

XII SIMPÓSIO DA CULTURA DO FEIJÃO
Piracicaba, 04 – 06 Fevereiro de 2013

MANEJO RACIONAL DE FÓSFORO EM SISTEMAS AGRÍCOLAS DE PRODUÇÃO

Dr. Luís Ignácio Prochnow - Diretor IPNI Brasil



APATITA



RESPOSTA AO P



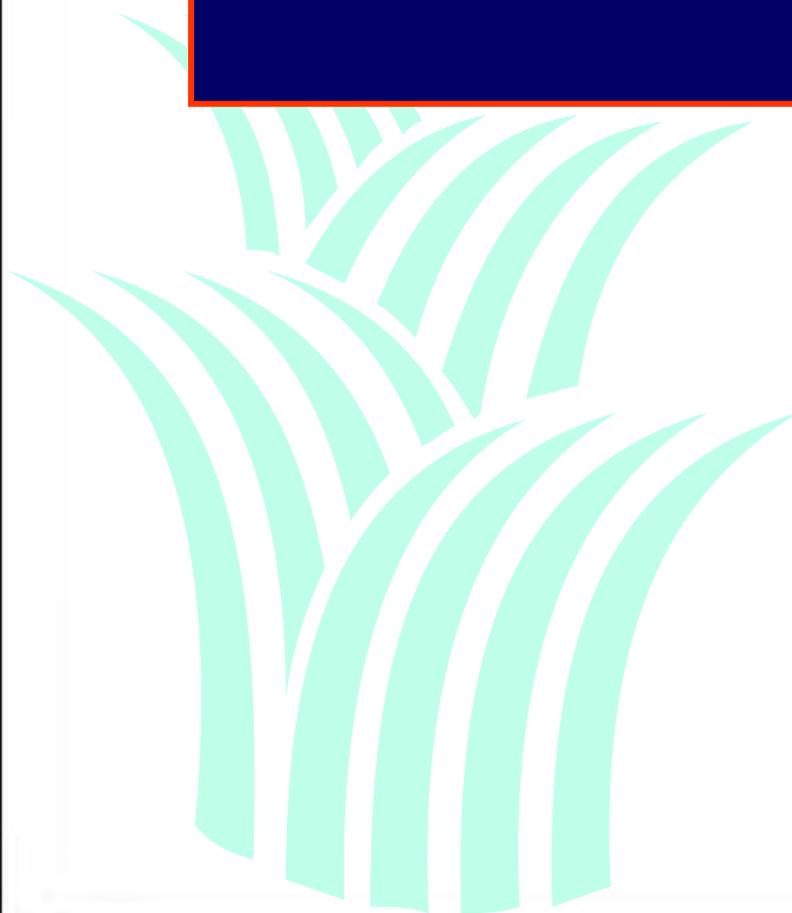
OBJETIVOS PRINCIPAIS DA PALESTRA

- ✓ Revisar conceitos gerais sobre dinâmica de fósforo no solo visando o seu uso adequado pelas plantas.
- ✓ Abordar questões práticas sobre uso adequado de fósforo em sistemas de produção.

WWW.IPNI.ORG.B

R

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE (IPNI)



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

IPNI: INFORMAÇÕES GERAIS E MISSÃO

- ✓ 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: EQUIPE CIENTÍFICA



AGRONOMIC STAFF AND ADMINISTRATORS



Dr. Terry L. Roberts, President
3500 Parkway Lane, Suite 550
Norcross, GA 30092-2844 U.S.
Phone: +1 770 449-0355
Fax: +1 770 449-0439
Email: tsroberts@ipni.net



Dr. Paul E. Fleenor, Senior Vice President, Americas and Oceania Group and Director of Research
2218 Queensway Park Way, Suite 205
Burlington, ON L7R 4Y6 Canada
Phone: +1 605 697 5300
Fax: +1 605 697 7452
Email: pfleenor@ipni.net

AMERICAS AND OCEANIA GROUP
Americas include the U.S. and Canada, Mexico and Central America, Northern Latin America, Brazil and Latin America-Southern Cone. Oceania includes Australia and New Zealand.



Steven J. Conck, Vice President, Administration
3500 Parkway Lane, Suite 550
Norcross, GA 30092-2844 U.S.
Phone: +1 770 449-0355
Fax: +1 770 449-0439
Email: sconck@ipni.net



Dr. Tom Brinkmann, Director, Northwest
10 McLaughlin Drive
Coughlin, ON M7C 2J2 Canada
Phone: +1 519 855 2498
Email: tbrinkma@ipni.net



Dr. Clifford S. Snyder, Nitrogen Program Director
PO Box 11009, Conway, AR 72024 U.S.
Phone: +1 501 336 0780
Fax: +1 501 229 2378
Email: csnyder@ipni.net



Dr. Thomas L. Jensen, Director, Northern Great Plains
103 471 Dowling Road
Saskatoon, SK S7N 4B8 Canada
Phone: +1 306 463 3535
Fax: +1 306 464 8282
Email: tjensen@ipni.net



Conita D. Salsendo, Editor
3500 Parkway Lane, Suite 550
Norcross, GA 30092-2844 U.S.
Phone: +1 770 449-0355
Fax: +1 770 449-0439
Email: gsalsendo@ipni.net



Dr. Robert Mikkelsen, Director, Western
403 Safford Court
Menlo Park, CA 94041 U.S.
Phone: +1 209 725 0382
Fax: +1 209 721 0382
Email: rmikkelsen@ipni.net



Dr. Harmandeep Singh Khosana, International Agronomy and Technical Support
1102 411 Downey Road
Saskatoon, SK S7N 4B8 Canada
Phone: +1 306 664 2555
Fax: +1 306 664 2847
Email: hksingh@ipni.net



Dr. T. Scott Mansell, Director, International
PO Box 2329
West Lafayette, IN 47924 U.S.
Phone: +1 765 482 2340
Fax: +1 765 482 3177
Email: tjmansell@ipni.net



Dr. Steve Phillips, Director, Southern and Central Great Plains
3780 Rocky Mountain Road
Owens Crossroads, AR 72051 U.S.
Phone: +1 256 529 2952
Email: sphillips@ipni.net



Dr. Armando Tonarini, Director, Mexico & Central America
3500 Parkway Lane, Suite 550
Norcross, GA 30092-2844 U.S.
Phone: +1 770 449-0355
Fax: +1 770 449-0439
Email: atonarini@ipni.net



Dr. W. M. Mikee Nkwant, Director, Southern and Central Great Plains
2403 Rogers Key
San Antonio, TX 78238 U.S.
Phone: +1 210 764 9585
Fax: +1 210 764 9583
Email: mikew@ipni.net



Dr. Raúl Jaramilla, Director, Northern Latin America
Calle de Villavieja 154 y Av. Elvillalba
Calle Postal 1110 980, Quito, Ecuador
Phone: +593 2246 3973
Fax: +593 2246 4104
Email: rjaramilla@ipni.net



Dr. Fernando O. Garcia, Director, Latin America - Southern Cone
Av. Santa Fe 970, 8148 ADO
Rosario, Buenos Aires, Argentina
Phone: +54 11 4738 2222
Fax: +54 11 4730 9939
Email: fgarcia@ipni.net



Dr. Ernesto A. R. Francisco, Deputy Director, Brazil (North and Northeast)
Rua Santa Catarina, 385
Vila Adelaide, 13075-470
Itaogrande, SP, Brazil
Phone: +55 19 3431 3254
Fax: +55 19 3431 3254
Email: erfrancisco@ipni.net



Dr. Leidi Ignacio Pochow, Director, Brazil (South)
Rua Alfredo Casati 1940
66, Rio Center, 548 701
15050-010 Piracicaba, SP, Brazil
Phone: +55 19 3431 3254
Fax: +55 19 3431 3254
Email: lpochow@ipni.net



Dr. Valter Cassaro, Deputy Director, Brazil (North and Northeast)
Rua Alfredo Casati 1940
66, Rio Center, 548 701
15050-010 Piracicaba, SP, Brazil
Phone: +55 19 3431 3254
Fax: +55 19 3431 3254
Email: vcassaro@ipni.net



Dr. Enzo A. R. Francisco, Deputy Director, Brazil (Midwest)
Rua Santa Catarina, 385
Vila Adelaide, 13075-470
Itaogrande, SP, Brazil
Phone: +55 19 3431 3254
Fax: +55 19 3431 3254
Email: erfrancisco@ipni.net



Dr. Robert M. Norton, Director, Australia/New Zealand
14 Firenze Street
Northcote, Victoria 3100 Australia
Phone: +61 3 93 83 217
Mobile: +61 428 717 119
Email: rmnorton@ipni.net



Dr. Mohamed El-Ghannous, Consulting Director, North Africa
PO Box 589
Settat, 26000 Morocco
Phone: +212 53 37283000
Fax: +212 53 3728287 / +212 53 3728296
Email: melghannous@ipni.net



Dr. Skamir Ziegler, Director, Sub-Saharan Africa
JRU K/RF Duderhof Campus, Kazanin
PO Box 3272, 00100
Nairobi Kenya
Phone: +254 20 8620229
Fax: +254 20 8620229
Email: skziegler@ipni.net



Dr. Kamal Al-Majid, Director, South Asia
26/4, 5th Floor, HUD
Gurgaon 122016, India
Phone: +91 124 241 034
Fax: +91 124 246 7199
Email: kamal@ipni.net



Dr. T. Sathyanarayanan, Deputy Director, South Asia (South)
401, Tegayam Nagar
PO Box 78, 523 959/92
West Marandipally
Secunderabad 501002, India
Phone: +91 948 042 660
Email: tsat@ipni.net



Dr. Svetlana Ivanova, Vice President, Eastern Europe/Central Asia and Middle East Group and Director, Central Russia
Pentecost, Vitebsk, Lanyshytsya St., 12
12546 Moscow, Russia
Phone: +7 495 580 8484
Fax: +7 495 580 8484
Email: sivanova@ipni.net

EASTERN EUROPE/CENTRAL ASIA AND MIDDLE EAST GROUP
Eastern Europe/Central Asia includes Russia, other former Soviet Union countries, and Central Asia countries. Middle East includes Jordan, Iraq, and Syria.



Dr. Madhav Mevoo, Director, Southern and Eastern Russia
Pentecost, Vitebsk, Lanyshytsya St., 12
12546 Moscow, Russia
Phone: +7 495 481 6637
Fax: +7 495 225 8510
Email: mmevoo@ipni.net



Dr. Mani Mohammad Rason, Consulting Director, Middle East
Jordan University of Science and Technology (JUST)
PO Box 3030, Irbid 22110 Jordan
Phone: +962 955 5930
Fax: +962 2720 3078
Email: mman@ipni.net



Dr. Shihuan Li, Deputy Director, China (Northwest)
Soil and Fertilizer Institute Building
Chinese Academy of Agricultural Sciences
Room 315, 311 12 South Zhongguancun St.
Beijing 100081, P.R. China
Phone: +86 10 27020205
Fax: +86 10 27020206
Email: slh@ipni.net



Dr. Shaoh TML, Deputy Director, China (Southwest)
Room 714-715, Keyuan Building
Sichuan Academy of Agricultural Sciences
Jingxi Road 403
Chengde, Sichuan 626064, P.R. China
Phone: +86 286 48 48 289
Fax: +86 286 48 44 543
Email: stml@ipni.net



Dr. Ping HE, Deputy Director, China (North Central)
Soil and Fertilizer Institute Building
Chinese Academy of Agricultural Sciences
Room 315, 311 12 South Zhongguancun St.
Beijing 100081, P.R. China
Phone: +86 10 27020205
Fax: +86 10 27020206
Email: heping@ipni.net



Dr. Enay CHAN, Deputy Director, China (Southeast)
Room 103, Laboratory Building
Wuhan Botanical Garden
Chinese Academy of Sciences
Wuhan, Hubei 43006, P.R. China
Phone: +86 27 8751 9435
Fax: +86 27 8751 9439
Email: chenay@ipni.net



Dr. Thomas Othman, Director, Southeast Asia
PO Box 5000/20
Phnom Penh 12100, Cambodia
Phone: +856 93 420 254
Fax: +856 93 424 380
Email: tobert@ipni.net



Dr. Adrian M. Johnston, Vice President, Asia and Africa Group
103 471 Dowling Road
Saskatoon, SK S7N 4B8 Canada
Phone: +1 306 462 3466
Fax: +1 306 664 2849
Email: ajohnston@ipni.net



Dr. Ji-yuan JIN, Director, China (East)
Soil and Fertilizer Institute Building
Chinese Academy of Agricultural Sciences
Room 315, 311 12 South Zhongguancun St.
Beijing 100081, P.R. China
Phone: +86 10 27020205
Fax: +86 10 27020206
Email: jin@ipni.net



Dr. Shihuan Li, Deputy Director, China (Northwest)
Soil and Fertilizer Institute Building
Chinese Academy of Agricultural Sciences
Room 315, 311 12 South Zhongguancun St.
Beijing 100081, P.R. China
Phone: +86 10 27020205
Fax: +86 10 27020206
Email: slh@ipni.net



Dr. Shaoh TML, Deputy Director, China (Southwest)
Room 714-715, Keyuan Building
Sichuan Academy of Agricultural Sciences
Jingxi Road 403
Chengde, Sichuan 626064, P.R. China
Phone: +86 286 48 48 289
Fax: +86 286 48 44 543
Email: stml@ipni.net



Dr. Ping HE, Deputy Director, China (North Central)
Soil and Fertilizer Institute Building
Chinese Academy of Agricultural Sciences
Room 315, 311 12 South Zhongguancun St.
Beijing 100081, P.R. China
Phone: +86 10 27020205
Fax: +86 10 27020206
Email: heping@ipni.net



Dr. Enay CHAN, Deputy Director, China (Southeast)
Room 103, Laboratory Building
Wuhan Botanical Garden
Chinese Academy of Sciences
Wuhan, Hubei 43006, P.R. China
Phone: +86 27 8751 9435
Fax: +86 27 8751 9439
Email: chenay@ipni.net



Dr. Thomas Othman, Director, Southeast Asia
PO Box 5000/20
Phnom Penh 12100, Cambodia
Phone: +856 93 420 254
Fax: +856 93 424 380
Email: tobert@ipni.net

“Nos treinamos os que treinam e influenciemos os que influenciam”

Dr. Terry Roberts - President IPNI



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES



✓ Etapa 1:
evento/simpósio



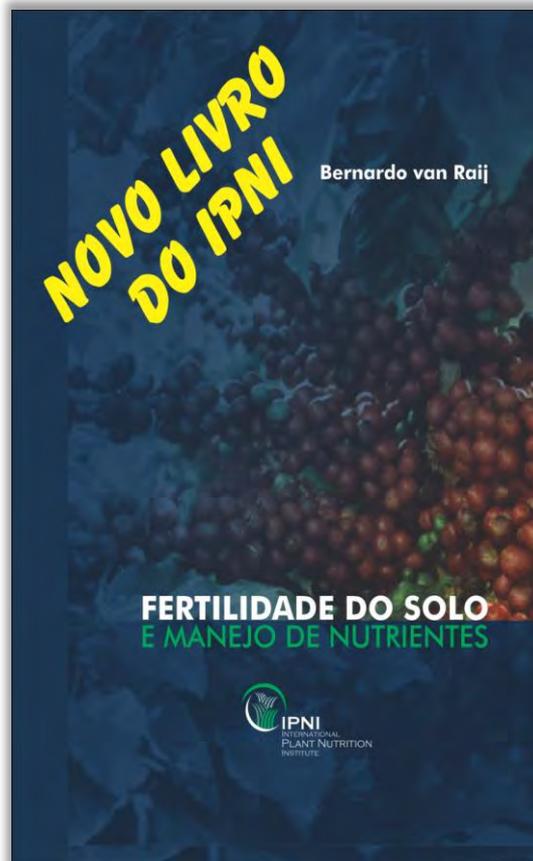
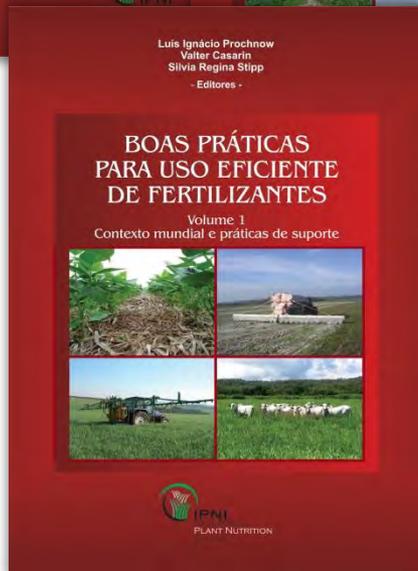
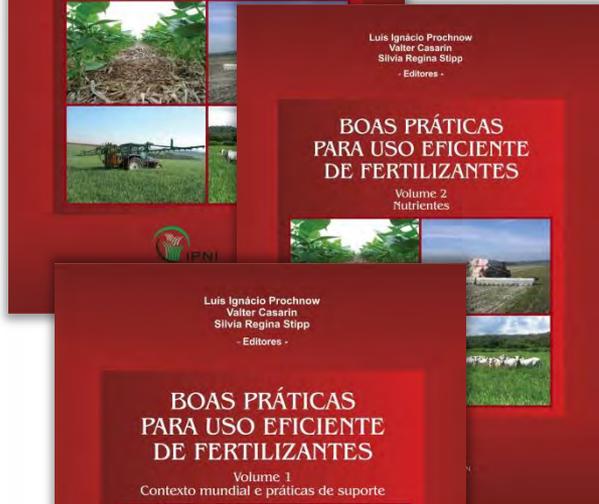
✓ Etapa 2:
Livro



✓ Etapa 3:
Difusão de BPUFs



PUBLICAÇÕES DO IPNI BRASIL



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

INTRODUÇÃO

IMPRESSIONANTE

- ✓ A fim de alimentar 9 bilhões de pessoas o mundo necessitará produzir nos próximos 40 anos quantidade de alimento similar ao que se produziu nos últimos 8.000 anos (Clay, J.; artigo website (<http://thebqb.com/experts-claim-that-earth-could-be-%E2%80%9Cunrecognizable%E2%80%9D-by-2050/225852/>))



