

# FERTILIDADE DO SOLO E USO DE NUTRIENTES EM CAFEIEIRO, SOJA E PASTAGENS

DR. EROS FRANCISCO  
DIRETOR ADJUNTO, IPNI BRASIL



PALESTRA EM PARCERIA COM:

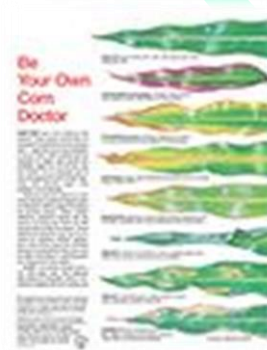


INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
RONDÔNIA  
Campus Ariquemes



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

# 1. IPNI





# Programa IPNI Brasil



**BALANÇO DE NUTRIENTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA**

Atual Professor de Ciência do Solo, Unesp, Campinas, Luiz Antonio Parente

**CONTENÚDOS**

- 1. O desafio de melhorar a eficiência do uso de nutrientes em sistemas agrícolas brasileiros
- 2. O desafio de melhorar a eficiência do uso de nutrientes em sistemas agrícolas brasileiros
- 3. O desafio de melhorar a eficiência do uso de nutrientes em sistemas agrícolas brasileiros
- 4. O desafio de melhorar a eficiência do uso de nutrientes em sistemas agrícolas brasileiros
- 5. O desafio de melhorar a eficiência do uso de nutrientes em sistemas agrícolas brasileiros
- 6. O desafio de melhorar a eficiência do uso de nutrientes em sistemas agrícolas brasileiros
- 7. O desafio de melhorar a eficiência do uso de nutrientes em sistemas agrícolas brasileiros
- 8. O desafio de melhorar a eficiência do uso de nutrientes em sistemas agrícolas brasileiros
- 9. O desafio de melhorar a eficiência do uso de nutrientes em sistemas agrícolas brasileiros
- 10. O desafio de melhorar a eficiência do uso de nutrientes em sistemas agrícolas brasileiros

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE - IPNI



# Publicações – Informações Agronômicas

JUNHO/2014 - Nº 146



SETEMBRO/2014- Nº 147



DEZEMBRO/2014- Nº 148



MARÇO/2015- Nº 149



<http://brasil.ipni.net>

# Ferramentas Agronômicas

## Recomendação de adubação e calagem

**IPNI**  
INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

Brasil

USERNAME:

SENHA:

[Entrar](#) [Registrar](#) [Esqueci minha senha](#)

**FertRec X**  
(Avaliação de Análises de Plantas, Solos e Recomendação de Adubação)

A Análise Foliar e a análise de Solo são extraordinárias ferramentas para a avaliação do estado nutricional das plantas e da fertilidade do solo que permitem identificar se as condições estão adequadas para o bom desenvolvimento da cultura e as necessidades para um adequado programa de adubação, principalmente associando-se os resultados das diagnósticas com outras informações como: adubações utilizadas, manejo da fertilidade, produtividade e outras observações no campo.

No Diagnóstico Nutricional disponível em nosso website, as análises foliares são interpretadas pela taxa de eficiência e pelo DRIS para as principais culturas: **Algodão, Café, Citrus, Maçã, Manga, Milho, Soja e Escalofia.**

As análises de solo são avaliadas e interpretadas graficamente com a apresentação do Fertigrama, no qual podem ser obtidas recomendações de adubação para as principais culturas com base nos principais sistemas de recomendação existentes no País como:

**IAC-SP, CPSE-MG, EMBRAPA, EMBRAPA-Cerrados, CQFS-RS/SC e Fundação MT.** É importante que o sistema escolhido utilize os mesmos métodos de análise das amostras a serem avaliadas, ou seja:

- **Fósforo:** em Passiva, para IAC-SP e alternativamente para EMBRAPA-Cerrados, ou por resina em lixívia no sistema CQFS-RS/SC.
- **pH:** embora não tenha influência na recomendação, o sistema CQFS-RS/SC e o CPSE-MG

