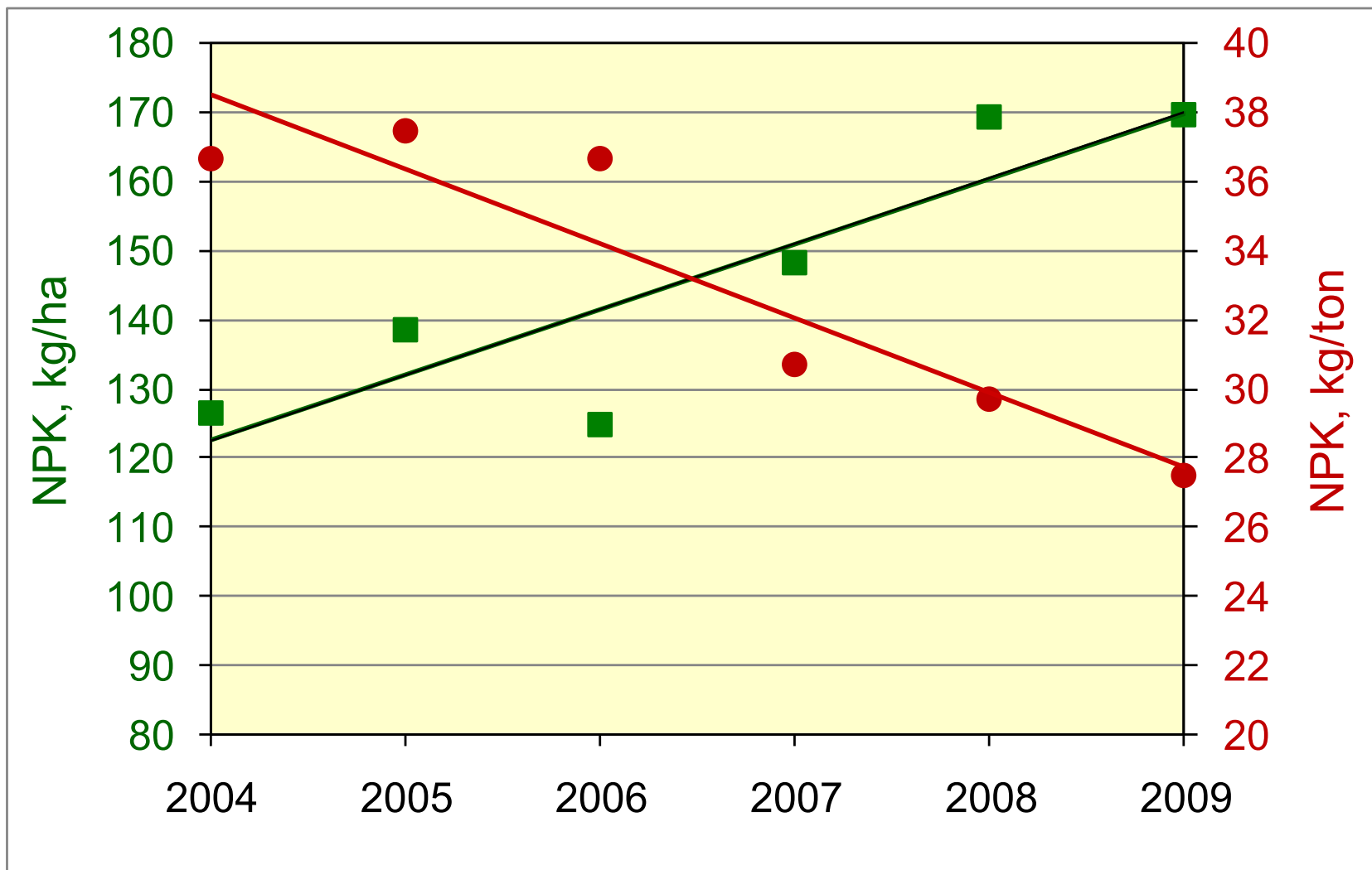


Aspecto físico da estrutura original do Latossolo Vermelho sob vegetação de Cerrado, Itiquira/MT

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

07/08: soja (59)/milho (70)
08/09: soja (62)/crotalária
09/10: soja (61)/milho (60)

Maior eficiência de uso de nutrientes em função do melhor manejo do solo



Dados fornecidos pela Fundação MT.

Manejo 4C de nutrientes

Fonte, Dose, Época e Local Certos

Atenção equilibrada para todos os 4Cs

- ✓ Dose: superenfatuada
- ✓ Fonte, Época e Local: geralmente, requerem maiores mudanças e investimentos

Os 4Cs estão conectados

- ✓ Entre si
- ✓ Com os fatores locais de clima e solo
- ✓ Com o manejo do solo e das culturas (pasto)
- ✓ Outros fatores podem limitar a produtividade mesmo quando os níveis dos nutrientes estão adequados



Cultivo de Palma (dendê), Malásia



Cultivo de morangueiro, Califórnia



Considerações finais: *desafios para o futuro*

1. Empregar adequadamente a análise de química para caracterizar a fertilidade atual do solo.
2. Melhorar a eficiência de uso de P, especialmente para as culturas de soja e algodão.
3. Compreender melhor o ambiente de produção, especialmente em solos arenosos, respeitando o potencial produtivo.
4. Investigar a contribuição do N para o aumento de produtividade de sistemas de produção em plantio direto.
5. Fazer melhor uso dos conceitos agronômicos e acreditar na pesquisa agronômica séria.

“Ruralistas costumam ser muito malvistas por certos setores minoritários e barulhentos. Apanham de todo mundo: das esquerdas, dos verdes, dos índios, da imprensa, de atores e atrizes “progressistas”, de fanáticos do aquecimento global, do Bono Vox, do Sting,

Em suma, este é um dos únicos países do mundo em que os que produzem riquezas são alvos da fúria dos que produzem discursos.

Fonte: Reinaldo Azevedo (2015)



I Simpósio **AGROESTRATÉGICO**

REPENSANDO A AGRICULTURA DO FUTURO

Obrigado e sucesso a todos

<http://brasil.ipni.net>
efrancisco@ipni.net
(19) 98723-0699

Prepare-se para a
Agricultura do futuro.

Vem aí

10º circuito
aprosoja

9 de julho (lançamento)

Realização



Apoio