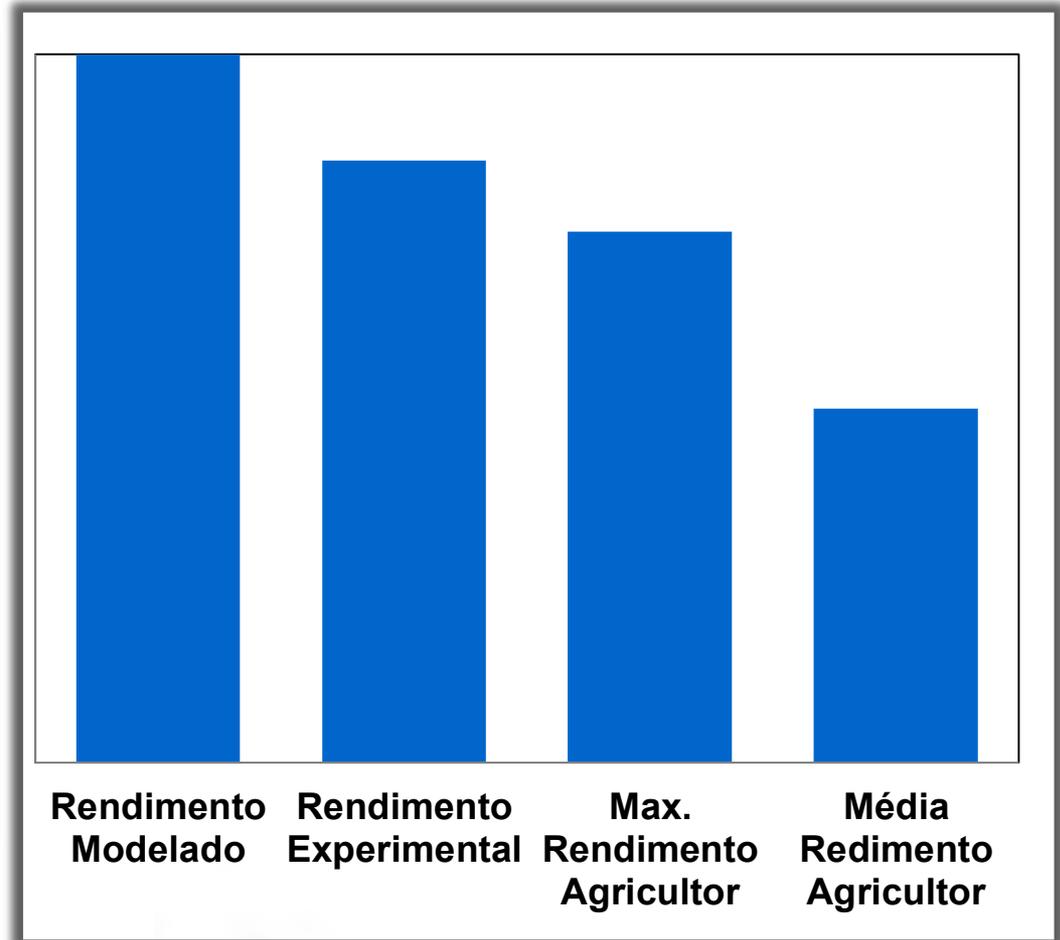
Fonte: Murrell, 2009



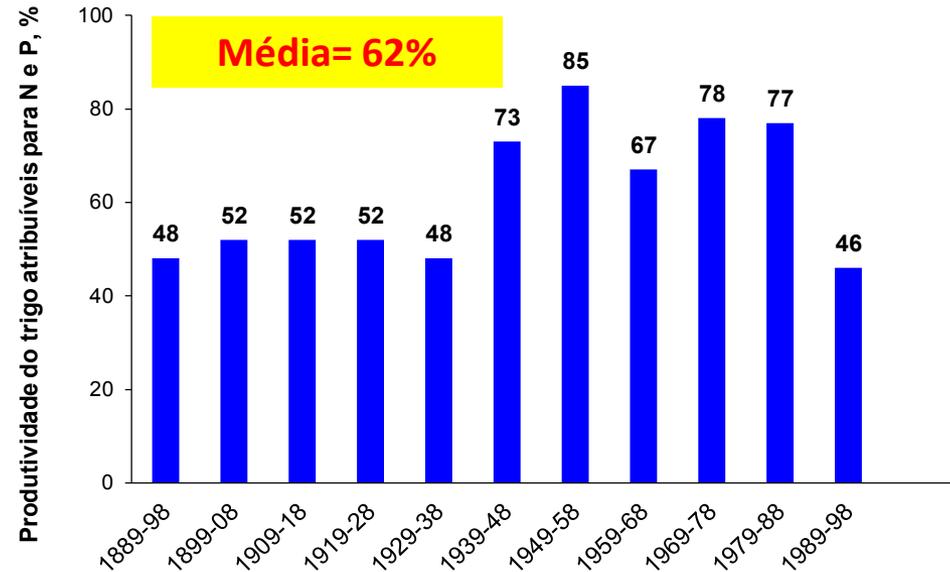
IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Diferença de Produtividade

- ✓ Diferença entre produtividade potencial e produtividade média.
- ✓ Lobell, et al, 2009- Diferenças encontram-se entre 20 - 80%.
- ✓ Neumann et al, 2010 – na média, produtividades atuais de trigo, milho e arroz são 64%, 50% e 64% do possível.



Campo de SanBorn (U. De MO): 1889-1998



✓ Iniciado em 1888 para demonstrar o valor de rotações e do esterco.

✓ Fertilizante comercial introduzido em 1914.

COMO NUNCA ANTES ESTAMOS SOB A MIRA/LUPA DA SOCIEDADE EM GERAL

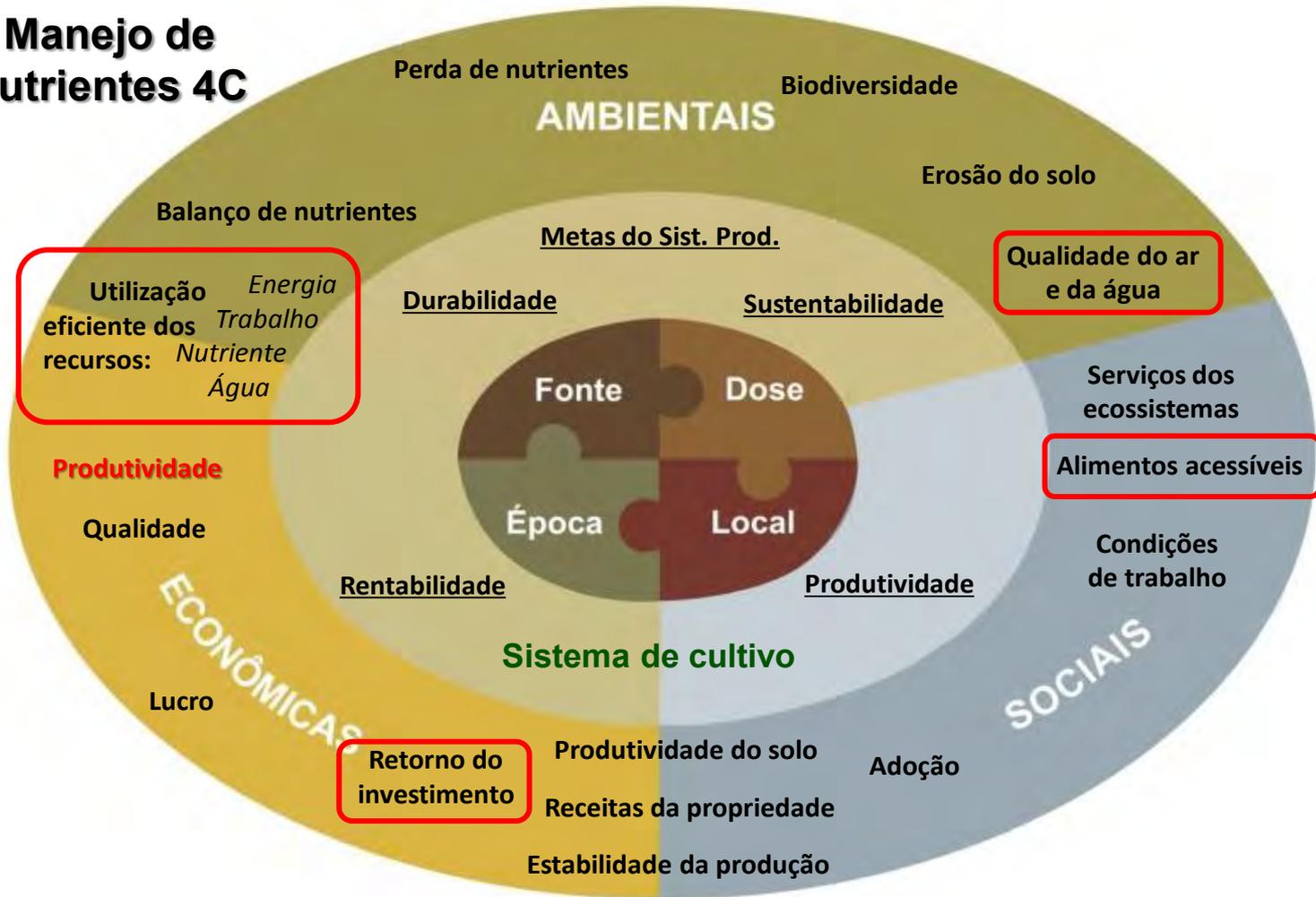
- **PREÇOS E FORNECIMENTO**
- **UTILIZAÇÃO DE ÁREAS NATURAIS**
- **NITRATOS NA ÁGUA**
- **ZONAS DE HIPOXIA**
- **EMIÇÃO GEE**
- **QUALIDADE DO AR**

“Tremendo incentivo/pressão para se utilizar insumos de forma adequada”



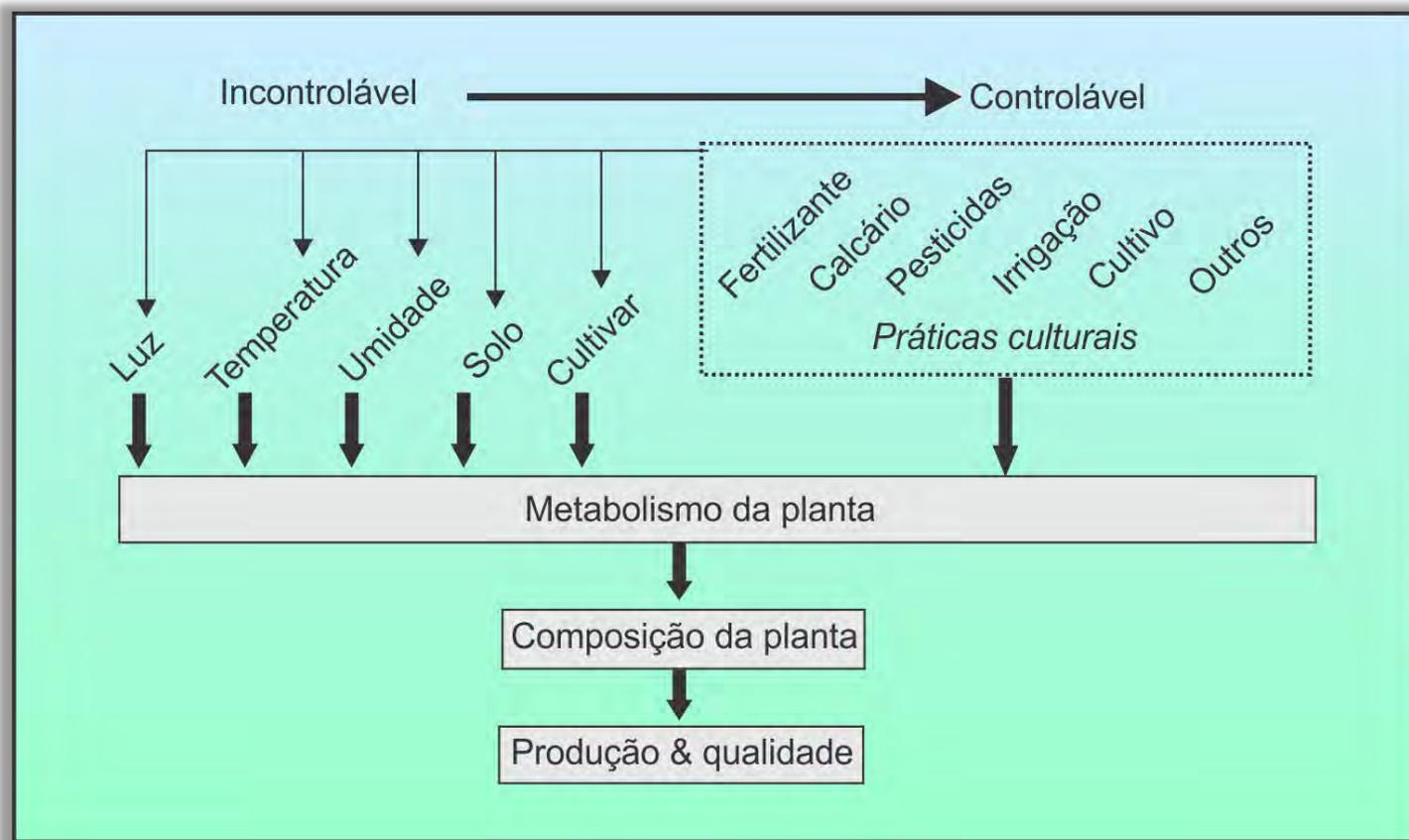
Boas Práticas para Uso Eficiente de Fertilizantes

Manejo de nutrientes 4C



Aplicação das **fontes** corretas de nutrientes nas doses, hora e local corretos

UM SISTEMA COMPLEXO QUE ENVOLVE A INCERTEZA



CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES SOBRE O NUTRIENTE FÓSFORO



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

P na Agricultura = Relacionado a Apatita = Deceiving Mineral



Apatite gets its odd name from the greek word meaning “to deceive” because its varied forms and colors caused early mineralogists to confuse it with a half dozen other minerals
(Zim et al., Rocks and Minerals, 1957)

Fosfato de Rocha	Comprimento do eixo <u>a</u> (Å)	Formula da Apatite ^a
Kaiyang, China	9.372	$\text{Ca}_{9.98}\text{Na}_{0.01}\text{Mg}_{0.01}(\text{PO}_4)_{5.94}(\text{CO}_3)_{0.06}\text{F}_{2.02}$
Hahotoe, Togo	9.351	$\text{Ca}_{9.79}\text{Na}_{0.15}\text{Mg}_{0.06}(\text{PO}_4)_{5.39}(\text{CO}_3)_{0.61}\text{F}_{2.24}$
Pesca, Colombia	9.346	$\text{Ca}_{9.76}\text{Na}_{0.18}\text{Mg}_{0.07}(\text{PO}_4)_{5.28}(\text{CO}_3)_{0.72}\text{F}_{2.29}$
El-Hassa, Jordan	9.339	$\text{Ca}_{9.68}\text{Na}_{0.23}\text{Mg}_{0.09}(\text{PO}_4)_{5.12}(\text{CO}_3)_{0.88}\text{F}_{2.35}$
Gafsa, Tunisia	9.328	$\text{Ca}_{9.59}\text{Na}_{0.30}\text{Mg}_{0.12}(\text{PO}_4)_{4.90}(\text{CO}_3)_{1.10}\text{F}_{2.44}$
North Carolina, USA	9.322	$\text{Ca}_{9.53}\text{Na}_{0.34}\text{Mg}_{0.13}(\text{PO}_4)_{4.77}(\text{CO}_3)_{1.23}\text{F}_{2.49}$



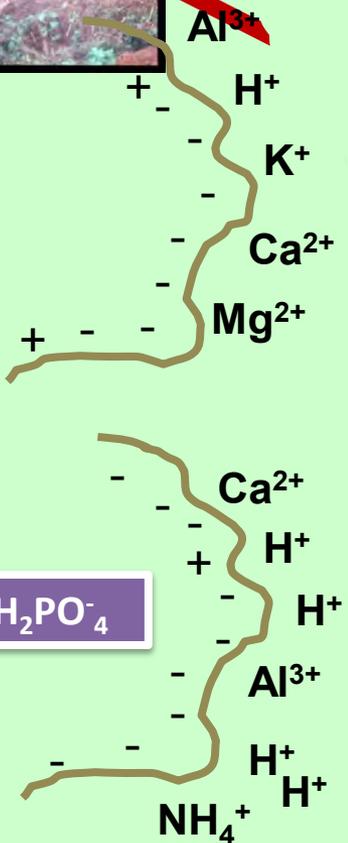
ASPECTOS BÁSICOS DE QUÍMICA DO SOLO:

Fase Sólida

Fase Solução



Formação de P – Ca, Fe e/ou Al



CONSEQÜÊNCIAS:

⇓ [P] na solução

Transporte até superfície da raiz por difusão

⇓ Disponibilidade de P às plantas

SOLO	FASE SÓLIDA
De forma simples	ORGÂNICA INORGÂNICA
	POROS
	AR ÁGUA
	ORGANISMOS
	MACRO MICRO

CARGAS:
Constantes
Variáveis (principalmente pH)

PCZ ou PESN:
pH onde -S = +S
Efeito de profundidade

ADSORÇÃO:
Ligação iônica = Pratic/te todos os cátions
Ligação covalente = H+

Equação de Kerr

$$\left(\begin{matrix} K^+ \\ Na^+ \end{matrix} \right) = K_{ex} \left[\begin{matrix} K^+ \\ Na^+ \end{matrix} \right]$$