**DRIS** **FERTIGRAMAS**

Método de DRIS **Método de FERTIGRAMAS**

Descrição de **Descrição de**

<http://brasil.ipni.net>

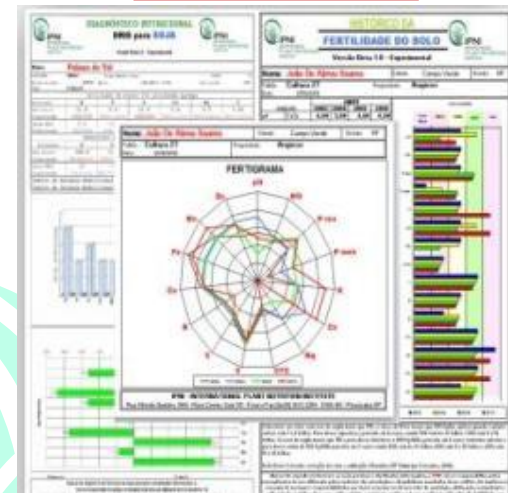
## Balanco de nutrientes nas culturas

**IPNI**  
BALANÇO DE NUTRIENTES NAS CULTURAS

Etapa 01 (Exportação) Etapa 02 (Adubação) Etapa 03 (Balanco)

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

## DRIS



## 2. NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS



85 a 90% de água



# Composição Química Vegetal

Elemento	Símbolo	Concentração média	Descrição	Absorção via
Carbono	C	450 (g/kg)	Macronutrientes	Ar
Oxigênio	O	450 (g/kg)		Ar
Hidrogênio	H	60 (g/kg)		Água
Nitrogênio	N	15 (g/kg)		
Potássio	K	10 (g/kg)		
Cálcio	Ca	5 (g/kg)		
Fósforo	P	2 (g/kg)		
Magnésio	Mg	2 (g/kg)		
Enxofre	S	1 (g/kg)		
Cloro	Cl	100 (mg/kg)	Micronutrientes	Solo
Manganês	Mn	50 (mg/kg)		
Boro	B	20 (mg/kg)		
Zinco	Zn	20 (mg/kg)		
Ferro	Fe	10 (mg/kg)		
Cobre	Cu	6 (mg/kg)		
Níquel	Ni	3 (mg/kg)		
Molibdênio	Mo	0,1 (mg/kg)		

Fonte: Malavolta (1980) e Marschner (1995), citados por Dechen e Nachtigall (2006)





# Critérios de Essencialidade

---

➤ **Critério 1**

*Um elemento é essencial se sua deficiência impede que a planta complete o seu ciclo de vida (germinar, crescer, florescer e produzir sementes)*

➤ **Critério 2**

*Para que um elemento seja essencial, ele não pode ser substituído por outro com propriedades similares (Ex: Na e K)*

➤ **Critério 3**

*O elemento deve participar diretamente do metabolismo da planta*

**Alguns elementos são benéficos, mas não essenciais:  
Na, Se, Si e Co**

***Elementos essenciais = nutrientes***

# Funções na planta

Nutriente	Símbolo	Forma de absorção	Funções
Carbono	C	$\text{CO}_2$ , $\text{HCO}_3^-$	Constituição de compostos orgânicos (Ex. Açúcares)
Oxigênio	O	$\text{O}_2$	Constituição de compostos orgânicos e fotossíntese
Hidrogênio	H	$\text{H}_2\text{O}$	Constituição de compostos orgânicos e fotossíntese
Nitrogênio	N	$\text{NO}_3^-$ , $\text{NH}_4^-$ , $\text{N}_2$	Constituição de compostos protéicos (proteínas, aminoácidos, amins, amidas, aminoaçúcares, purinas, pirimidinas, alcalóides)
Potássio	K	$\text{K}^+$	Abertura e fechamento de estômatos, síntese de proteínas, relações osmóticas, síntese de carboidratos
Cálcio	Ca	$\text{Ca}^{2+}$	Ativação enzimática, constituinte da parede celular e permeabilidade (pectatos de cálcio)
Fósforo	P		Armazenamento e transferência de energia (ATP)
Magnésio	Mg	$\text{Mg}^{2+}$	Ativação enzimática, estabilidade de ribossomos e fotossíntese (clorofila)
Enxofre	S	$\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_2$	Constituição de enzimas e coenzimas (cisteína, cistina, metionina, taurina)