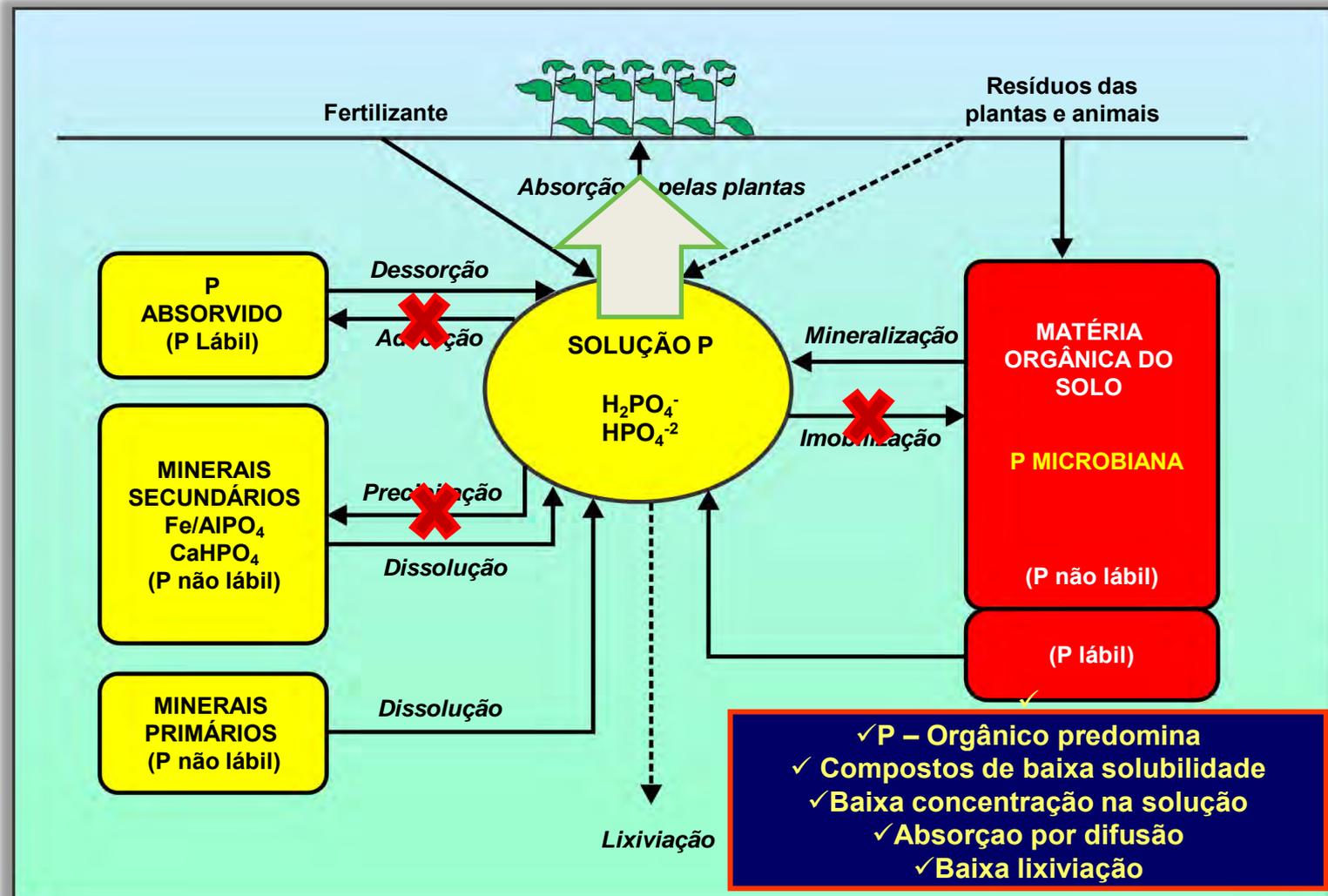
$$SB = K + Ca + Mg (+Na)$$

$$CTC \text{ pH } 7,0 = SB + (H+Al)$$

$$V\% = \frac{SB \times 100}{CTC \text{ pH } 7,0}$$



Representação esquemática do ciclo de fósforo no solo



REAÇÃO DE P NO SOLO

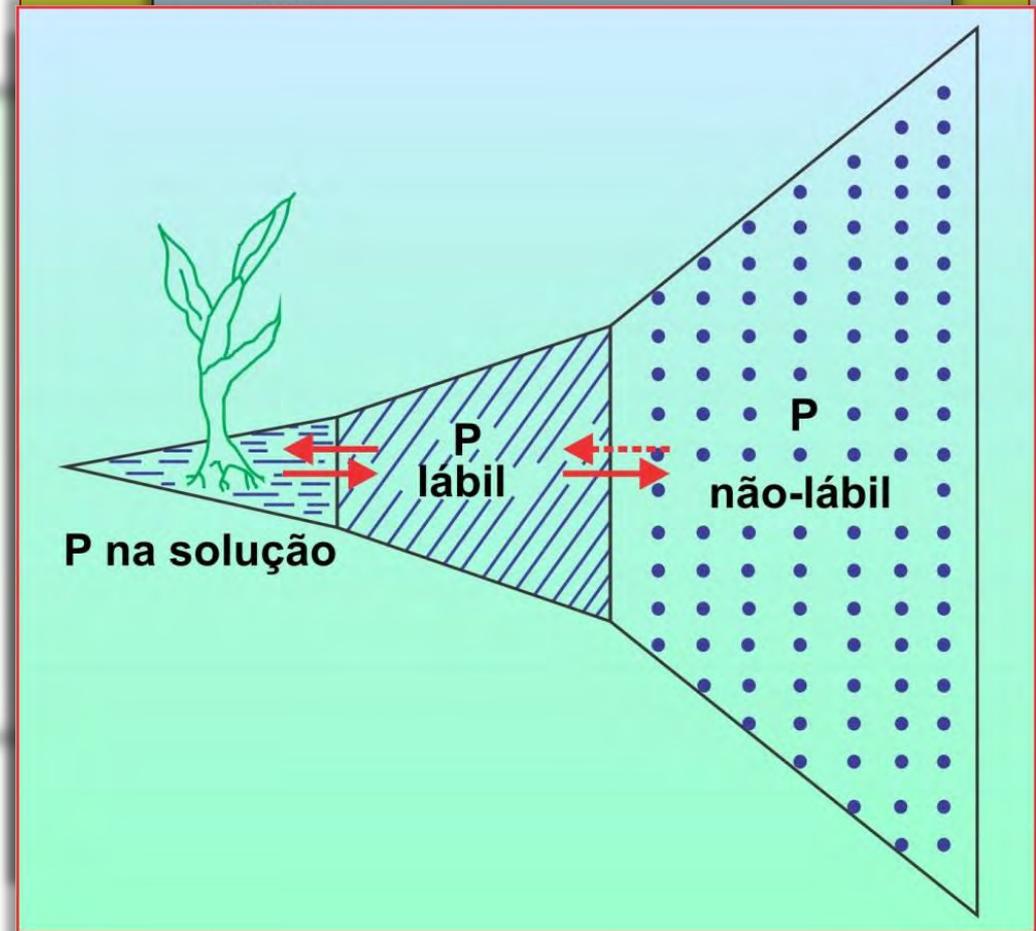
DOIS FATOS FUNDAMENTAIS

FIXAÇÃO DE P VERSUS CONTEÚDO DE ARGILA NO SOLO
DISPONIBILIDADE DE P / "LABILIDADE"

✓ PRECIPITAÇÃO

Conteúdo de Ca/Fe/Al-P

✓ ADSORÇÃO ESPECÍFICA



Relação entre o processo de contato e a localização dos fertilizantes

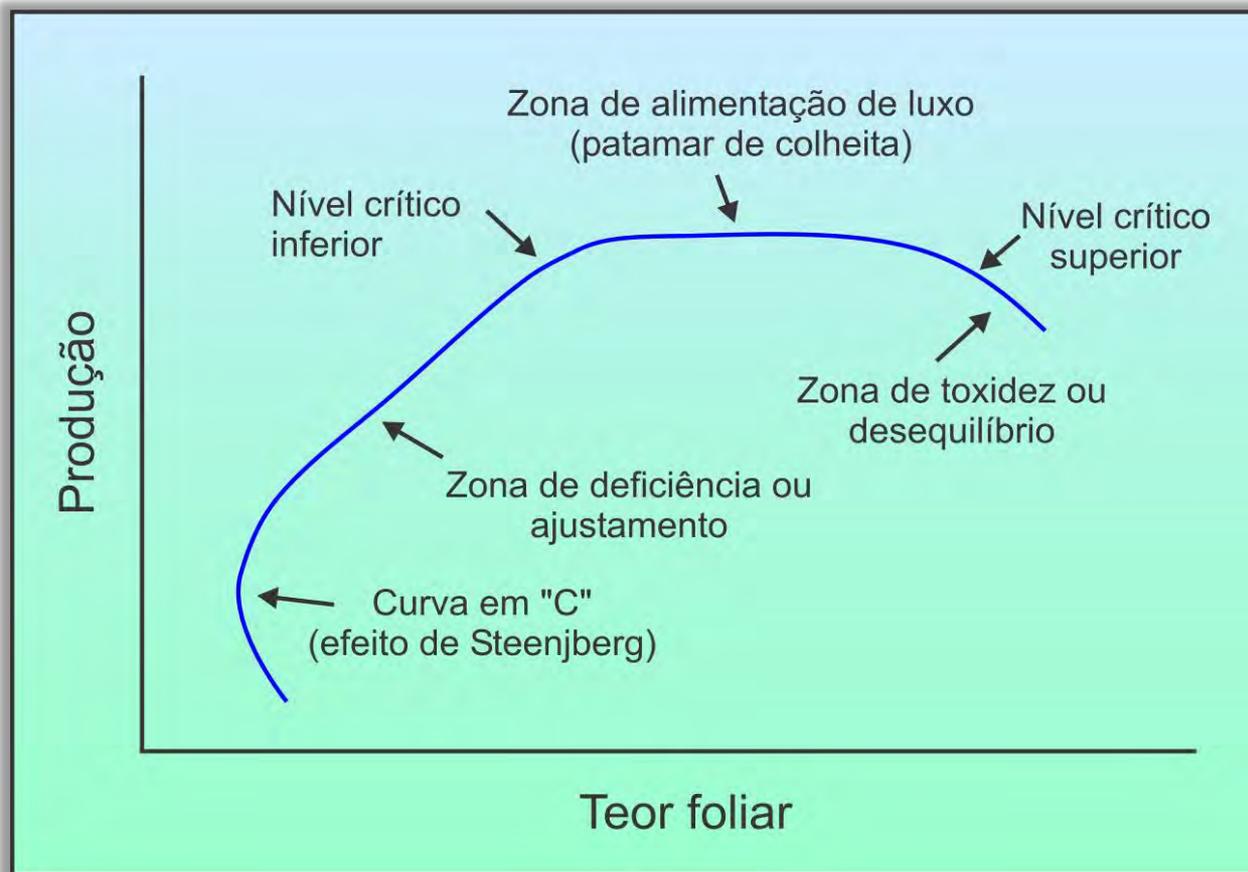
Elemento	Processo de contato (% do total)			Aplicação do fertilizante
	Interceptação radicular	Fluxo de massa	Difusão	
Nitrogênio	1	99	0	Distante, em cobertura (parte)
Fósforo	2	4	94	Próximo das raízes
Potássio	3	25	72	Próximo das raízes, em cobertura
Cálcio	27	73	0	A lanço
Magnésio	13	87	0	A lanço
Enxofre	5	95	0	Distante, em cobertura (parte)
Boro	3	97	0	Distante, em cobertura (parte)
Cobre ¹	15	5	80	Próximo das raízes
Ferro ¹	40	10	50	Próximo das raízes
Manganês ¹	15	5	80	Próximo das raízes
Zinco ¹	20	20	60	Próximo das raízes
Molibdênio ²	5	95	0	Em cobertura (parte)

(1) Complementação com aplicação foliar.

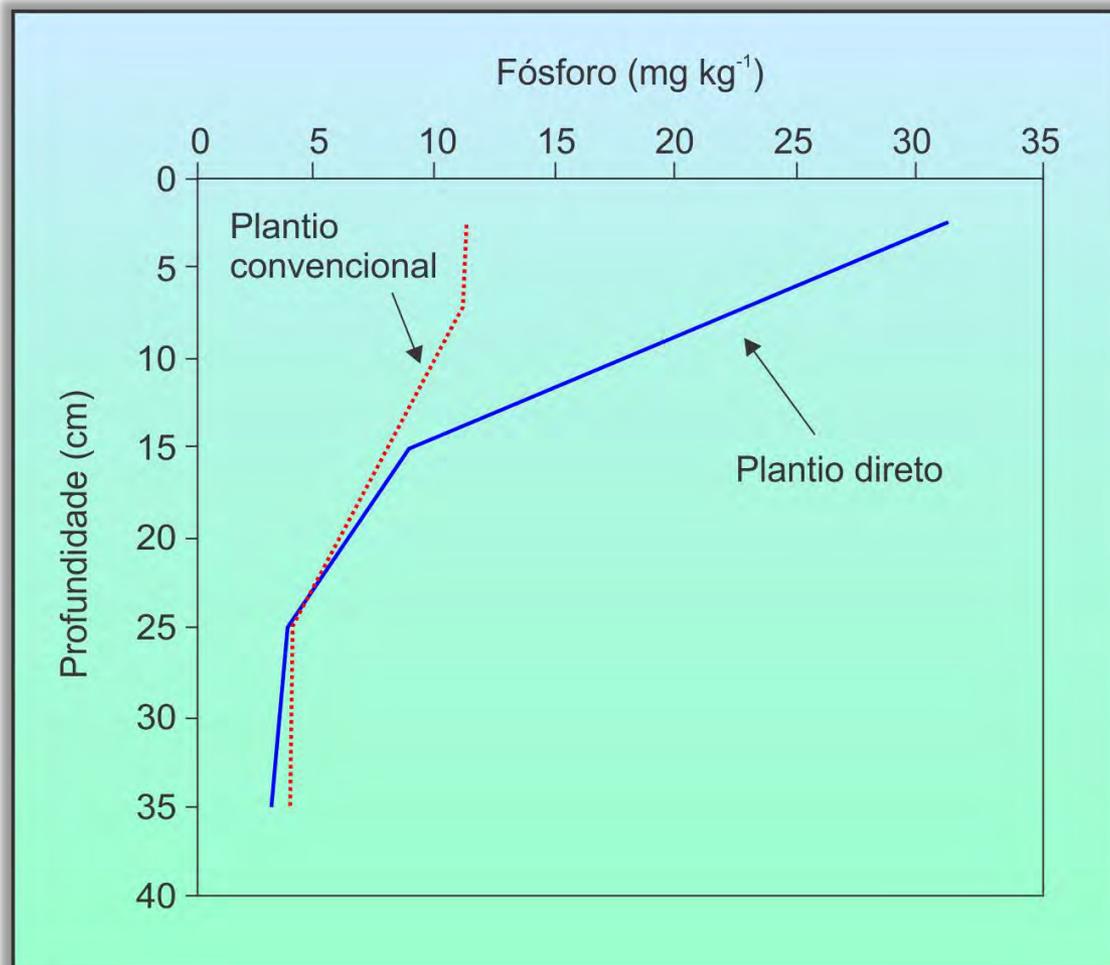
(2) Aplicação via semente e/ou foliar.



Representação geral da relação entre teor foliar e produção (ou matéria seca)



Teor disponível de fósforo no solo (Mehlich-1) em função do sistema de cultivo e da profundidade de amostragem

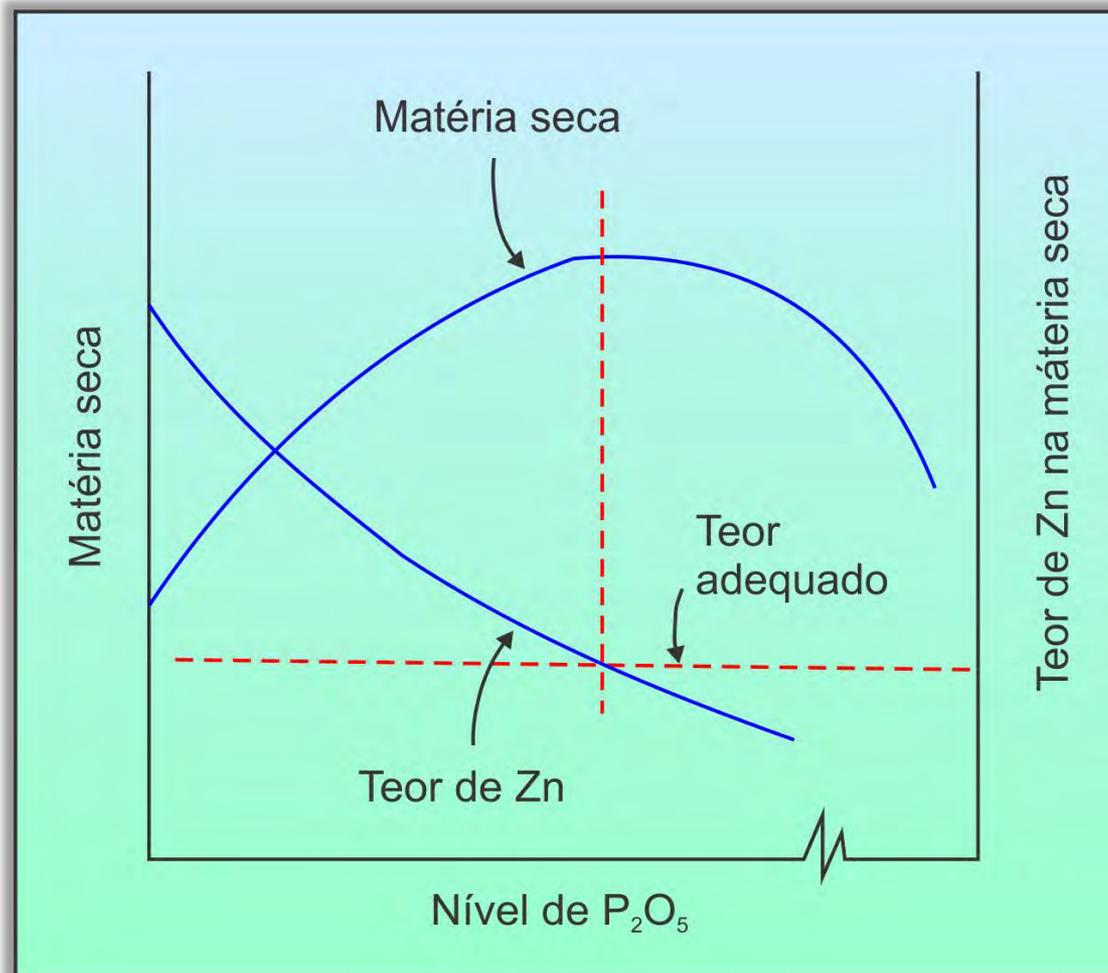


Fonte: Franchini e outros (dados não publicados).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Efeito do fósforo na produção e no teor de zinco



Fonte: Baseada em Lopez (1972).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Resultados do balanço do consumo de nutrientes pelas principais culturas brasileiras

Culturas	Consumo de nutrientes (t)			Fator de Consumo ⁽¹⁾			IA médio (%) ⁽²⁾		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Soja	50.721	1.459.726	1.435.858	N/A ⁽³⁾	2,0	1,1	-	49	90
Milho	716.320	621.280	563.200	1,3	1,3	1,8	75	74	54
Cana-de-açúcar	573.304	195.498	609.062	1,1	1,2	1,2	94	84	80
Café	261.979	77.182	203.963	5,5	12,0	3,9	18	8	26
Algodão herbáceo	132.866	121.728	123.832	2,2	5,8	2,2	45	17	46
Arroz	143.632	88.886	81.818	0,9	1,4	1,2	109	73	82
Feijão	78.540	100.496	62.297	0,9	3,1	1,0	108	32	103
Laranja	73.416	30.210	57.760	2,1	4,1	1,7	48	24	58
Trigo	97.390	119.896	85.932	1,6	2,8	3,5	61	36	29

(1) Fator de consumo é a relação entre o consumo e a demanda das culturas.

(2) IA = índice de aproveitamento. Aproveitamento é o percentual da demanda com relação ao consumo.

(3) N/A = não aplicável.

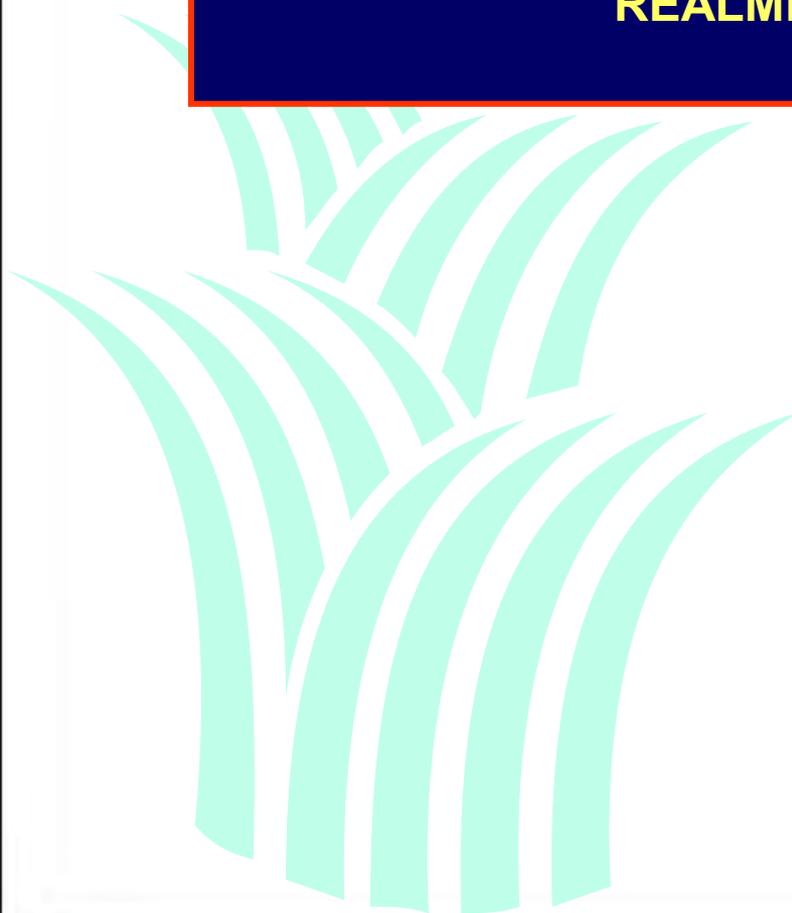




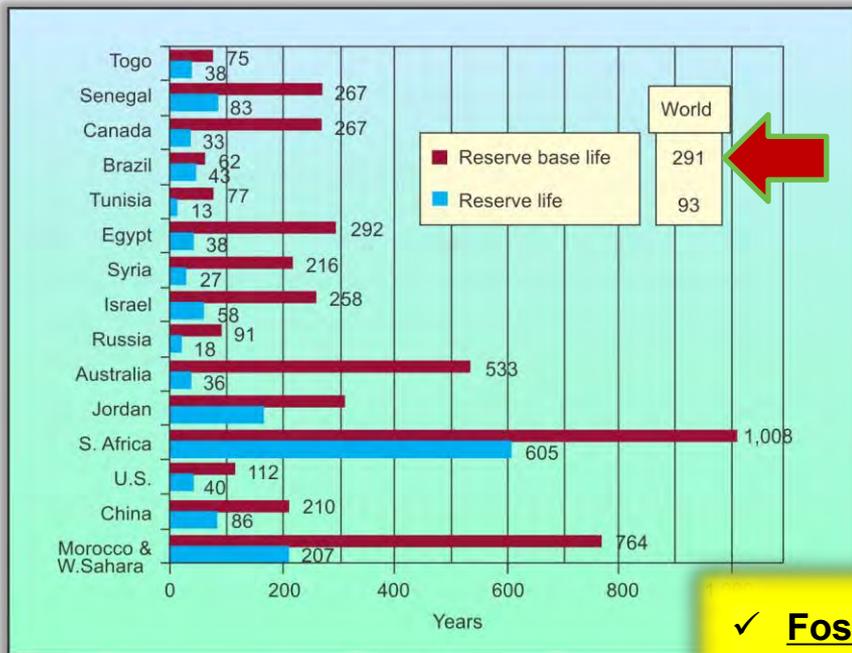
**QUESTIONAMENTOS FREQUENTES
SOBRE USO RACIONAL DE
FÓSFORO EM SISTEMAS DE
PRODUÇÃO**



AS RESERVAS DE FÓFORO ESTÃO REALMENTE TERMINANDO ?



RESERVAS DE FÓSFORO



Novo Relatório IFDC indica que reservas mundiais de rocha de fosfato são suficientes para atender a demanda



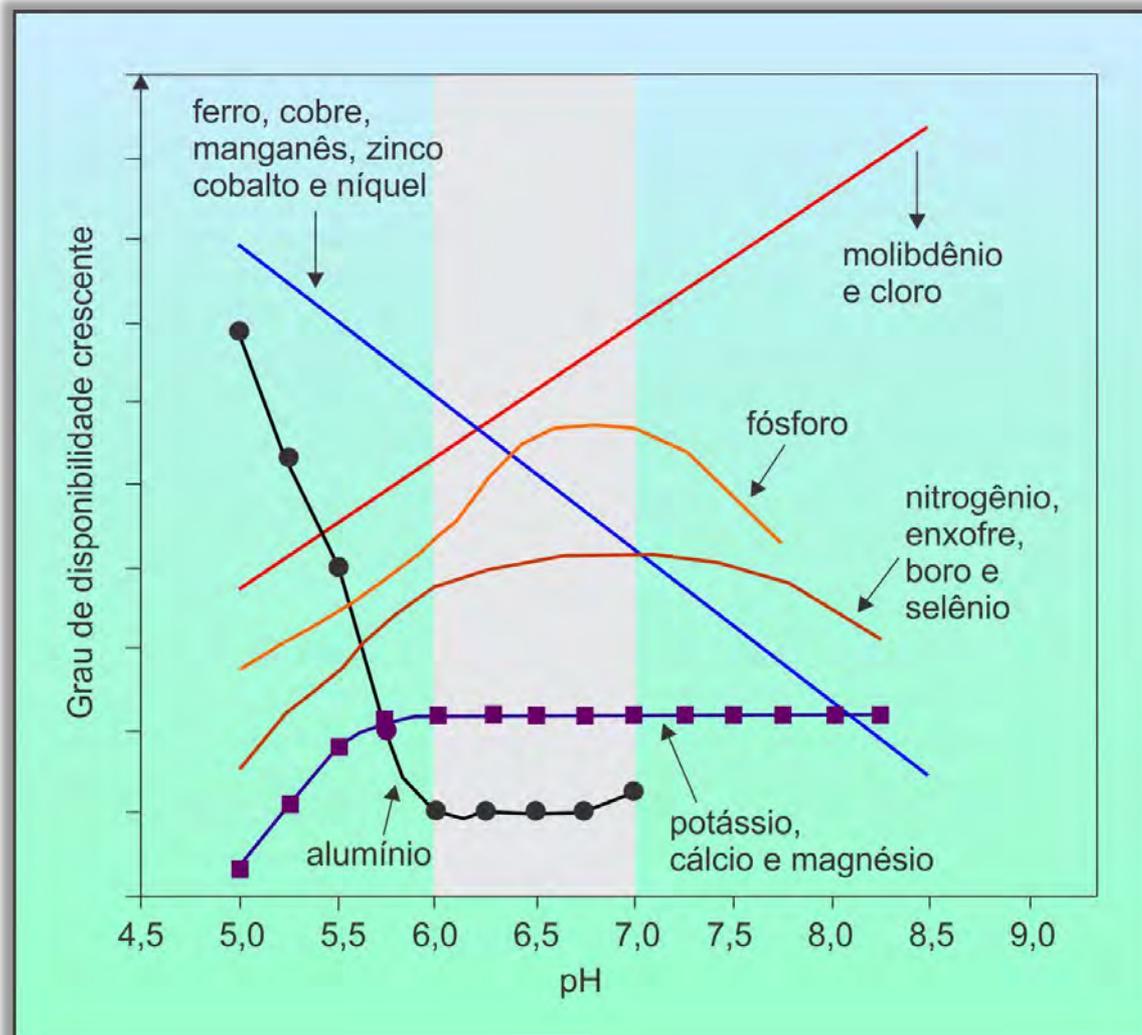
✓ Fosfatos de elevada qualidade estão realmente terminando

Fonte: USGS, 2009; Adaptado de Fixen, 2009.

O pH REALMENTE INTERFERE NA EFICIÊNCIA DO FÓSFORO DO SOLO OU NA ADUBAÇÃO FOSFATADA ?



pH X Disponibilidade de Nutrientes



EFEITO DO PH DO SOLO NA CONCENTRAÇÃO DE P EM FOLHAS

Cultura e local	pH CaCl ₂	P Foliar (g Kg ⁻¹)	P - Solo(mg dm ⁻³)			
			Mehlich 1	Bray 1	Olsen	Resina
Feijão Pariquêra-Açu Organic Soil	3.8 d *	2.44 b	17 a	20 a	41 a	33 b
	4.2 c	3.21 a	18 a	21 a	33 b	36 ab
	4.7 b	3.25 a	18 a	20 a	26 c	38 ab
	5.1 a	3.26 a	19 a	18 a	19 d	43 a
	5.2 a	3.25 a	20 a	19 a	21 d	43 a
Girasol Mococa\ Ultisol	4.3 c	2.79 c	12 b	24 a	17 a	22 b
	4.6 c	3.27 b	12 b	22 a	17 a	26 ab
	5.3 b	3.81 a	16 a	25 a	16 a	33 ab
	5.5 ab	3.87 a	15 a	20 a	12 a	35 a
	5.7 a	3.80 a	16 a	20 a	12 a	37 a
Soja Mococa Ultisol	4.3 a	1.85 c	6 a	15 a	10 a	13 c
	4.8 d	2.06 bc	7 a	16 a	11 a	16 c
	5.5 c	2.44 ab	5 a	13 a	7 a	17 bc
	6.1 b	2.26 a	7 a	17 a	8 a	22 ab
	6.4 a	2.55 a	7 a	15 a	8 a	27 a
Soja Ribeirão Preto Oxisol	4.5 d	2.35 b	9 a	20 a	18 a	16 c
	4.9 c	2.69 ab	8 a	22 a	15 ab	19 bc
	6.1 b	2.88 a	8 a	20 a	13 ab	23 b
	6.6 a	2.85 a	10 a	24 a	12 b	34 a

Fonte: RAIJ e QUAGGIO (1990).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

**A ANÁLISE DE SOLO É REALMENTE FUNDAMENTAL PARA O
MANEJO ADEQUADO DO FÓSFORO ?**

Exemplo hipotético de desbalanço da adubação fosfatada

Área	Teor P mg dm ⁻³	Dose P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹		Balanço
		Aplicada	Necessária	
A	3	60	90	-30
B	12	60	60	0
C	28	60	30	+30

Conclusões:

A = produtividade será limitada por ausência de P
 C = desperdício de adubo fosfatado

Cultivo de uma área agrícola implica uma dúvida:



CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO

pH, P, K, Ca, Mg, S, micro, CTC, V%

EXIGÊNCIAS DA PLANTA

N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo, Cl, ..

SÃO AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO ADEQUADAS PARA A MANUTENÇÃO DAS EXIGÊNCIAS DA PLANTA DE FORMA A SE OBTEREM PRODUTIVIDADES ECONOMICAMENTE VIÁVEIS DIANTE DOS INVESTIMENTOS REALIZADOS ?



DA ANÁLISE A RECOMENDAÇÕES



Soil Fertility Evaluation

Sample	pH	O.M g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	H+Al mmol, dm ⁻³	S	BS	CEC	V%
A (0-20)	5,4	20	7	1,0	36	14	0	25	2	51	76,0	67
A (20-40)	4,4	14	4	0,7	23	6	12	42	3	29,7	71,7	41
B (0-20)	5,3	28	42	4,4	48	16	0	35	12	68,4	103,4	66

Adubação mineral de plantio: Aplicar de acordo com a análise de solo e a produtividade esperada, conforme a seguinte tabela:

Produtividade esperada	Nitrogênio	P resina, mg/dm ³				K ⁺ trocável, mmol _c /dm ³			
		0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P ₂ O ₅ , kg/ha				K ₂ O, kg/ha ⁽²⁾			
2- 4	10	60	40	30	20	50	40	30	0
4- 6	20	80	60	40	30	50	50	40	20
6- 8	30	90	70	50	30	50	50	50	30
8-10	30	⁽¹⁾	90	60	40	50	50	50	40
10-12	30	⁽¹⁾	100	70	50	50	50	50	50

⁽¹⁾ É improvável a obtenção de alta produtividade de milho em solos com teores muito baixos de P, independentemente da dose de adubo empregada. ⁽²⁾ Para evitar excesso de sais, no sulco de plantio, a adubação potássica para doses maiores que 50 kg/ha de K₂O está parcelada, prevendo-se a aplicação em cobertura.

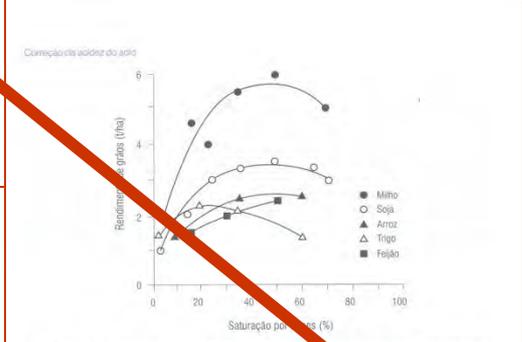


Figura 1. Relação entre produtividade de grãos e algumas culturas anuais e saturação por bases na camada arável dos solos de Cerrado.

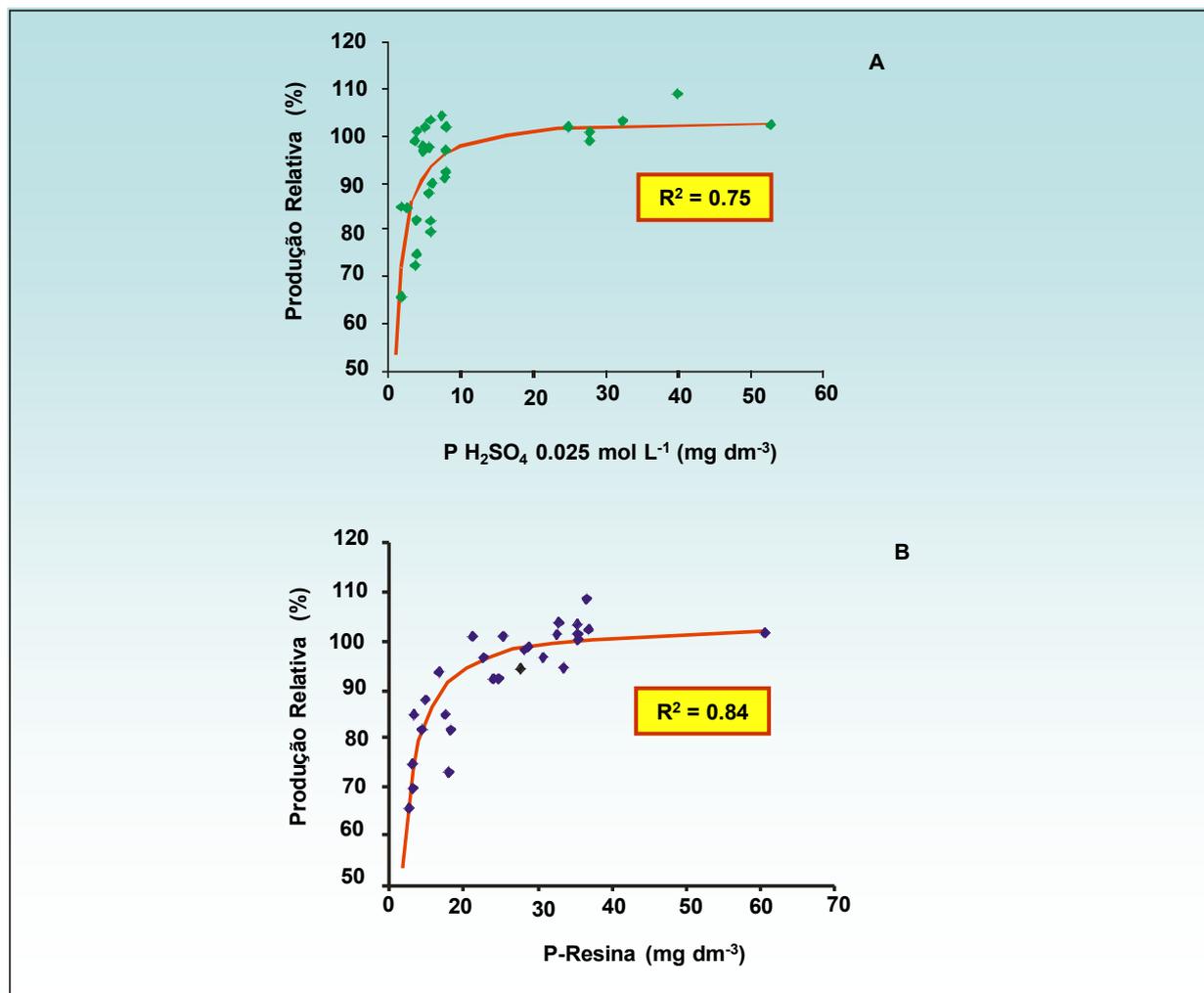


AJUSTES NECESSÁRIOS PARA A AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO ATRAVÉS DE MÉTODOS ANALÍTICOS

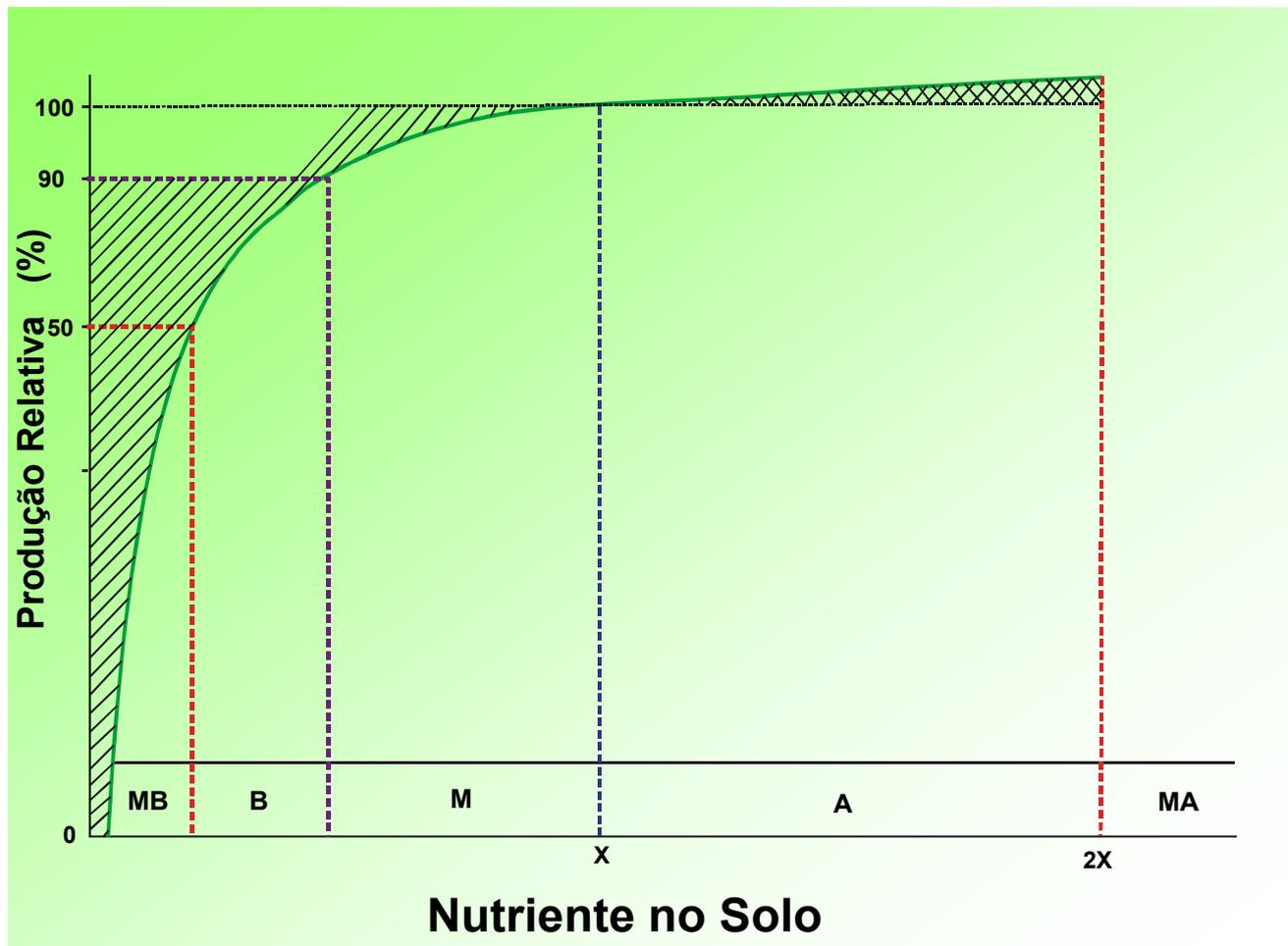
- ✓ Estudos de correlação (Qual metodologia ?)
- ✓ Estudos de calibração (Como interpretar ?)
- ✓ Curvas de resposta (Quanto adicionar ?)



ESTUDOS DE CORRELAÇÃO



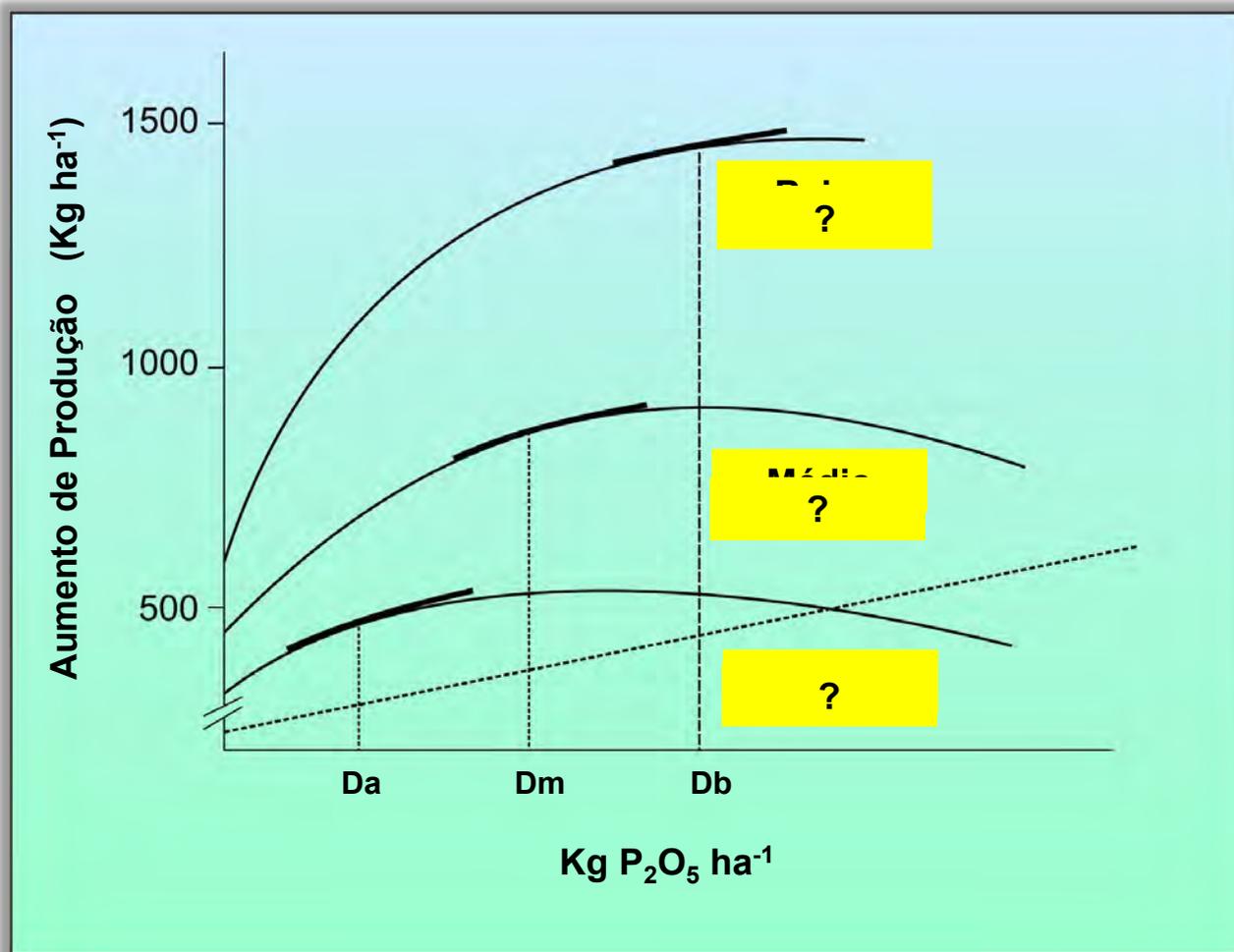
ESTUDOS DE CALIBRAÇÃO



LIMITES DE INTERPRETAÇÃO DE TEORES DE POTÁSSIO E DE FÓSFORO EM SOLOS

Teor	Produção relativa	K ⁺ trocável	P resina			
			Florestais	Perenes	Anuais	Hortaliças
	%	Mmol _c /dm ³	mg/dm			
Muito baixo	0-70	0,0-0,7	0-2	0-5	0-6	0-10
Baixo	71-90	0,8-1,5	3-5	6-12	7-15	11-25
Médio	91-100	1,6-3,0	6-8	13-30	16-40	26-60
Alto	>100	3,1-6,0	9-16	31-60	41-80	61-120
Muito alto	>100	>6,0	>16	>60	>80	>120





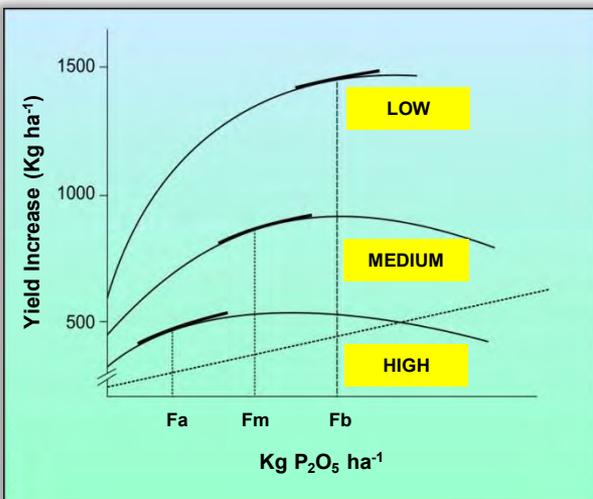


Tabela de Adubação

Adubação mineral de plantio:
Aplicar de acordo com a análise de.

Produtividade	Nitrogênio	P resina, mg/dm ³				K ⁺ trocável, mmol _c /dm ³			
		0-6	7-15	16-40	>40	0-0,7	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t/ha	N, kg/ha	P ₂ O ₅ , kg/ha				K ₂ O, kg/ha			
Feijão de verão (águas e seca) – Plantio em julho-outubro e dezembro-abril									
1,0-1,5	0	60	40	20	0	40	30	20	0
1,5-2,5	10	70	50	30	10	50	30	20	10
2,5-3,0	10	90	60	30	20	60	40	30	20
Feijão de inverno irrigado – Plantio em março-julho									
1,0-1,5	0	60	40	20	0	40	20	0	0
1,5-2,5	10	70	50	30	10	50	30	20	0
2,5-3,5	10	90	60	40	20	80	50	30	20
3,5-4,5	20	(1)	80	40	20	100	60	40	20

(1) É pouco provável a obtenção de alta produção em solos deficientes de P.

IMPORTANTE NOTAR QUE:

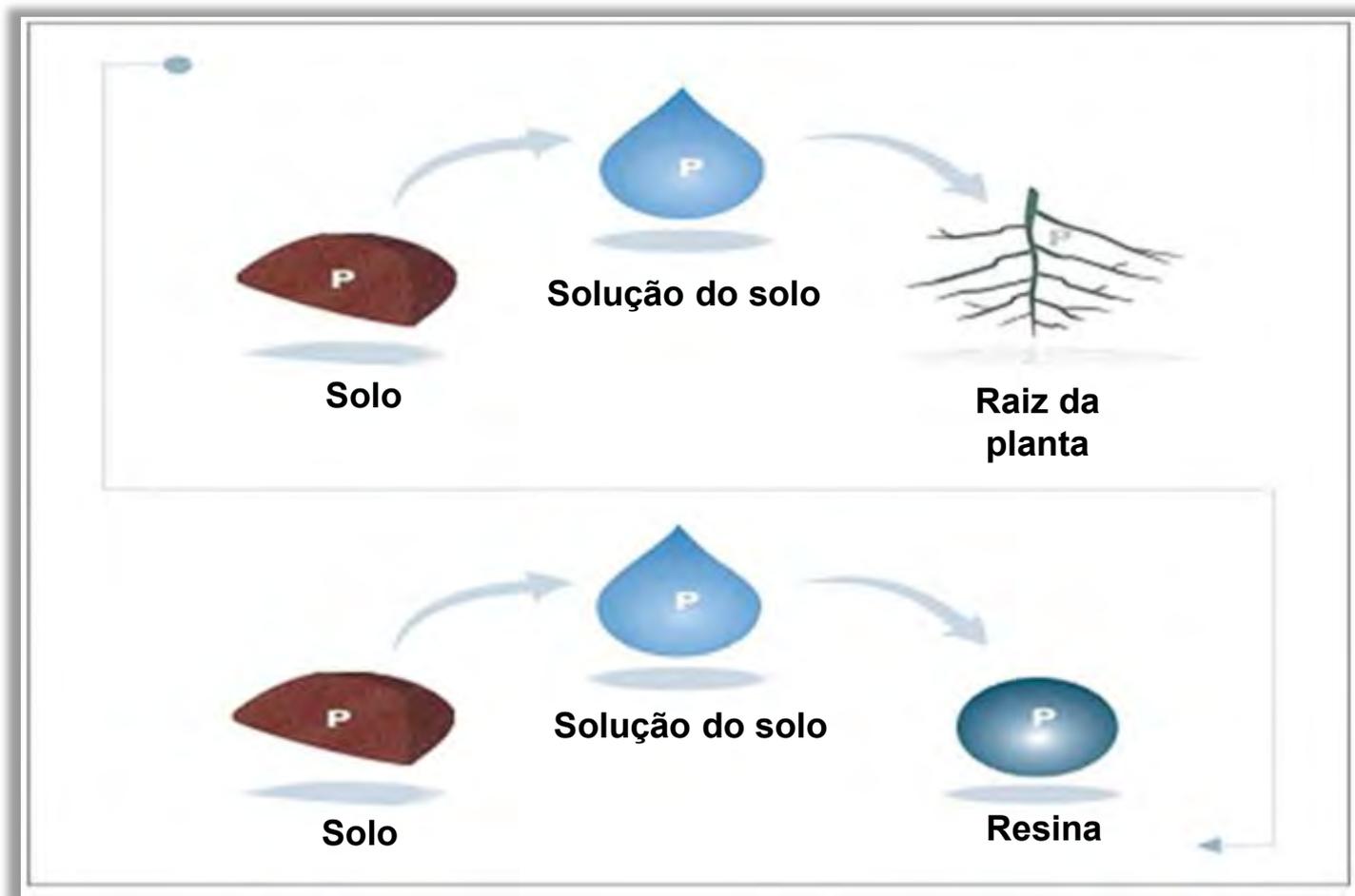
A DOSE É DEFINIDA POR ESTUDOS DE CURVA DE RESPOSTA, PARA CADA CLASSE DE TEOR (ESTUDOS DE CALIBRAÇÃO), PARA DETERMINADO MÉTODO ANALÍTICO (ESTUDOS DE CORRELAÇÃO), PARA DETERMINADA FORMA DE COLETA DA AMOSTRA DE SOLO.



PROCEDIMENTO DEVE SER ESPECÍFICO PARA:

- ✓ Metodologia
- ✓ Área/região e solos considerados
 - ✓ Sistema de cultivo
- ✓ Profundidade de amostragem

Demonstração esquemática de P extraído de solos pela resina trocadora de íons



DEVO SEGUIR AS RECOMENDAÇÕES DAS TABELAS DE ADUBAÇÃO ? SE SIM, DEVO SEGUIR EXATAMENTE TAIS RECOMENDAÇÕES ?



DEFINIÇÃO DAS DOSES DE P_2O_5 A APLICAR

- Teor de P
- Cultura
- Produtividade almejada
- Tabela de Adubação ou estudos regionais

Dose P_2O_5

Dose P_2O_5
% P_2O_5 no fertilizante

Q^{de} Adubo

A recomendação de calagem e adubação deve:

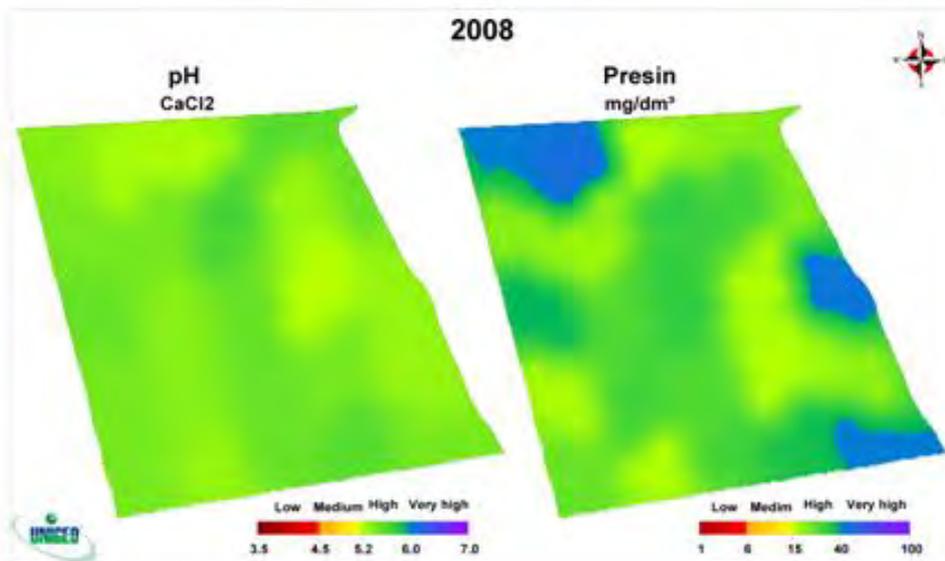
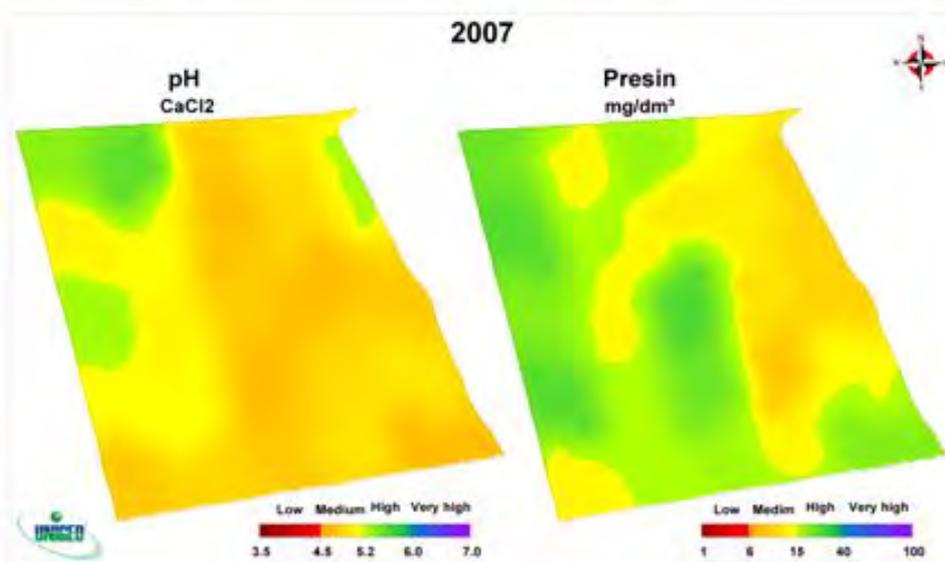
- respeitar as informações de pesquisa da região
(variação de cond. edafoclimáticas)
- ser definida por um técnico da região



E A AGRICULTURA DE PRECISÃO PARA O MANEJO DO FÓSFORO NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO ?



Imagens de área submetida a AP mostrando pH CaCl₂ e P resina antes (2007) e depois da calagem (2008)



UM BOM PROGRAMA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO DEVE INICIALMENTE, E ACIMA DE TUDO, CONTAR COM UM MÉTODO EFICIENTE QUE ADEQUEDAMENTE AVALIE A DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES PARA AS PLANTAS.

OS MÉTODOS DE ANÁLISE DE SOLO EMPREGADOS NA SUA REGIÃO SÃO REALMENTE EFICIENTES ?



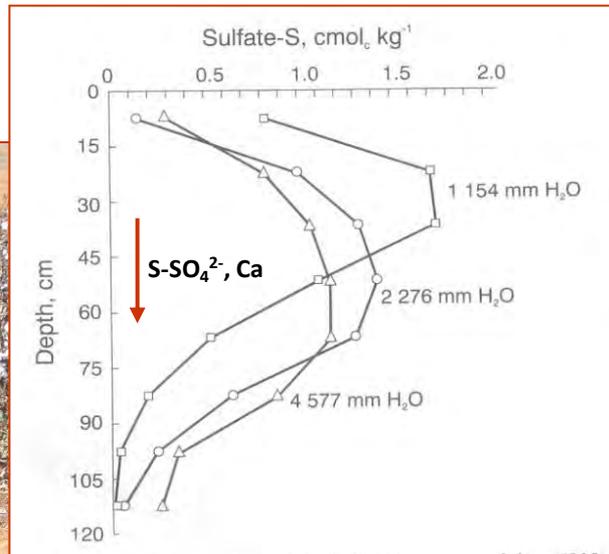
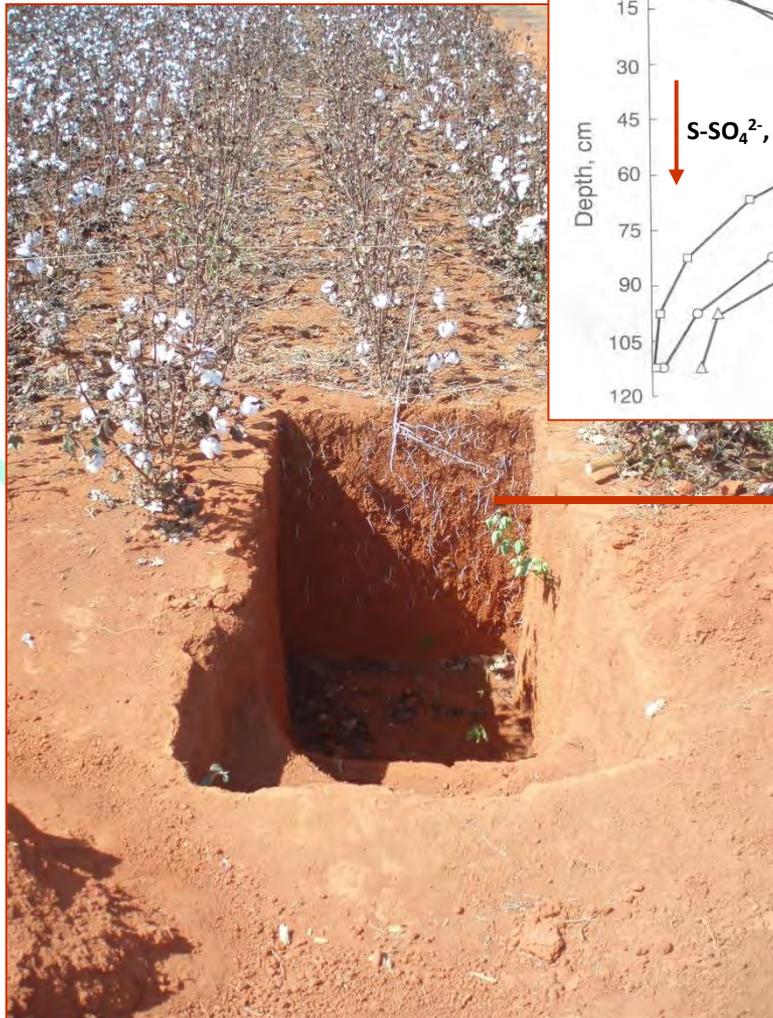
IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION



O GESSO AGRÍCOLA PODE AUXILIAR EM MAIOR EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA ?



CESSO AGRÍCOLA



Experimento: EMBRAPA Cerrado.
Photo: IPNI.



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Efeito de aplicações de gesso na distribuição de raízes de várias culturas ao longo de perfis de solos altamente intemperizados

Prof.	Milho África do Sul ⁽¹⁾ Densidade de raízes		Milho Brasil ⁽²⁾ Distr. relativa de raízes		Maça Brasil ⁽³⁾ Densidade de raízes		Alfafa Georgia ⁽⁴⁾ Comprimento de raízes	
	T ⁽⁵⁾	G ⁽⁶⁾	T	G	T	G	T	G
cm	m/dm ³		%		cm/g		m/m ³	
0-15	3,10	2,95	53	34	50	119	115	439
15-30	2,85	1,60	17	25	60	104	30	94
30-45	1,80	2,00	10	12	18	89	19	96
45-60	0,45	3,95	8	19	18	89	10	112
60-75	0,08	2,05	2	10	18	89	6	28

Fonte: ⁽¹⁾ Farina & Channon, 1988; ⁽²⁾ Souza & Ritchey, 1986; ⁽³⁾ Pavan, 1991; ⁽⁴⁾ Sumner & Carter, 1988; ⁽⁵⁾ Testemunha; ⁽⁶⁾ Gesso.



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Absorção de nutrientes pela parte aérea da planta de cevada em função da calagem e da aplicação de doses de gesso

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	g.kg ⁻¹					
Calagem						
Sem calcário	107,4	6,9	185,4 b	23,2	15,6	12,9
Calcário na superfície	128,8	8,2	207,7 ab	32,7	13,3	15,6
Calcário incorporado	138,9	7,2	237,6 a	32,3	16,1	17,2
Valor F	6,03ns	4,23ns	7,59*	3,82ns	4,48ns	1,87ns
CV (%)	18,1	18,2	14,5	35,0	16,0	36,1
Gesso, t.ha⁻¹						
0	109,3	5,4	192,3	26,6	14,4	5,7
3	115,5	7,8	178,1	25,0	15,2	11,7
6	141,6	7,9	227,9	30,6	15,6	20,6
9	133,8	8,6	242,7	35,3	14,9	22,8
Efeito	L**	L**	L**	L**	ns	L**
CV (%)	18,9	29,2	17,1	24,2	23,9	27,6

Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%. L: efeito linear por regressão. ns: Não significativo a 5%, **:Significativo a 1%.

Extraído de E.F. Caires et al.

Fonte: Bragantia, Campinas, 60(3), 213-223, 2001.



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

DEVO DAR PREFERÊNCIA A FOSFATOS SOLÚVEIS EM ÁGUA?



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

EXISTE ATUALMENTE TENDÊNCIA CLARA DE SE APLICAR FÓSFORO A LANÇO EM EXTENSAS ÁREAS DE PRODUÇÃO. ISTO ESTÁ CORRETO? DEVE SER FEITO?



Fósforo absorvido por milho cultivado por 18 dias em vasos contendo 5,5 L de Argissolo Vermelho distrófico de textura média, semeados um dia (1º cultivo) e 101 dias (2º cultivo) após a aplicação de 240 mg vaso⁻¹ de fósforo na forma de superfosfato triplo em pó e em grânulos, antes do 1º cultivo, com solo revolvido e não revolvido após o 1º cultivo

Granulometria do superfosfato triplo	Fósforo absorvido (mg vaso ⁻¹)		
	Cultivo		
	1º	2º	
	Incorporado	Revolvimento do solo	
Com		Sem	
Pó	5,67 b	2,74 a	2,49 b
Grânulos de 2 a 2,38 mm	12,08 a	2,91 a	5,11 a

(1) O tratamento sem fósforo (testemunha) apresentou os seguintes valores para fósforo absorvido: 1º cultivo = 1,42 mg vaso⁻¹; 2º cultivo = 1,46 mg vaso⁻¹



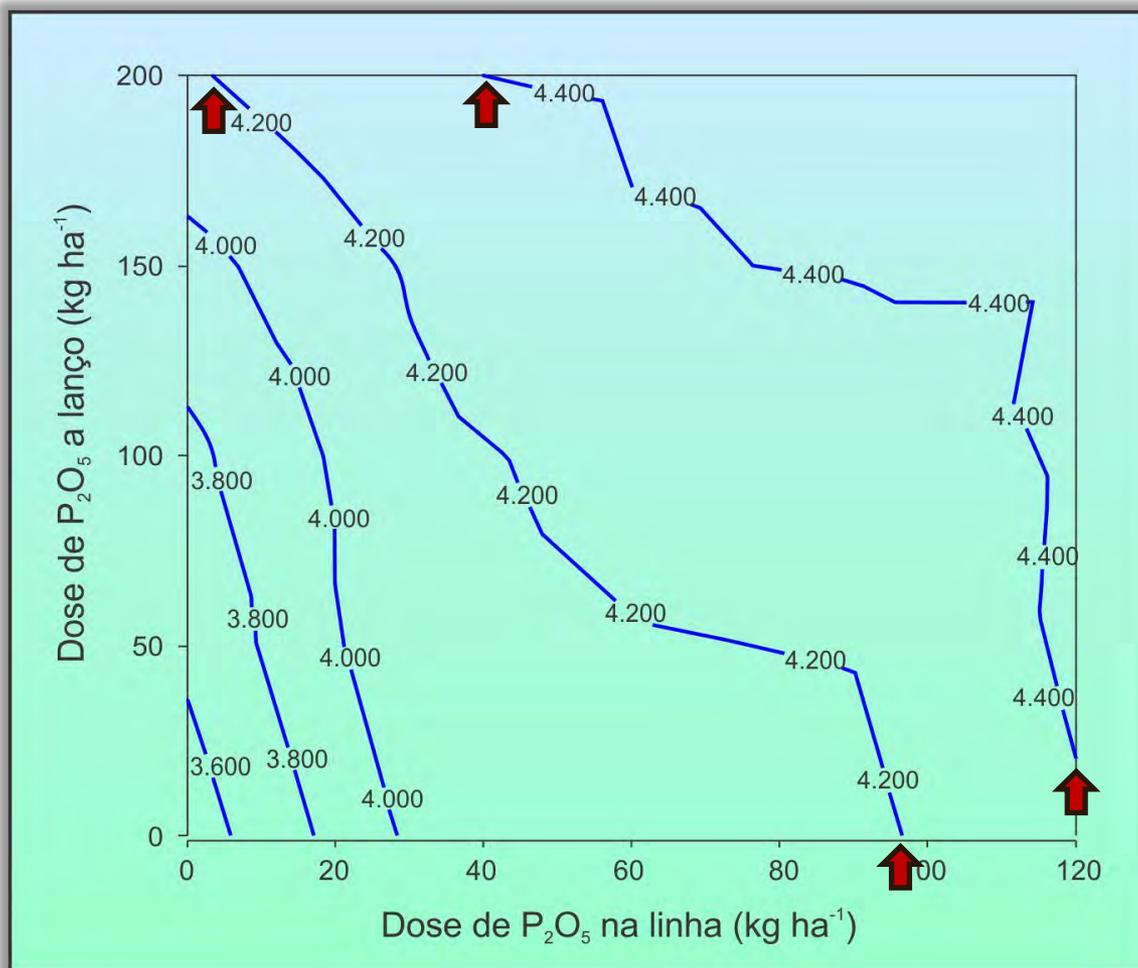
Incremento líquido na produtividade de milho em função de diferentes doses e modos de aplicação da adubação fosfatada

P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Modo de aplicação			
	Laço	Sulco simples	Sulco duplo	Média
	(t ha ⁻¹)			
45,0	0,73 ⁽¹⁾	1,05	0,81	0,86
67,5	0,80	1,92	2,14	1,62
90,0	0,84	2,66	3,42	2,31
112,5	0,88	3,36	4,23	2,82
135,0	1,17	3,64	5,00	3,27
Média	0,88 c ²	2,53 b	3,11 a	

⁽¹⁾ Obtido pela diferença entre a produtividade total do tratamento em estudo (t ha⁻¹) e o custo total de produção, exceto o custo do fósforo, calculado em t ha⁻¹.

⁽²⁾ Valores com letras iguais na linha não se diferenciam pelo teste de Tukey (P < 0,05).

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

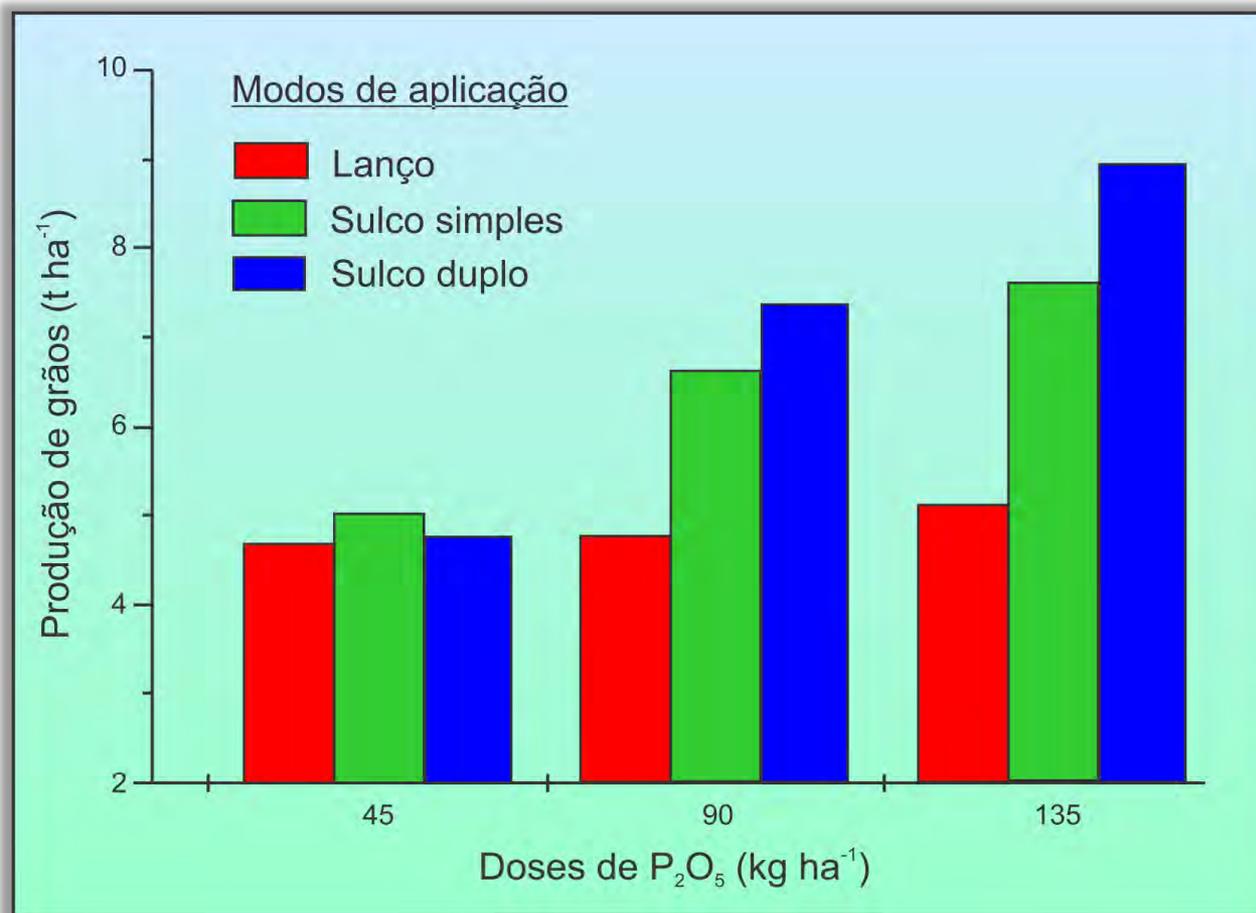


Fonte: Adaptado de dados de Fundação MT (2001).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Efeito dos modos de aplicação do fertilizante fosfatado na produção de grãos de milho, em Uberaba-MG



Fonte: Modificada de Prado et al. (2001).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

É VÁLIDO UTILIZAR FOSFATO NATURAL EM ALGUMAS SITUAÇÕES? QUANDO É ECONÔMICO? COMO UTILIZAR DE FORMA EFICIENTE?



Fosfato de rocha para aplicação direta

- ✓ **A aplicação direta de fosfato de rocha (FR) pode ser uma alternativa efetiva e econômica ao uso de PSA mais dispendioso, principalmente em solos ácidos dos trópicos.**
- ✓ **Existem várias revisões aprofundadas sobre o assunto (Khasawneh e Doll, 19787; Hammond et al., 1986; Chien e Menon, 1995; Rajan et al., 1996; Chien, 2003; Truong, 2004; Rajan et al., 2004).**





- Igneous Deposits
- Sedimentary Deposits
- ✕ Island Deposits

Depósitos de FR importantes ou potencialmente importantes

Fonte: (Van Kauwenbergh, 2003).



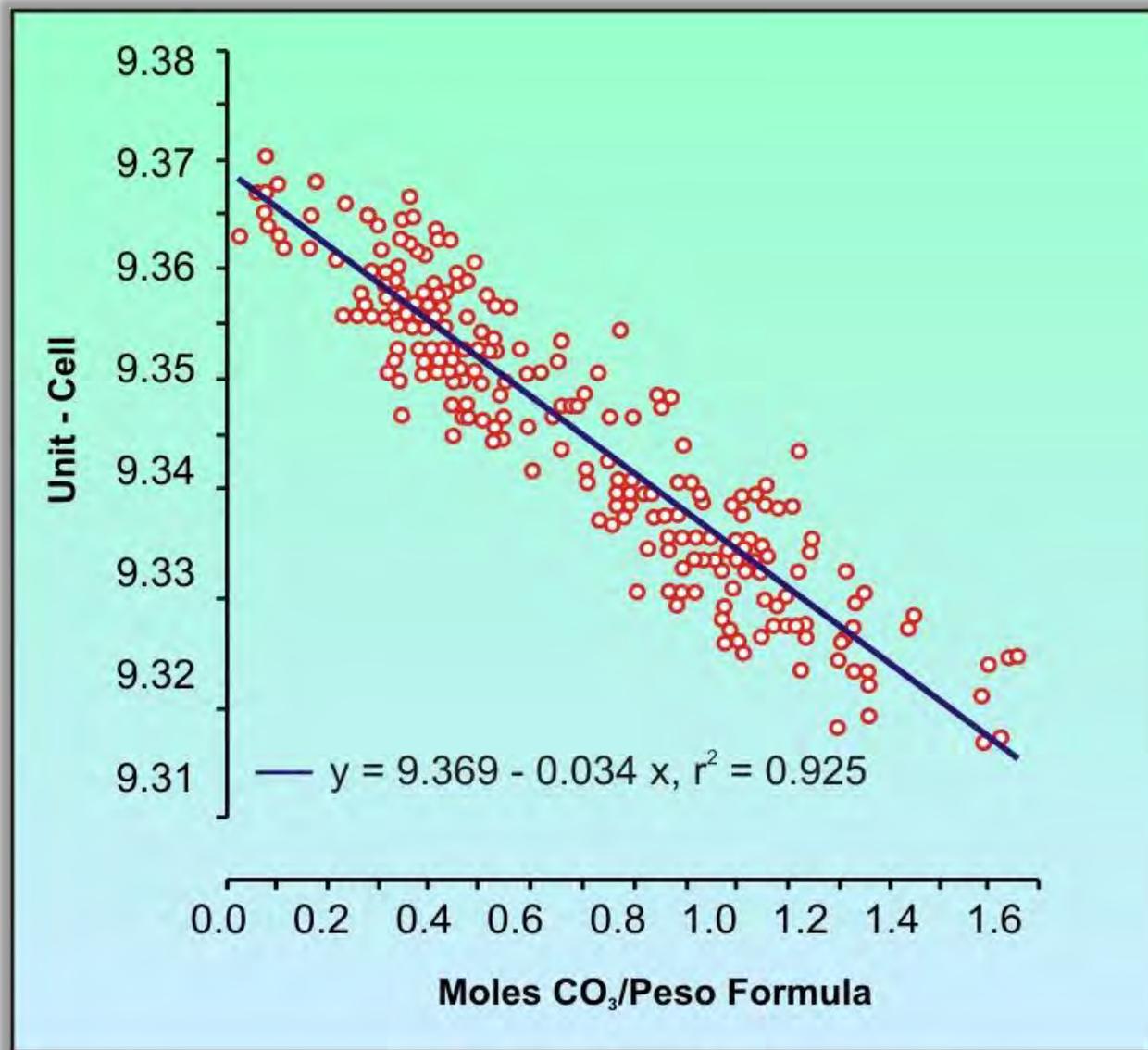
IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

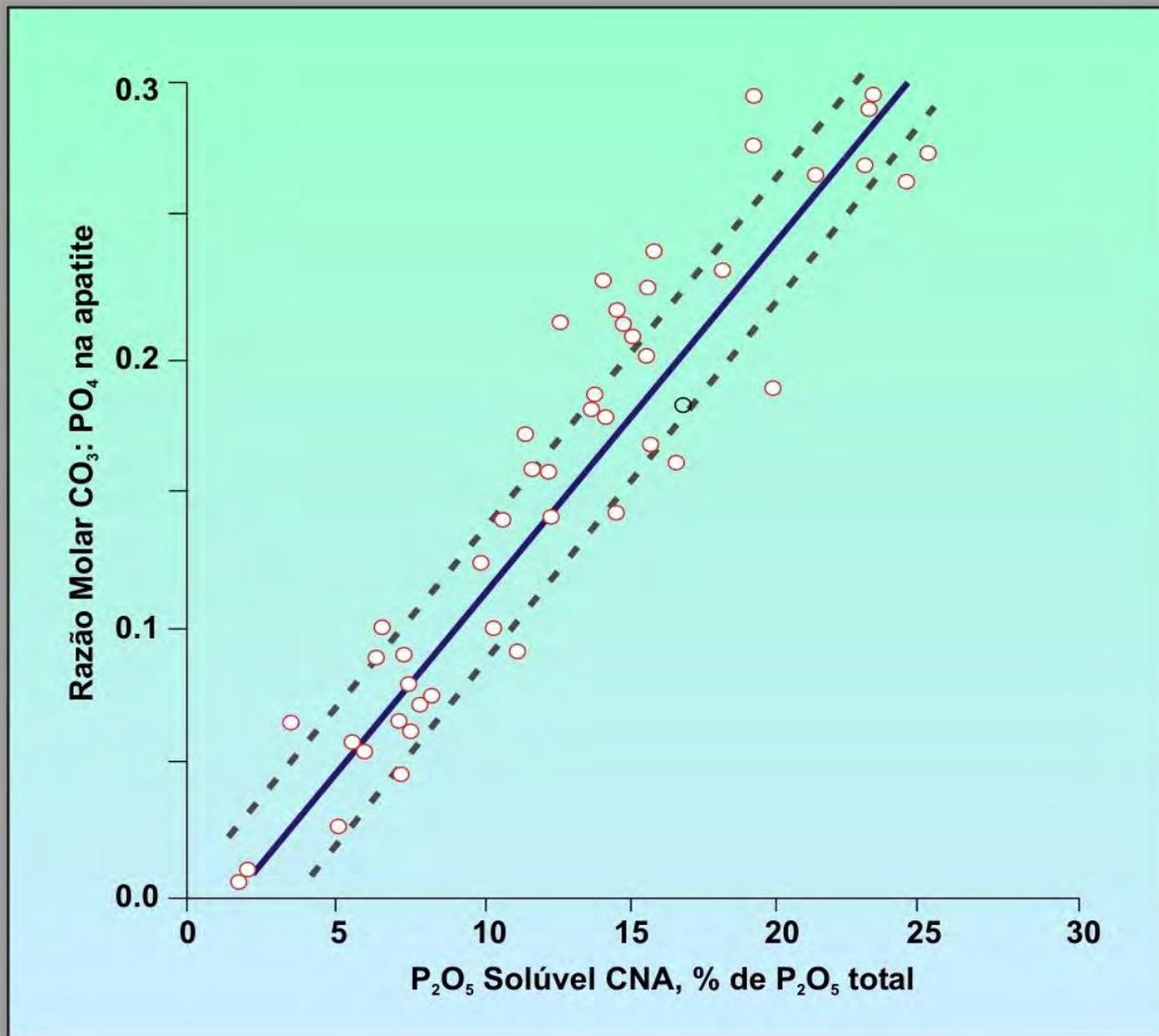
Dimensão “Unit-Cell a” e Fórmula Empírica de Apatitas

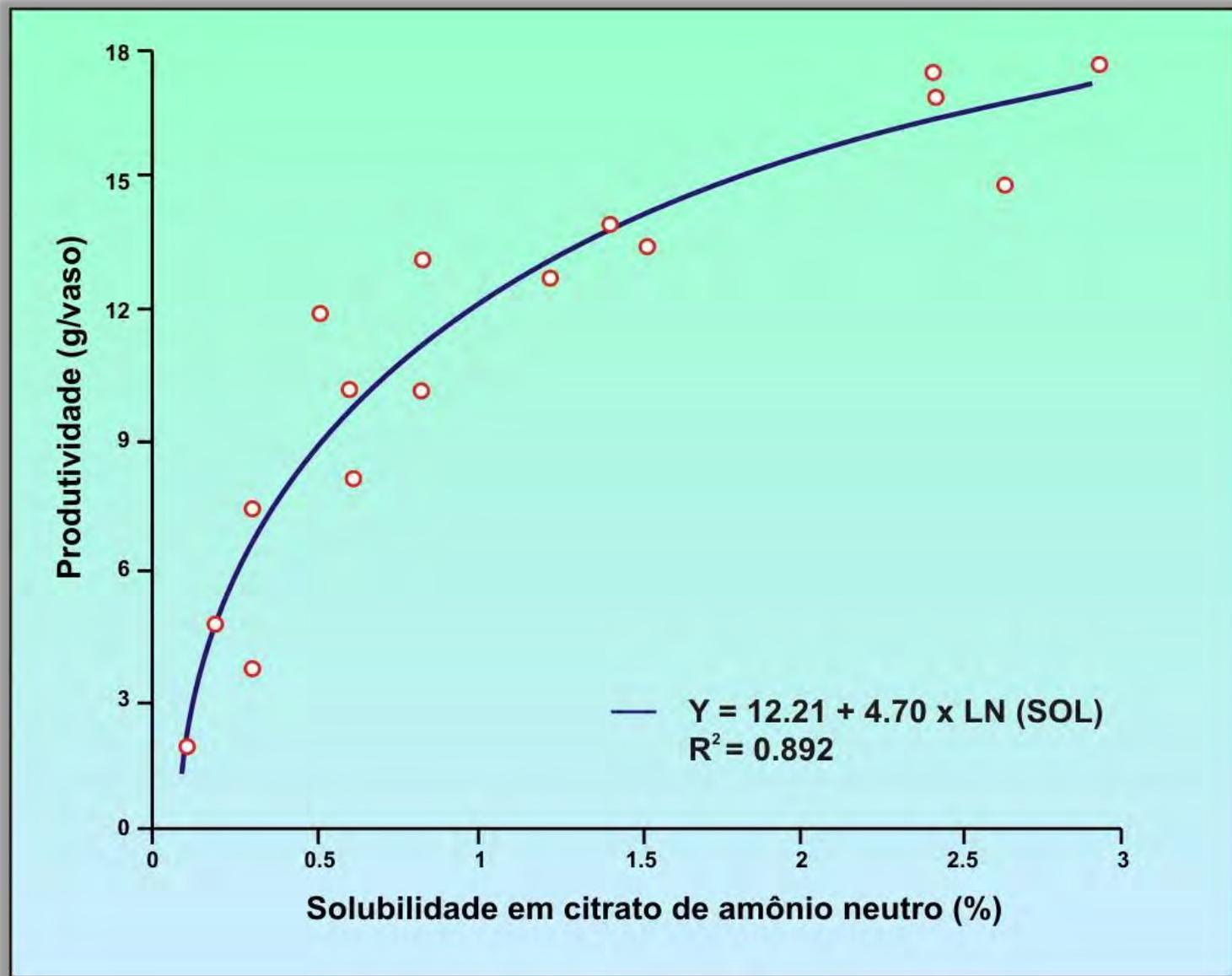
Fosfato de Rocha	Comprimento do eixo <u>a</u> (Å)	Formula da Apatite ^a
Kaiyang, China	9.372	$\text{Ca}_{9.98}\text{Na}_{0.01}\text{Mg}_{0.01}(\text{PO}_4)_{5.94}(\text{CO}_3)_{0.06}\text{F}_{2.02}$
Hahotoe, Togo	9.351	$\text{Ca}_{9.79}\text{Na}_{0.15}\text{Mg}_{0.06}(\text{PO}_4)_{5.39}(\text{CO}_3)_{0.61}\text{F}_{2.24}$
Pesca, Colombia	9.346	$\text{Ca}_{9.76}\text{Na}_{0.18}\text{Mg}_{0.07}(\text{PO}_4)_{5.28}(\text{CO}_3)_{0.72}\text{F}_{2.29}$
El-Hassa, Jordan	9.339	$\text{Ca}_{9.68}\text{Na}_{0.23}\text{Mg}_{0.09}(\text{PO}_4)_{5.12}(\text{CO}_3)_{0.88}\text{F}_{2.35}$
Gafsa, Tunisia	9.328	$\text{Ca}_{9.59}\text{Na}_{0.30}\text{Mg}_{0.12}(\text{PO}_4)_{4.90}(\text{CO}_3)_{1.10}\text{F}_{2.44}$
North Carolina, USA	9.322	$\text{Ca}_{9.53}\text{Na}_{0.34}\text{Mg}_{0.13}(\text{PO}_4)_{4.77}(\text{CO}_3)_{1.23}\text{F}_{2.49}$

a. Francolite formulae calculated from a-dimension data and statistical relationships established by Lehr and McClellan (1972).



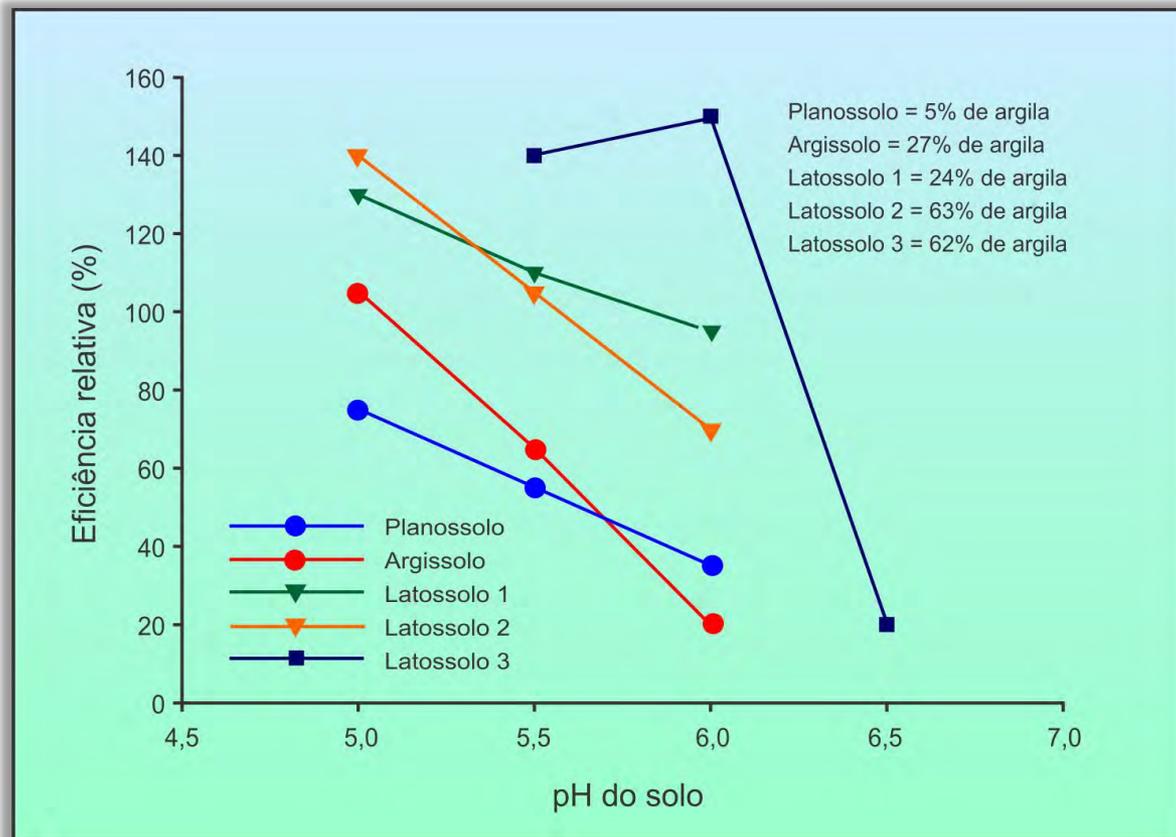








Eficiência relativa do fosfato natural de Gafsa em cinco solos do Rio Grande do Sul em função do pH



PRDSS

- ✓ **Conhecimento relativamente amplo mas havia necessidade de integração.**
- ✓ **Desenvolvido pelo IFDC em colaboração com a FAO/IAEA.**
- ✓ **Conjunto de dados mínimo:**
 - (1) Solubilidade do FR**
 - (2) pH do solo**
 - (3) Cultura**
- ✓ **Estimativa da eficiência agrônômica relativa (EAR) do FR em relação ao PSA.**
- ✓ **Estimativa EAR inicial e residual (aplicação única ou aplicação anual).**
- ✓ **Baseado em considerações agrônômicas e econômicas. PRDSS avalia se o use do FR é mais econômico que a fonte de PSA.**
- ✓ **Versão ainda necessita de aperfeiçoamento.**
- ✓ **Informação de domínio público através do site do IAEA:**
www.iswam.iaea.org/dapr/srv/en/home

Índice	Fórmula	Definições dos componentes da fórmula	Objetivo	Referência
$EAR (\%)$	$EAR(\%) = \left[\frac{YFR - Y_0}{YPSA - Y_0} \right] * 100$	YFR , Y_0 e $YPSA$ = produtividade com FR, testemunha sem P e PSA, respectivamente	cálculo da EAR para uma dose específica de P aplicado	
$EAR (\%)$	$EAR(\%) = (\beta_{FR} / \beta_{PSA}) * 100$	β_{FR} e β_{PSA} = coeficiente angular de equação de regressão para dados ajustados para o FR e PSA, respectivamente	cálculo da EAR para doses múltiplas de P aplicado com ajuste de modelos de regressão similares para as fontes de P[1]	Chien et al. (1990)
Y_{CNA2}	$Y_{CNA2} = 0,133 + 0,302X_{AF}, n = 50, R^2 = 0,92$ $Y_{CNA2} = 0,294 + 0,649X_{AC}, n = 70, R^2 = 0,92$	Y_{CNA2} = solubilidade do FR em CNA2 em % de P da rocha, X_{AF} e X_{AC} solubilidade do FR em AF e AC em % P da rocha	transformação da solubilidade da rocha em AF ou AC em solubilidade em CNA2	
Y_G	$Y_G = 0,320 + 1,210x_{UG}; R^2 = 0,91$	Y_G = solubilidade do FR finamente moído, em % de P da rocha; x_{UG} = solubilidade do FR na forma comercializada (farelada), em % de P da rocha	Estima a solubilidade em CNA2 do FR a partir do valor de solubilidade obtido com granulometria mais grosseira. Equação utilizada para FR com elevada reatividade	

[1] Modelos normalmente empregados em curvas de resposta a P são do tipo:

$$Y_i = \alpha + \beta \ln(x_i);$$

$$Y_i = \alpha + \beta (x_i)^{0,5};$$

em que,

Y_i = Produção obtida com FR ou PSA;

α = Produção obtida sem a aplicação de P ou intercepto do modelo ajustado;

β = Coeficiente de regressão para o FR ou PSA;

x_i = Doses de P aplicadas.

A. Formulas e fatores utilizados pelo PRDSS para calcular a EAR



Índice	Fórmula	Definições dos componentes da fórmula	Objetivo	Referência
pH _{H2O}	$Y_{H2O} = -0,783 + 1,69x - 0,064x^2$ R ² =0,96	Y _{H2O} = pH em água; x = pH em KCl	Converte os valores de pH obtidos com KCl para pH em água	Leon et al. (1986) Singh, (1985)
Y _{FMP}	$Y_{FMP} = \frac{90}{1,0 + \exp\left[\frac{(X_{CNA2} - 2,578)}{0,7217}\right]}$ R ² =0,92	Y _{FMP} = fixação mínima de P influenciando a redução na EAR do FR, em percentagem; x _{CNA2} = solubilidade do FR na segunda extração com CNA, em % na rocha.	Calcular a redução na EAR do FR em função da capacidade de fixação de P do solo e da solubilidade do FR na segunda extração com CNA	
Y _{DFP}	$Y_{DFP} = 0,2643 + 0,552x_{CNA2} + 0,0238x_{CNA2}^2 - 0,0219x_{CNA2}^3$; R ² = 0,89	Y _{DFP} = declividade da redução na EAR com a fixação de P, com base na solubilidade do FR; x _{CNA2} = solubilidade do FR na segunda extração com CNA, em % na rocha.	Estima a declividade relacionada a redução na EAR do FR em função da Capacidade de Fixação de P, para um dado valor de solubilidade em CNA ₂ .	Leon et al., (1986) Mokwunye e , 1992
Y _{CFPF}	$Y_{CFPF} = 0,390 + 0,0284x_{CFPFK}$; n = 21; R ² = 0,83	Y _{CFPF} = Capacidade de fixação de P, em percentagem, pelo método de Fassbender; x _{CFPFK} = Capacidade de Fixação de P, em mg kg ⁻¹ , obtido com o método de Fox e Kamprath	Relaciona os dois métodos de determinação da CFP e converte os valores obtidos com o método de Fox & Kamprath para o método de Fassbender, que é o utilizado no sistema.	Fassbender e Igue, 1967 Fox e Kamprath, 1970
Y _{FCOandisols}	$Y_{FCOandisols} = 0,98 + 0,05 \ln x$	Y _{FCOandisols} = fator de ajuste para a EAR do FR, para os Andisols; x = Carbono orgânico, em percentagem	Calcula o fator que relaciona a EAR do FR e o teor de C orgânico no solo	

B. Formulas e fatores utilizados pelo PRDSS para calcular a EAR



Índice	Fórmula	Definições dos componentes da fórmula	Objetivo	Referência
$Y_{EAI\%}$	$Y_{EAI\%} = AI\% \cdot (x_{FP} / x_{CO})$ $x_{FP} = 1,1 - 0,0001(z_{FP})^2$ $x_{CO} = 1,0 + 0,1 \cdot \ln(z_{CO})$ Condições utilizadas no modelo: $x_{FP} \leq 1$; $x_{CO} \geq 1$; $Y_{EAI\%} \leq 15\%$ Para $Y_{EAI\%} > 15\%$, utiliza-se equações baseadas na tolerância da espécie em cultivo à saturação por Al	$Y_{EAI\%}$ = Saturação por Al efetiva, em %; x_{FP} = Influência da fixação de P na saturação por Al efetiva (%) x_{CO} = Influência do Carbono Orgânico na Saturação por Al efetiva (%) z_{FP} = Capacidade de fixação de P do solo (%) z_{CO} = Teor de C orgânico do solo (%)	Cálculo da Saturação por Al denominada como efetiva, pois, as equações consideram a interação da saturação por Al com a CFP e com o C.O.	
Y_{AICL}	$Y_{AICL} = \alpha_{AIC} - [2,3x_{CNA2} \cdot z_{CL} \cdot (0,03 + 0,02985 \ln z_{CL})]$	Y_{AICL} = Modificação na EAR baseada no EALS e conteúdo de carbonato livre do FR (%) α_{AIC} = Alteração na EAR devido a EAI% (efeito de solo e de cultura) (%) z_{CL} = Carbonatos livres no FR (%) x_{CNA2} = solubilidade do FR na segunda extração com CNA, em % na rocha.	Considera o efeito dos Carbonatos livres (CL) do FR na neutralização de parte do Al tóxico.	

C. Formulas e fatores utilizados pelo PRDSS para calcular a EAR



Índice	Fórmula	Definições dos componentes da fórmula	Objetivo	Referência
Y_U	$Y_U = x_{PrT} / x_{PM}$ $x_{PrT} = 1,1 z_R$ $x_{PM} = 600 * x_{IU} * x_{DU} * x_{EAR}$ $x_{IU} = 0,46 + \exp(-0,032z_A)$ $x_{DU} = 2 * \exp(-0,0325z_{DU})$	Y_U = Efeito da umidade do solo na dissolução do FR (valor entre 0,0 e 1,0) x_{PrT} = Precipitação total no período entre a aplicação do FR e a colheita 1.1. = 10% de aumento de chuva para contabilizar pelo tempo da aplicação do P a semeadura x_{PM} = valor mínimo de precipitação obtido com a equação ou considerando o valor de 450 mm x_{IU} = Índice de umidade calculado com base no conteúdo de areia x_{DU} = Índice de umidade calculado com base na percentagem de dias úmidos durante o período de condução das culturas x_{EAR} = Estimativa preliminar de EAR z_R = Chuva (mm) na localidade específica durante a estação de crescimento (semeadura a colheita) z_A = Porcentagem de areia no solo z_{DU} = Percentagem de dias úmidos durante o ciclo da cultura calculado como o (número de dias úmidos)/(número de dias do ciclo da cultura)	Seqüência de equações utilizadas para estimar a dissolução do FR em função do regime pluviométrico da região durante o ciclo da cultura.	

D. Formulas e fatores utilizados pelo PRDSS para calcular a EAR



Resposta da Soja Itiquira, MT



CONTROLE

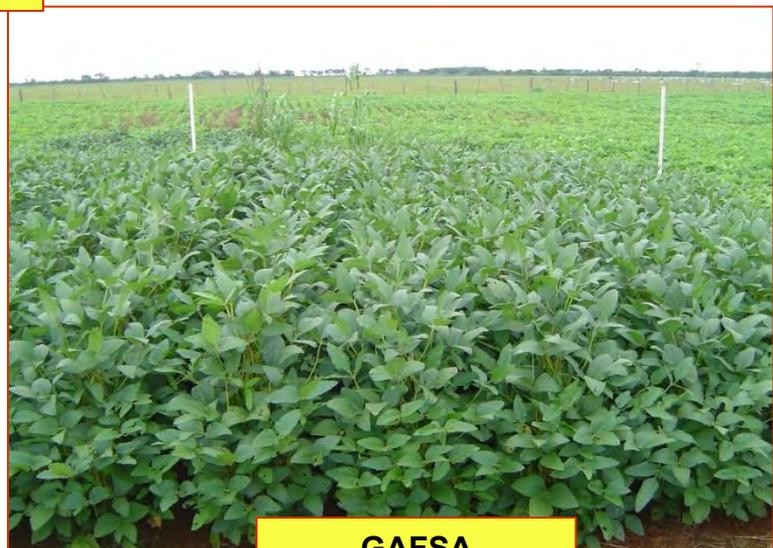
120 kg/ha of P_2O_5



SSP



ARAXA

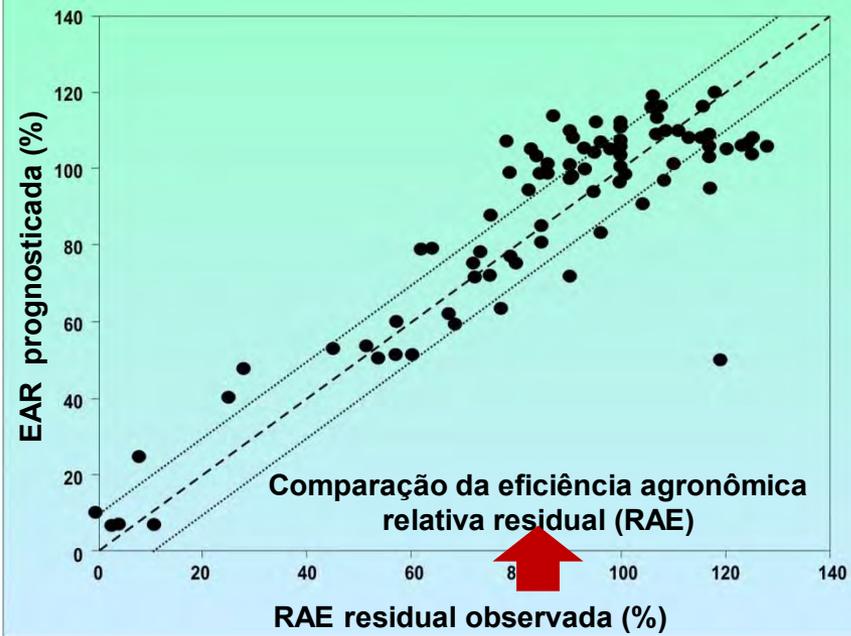
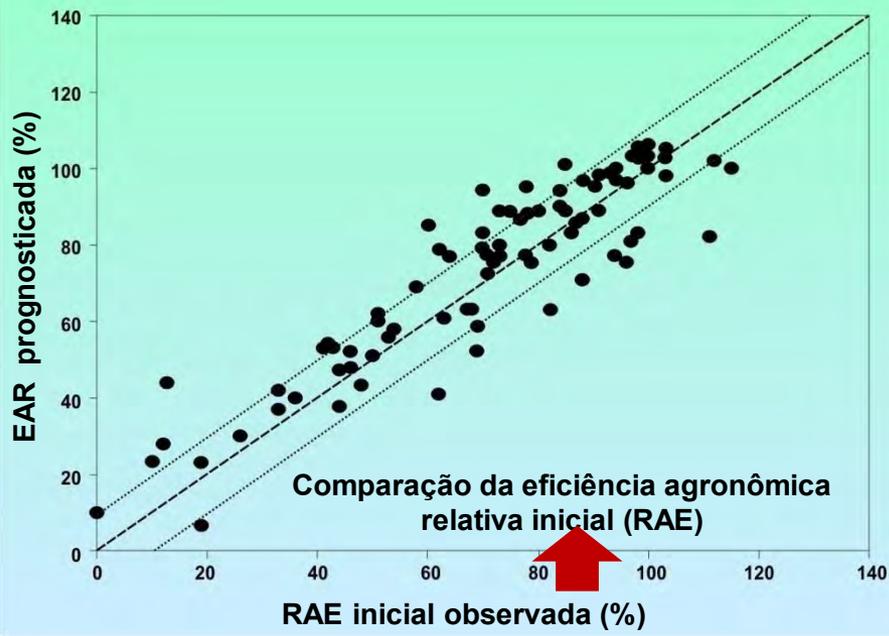


GAFSA



$$RAE_i = \frac{\beta_i}{\beta_{SSP}} \times 100$$

Fonte de P	RAE Soja	P-resina
	%	
SSP	100	100
Araxa PR	51	47
Gafsa PR	97	317



Comparação da eficiência agrônômica relativa observada e prevista para a aplicação inicial de FR e PSA. A variação ($\pm 10\%$) ao longo da linha central (linha tracejada) é identificada pelas linhas pontilhadas.

Fonte: U. Singh e S. H. Chien (2008), dados não publicados.

FOSFATO DE ROCHA PARA APLICAÇÃO DIRETA

Fatores mais importantes

1. Fonte FR
2. Propriedades do solo (pH e Ca trocável, se solo corrigido)
3. Cultura

SUGESTÃO

- ✓ Acessar e rodar o PRDSS
- ✓ IAEA Website = www.iswam.iaea.org/dapr/srv/en/resources.



QUAIS OS PRINCIPAIS FATORES QUE CONDUZEM AO USO EFICIENTE DO FÓSFORO ?



FATORES QUE INFLUENCIAM A EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DE FONTES DE P

✓ Propriedades de fertilizante.

- ✓ Cultura.
- ✓ Propriedades do solo.
- ✓ Fertilizante e manejo do solo.

✓ Natureza física:

- Estado físico (gasoso, líquido ou sólido).
- Granulometria.
- Consistência/Dureza.
- Fluidez.
- Densidade.
- Misturas com outras fontes de nutrientes.

✓ Natureza química:

- ➔ Forma química (compostos presentes).
- Concentração.
- Outros compostos presentes (desejáveis ou não)/Outros nutrientes.
- Reação no solo(s): nível de acidez ou basicidade.

✓ Natureza físico-química:

- Solubilidade.
- Higroscopicidade.
- Empedramento.
- Índice salino.



QUAL O PRINCIPAL FATOR PARA O USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES FOSFATADOS ?



Exemplos de novas técnicas disponibilizadas pela pesquisa – Integração Lavoura Pecuária



SISTEMA SANTA FÉ: milho com braquiária para pastejo ou cobertura



Com braquiária



Sem braquiária



Recuperação de P LA muito argiloso, 22 anos

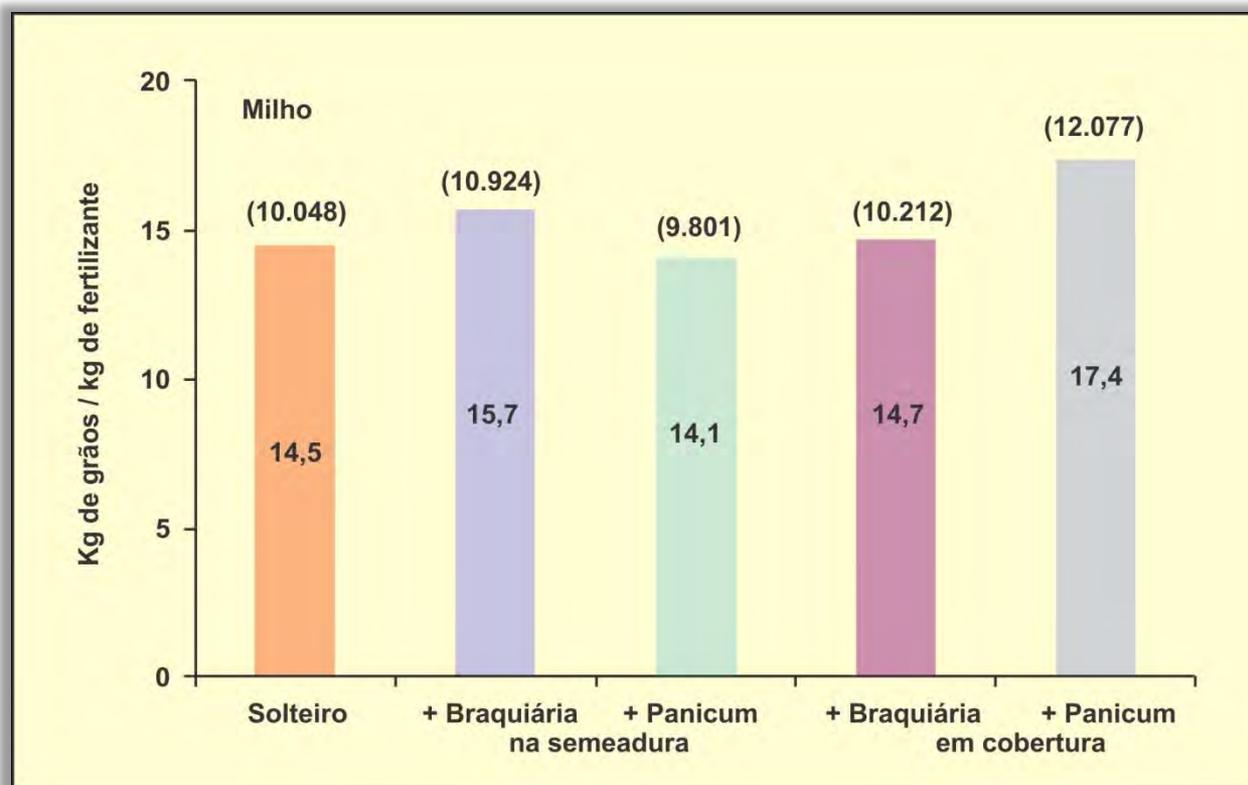
S.simples aplicado	Fósforo recuperado	
	anuais ¹	anuais e capim ²
kg/ha de P ₂ O ₅	----- % -----	
100	44	85
200	40	82
400	35	70
800	40	62

¹ A área foi cultivada por dez anos com soja, seguida de um plantio com milho e quatro ciclos da seqüência milho-soja, dois cultivos de milho e um de soja.

² A área foi cultivada por dois anos com soja, seguida de nove anos com braquiária mais dois anos com soja e dois ciclos da seqüência milho-soja, e cinco anos com braquiária.

Extraído de Djalma Martinhão.





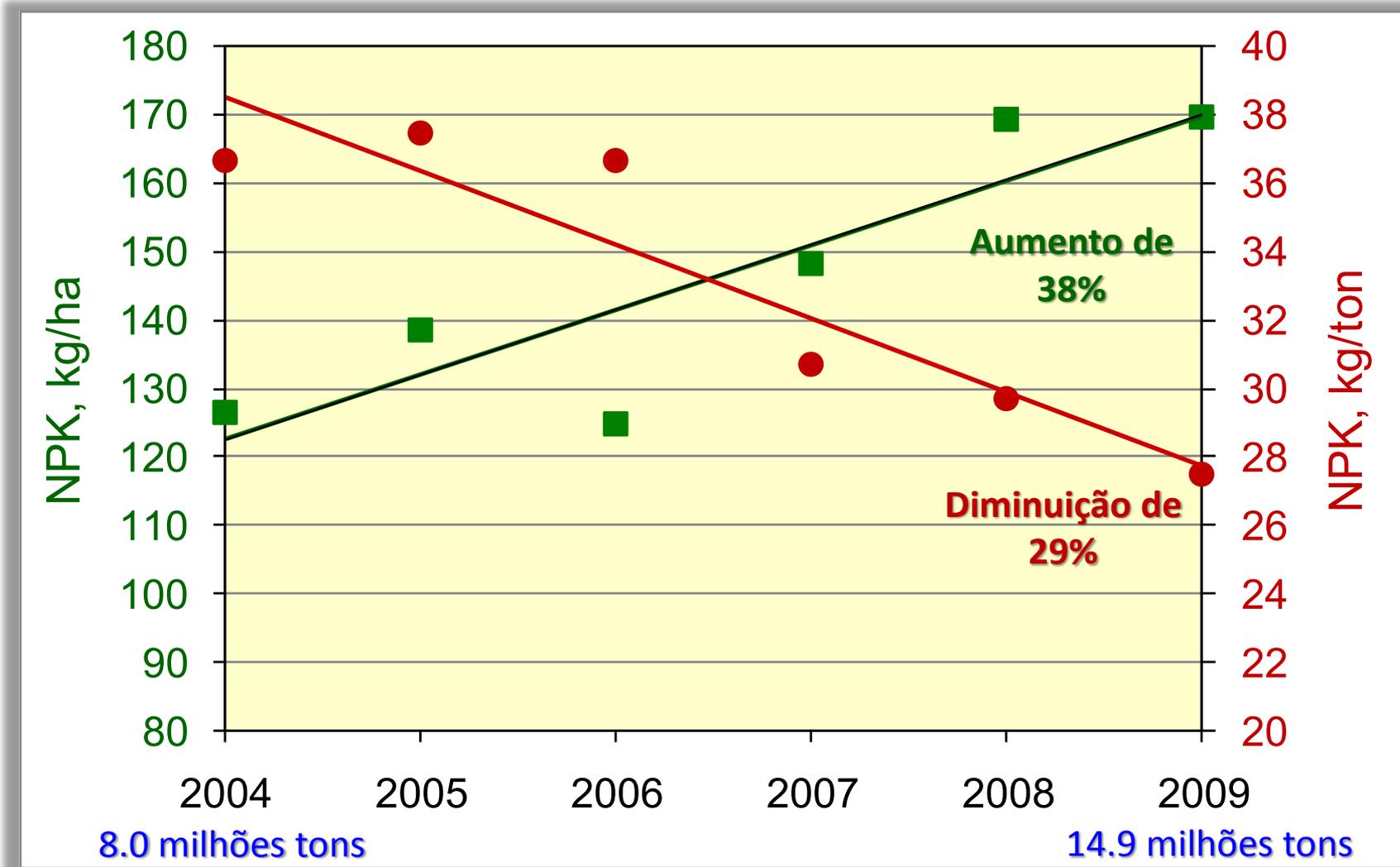
ATITUDES E AÇÕES IMPORTANTES RELACIONADAS A ATIVIDADE AGRÍCOLA

DIVERSIFICAÇÃO

“O caminho para o produtor moderno é investir na diversificação de culturas na propriedade. Com a volatilidade dos preços, a instabilidade climática e os problemas de pragas e doenças, o agricultor precisa verticalizar e diversificar sua produção para não ficar refém de um produto numa safra”

(João Sampaio Filho, Secretário da Agricultura SP)





Fonte: Dados fornecidos pela Fundação MT.



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE



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.**



COMENTÁRIOS FINAIS



TRÊS COMENTÁRIOS FINAIS:

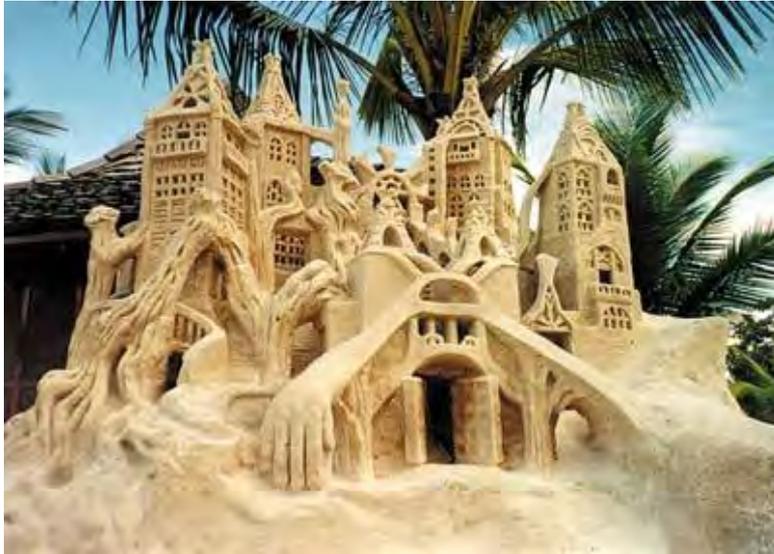
1. Técnico
2. Político
3. Consultores Agronômicos

SUGESTÕES PARA FÓSFORO

- ✓ **Avaliação/monitoramento constante da Fertilidade do Solo.**
- ✓ **Observação cuidadosa do mercado.**
- ✓ **Práticas específicas de manejo do fertilizante – P.**
- ✓ **Aplicação das BPUFs.**
- ✓ **Diversificação e sistemas de cultivo.**



Castelos de Areia



- ✓ Neurótico = Constroe castelos de areia
- ✓ Psicótico = Mora nos castelos de areia
- ✓ Psicopata = Vende castelos de areia

VALOR DO SERVIÇO: COMO AVALIAR?

- ✓ Um técnico é chamado por uma empresa para avaliar o problema em um computador extremamente valioso.
- ✓ Após estudo detalhado do caso o técnico desliga o computador, abre um compartimento específico e dá uma volta e meio em um parafuso.
- ✓ Religa então a máquina que passa a funcionar perfeitamente.
- ✓ O dono da empresa lhe dá os parabéns e pergunta quanto é o serviço.
- ✓ Fica furioso ao ter conhecimento que o valor cobrado é de R\$ 5.000. Diz que não vai pagar a menos que o técnico envie uma fatura especificando tudo o que foi feito.
- ✓ O técnico balança a cabeça e vai embora satisfeito.
- ✓ No outro dia a fatura é enviada e após leitura o dono da empresa – pessoa de bom senso - decide pagar de imediato OS R\$ 5.000.
- ✓ A fatura especificava:
 - Apertar um parafuso R\$ 10,00
 - **Saber qual parafuso apertar R\$ 4.990,00**





Luciano Pires
O Meu Everest

**POETA ESPANHOL
ANTONIO MACHADO**

**CAMINANTE, NO HAY CAMINO.
SE HACE LO CAMINO AL CAMINAR.**



**SUCESSO A TODOS,
SUCESSO À ATIVIDADE AGRÍCOLA,
E
MUITO GRATO PELA ATENÇÃO!**



Website:

<http://www.ipni.org.br>

Telefone/fax:

55 (19) 3433-3254