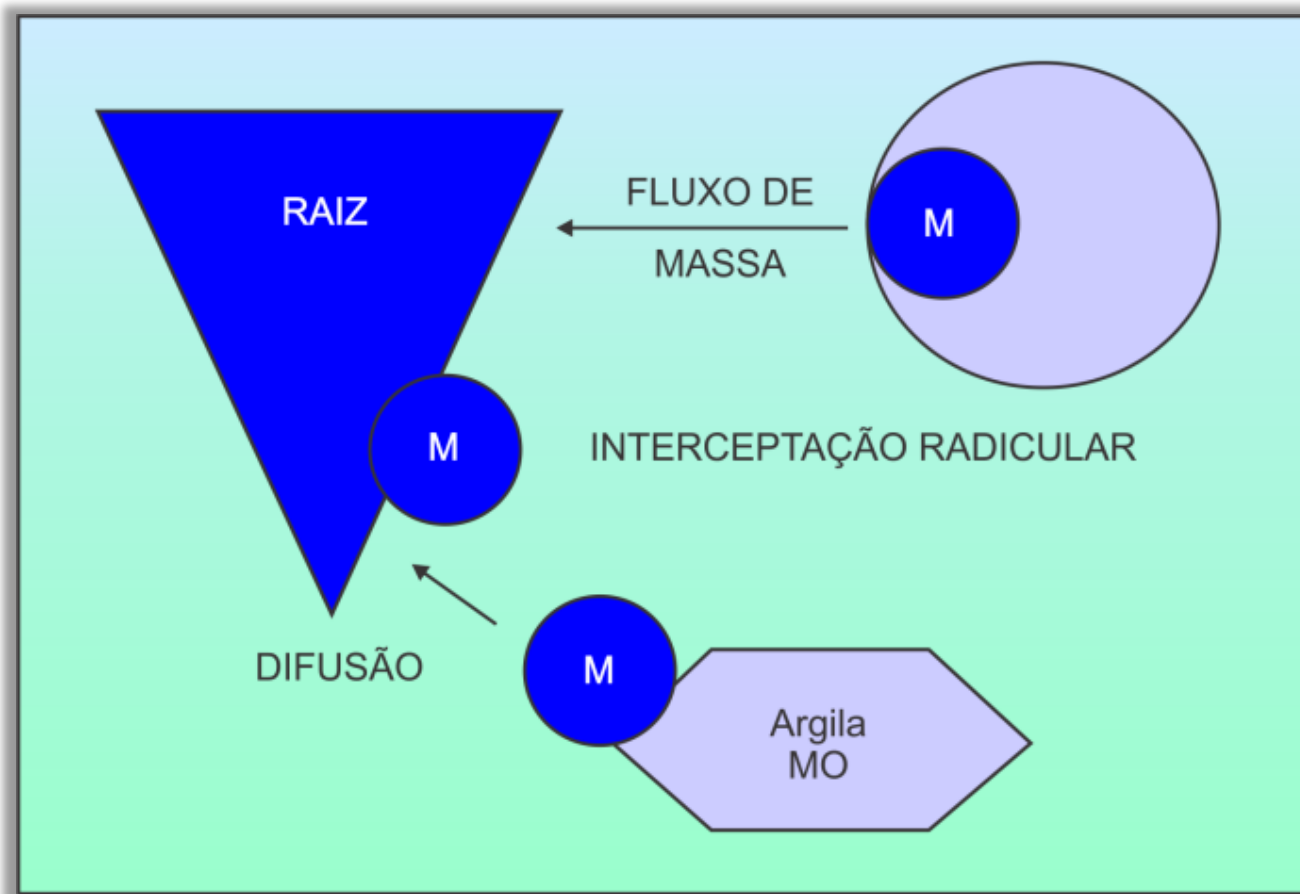
Fonte: Malavolta (1980)

# Funções na planta

Nutriente	Símbolo	Forma de absorção	Funções
Cloro	Cl	Cl <sup>-</sup>	Síntese de compostos na fotossíntese
Manganês	Mn	Mn <sup>2+</sup>	Metabolismo de ácidos orgânicos (manganina) e fotossíntese
Boro	B	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Transporte de carboidratos e coordenação de fenóis
Zinco	Zn	Zn <sup>2+</sup>	Metabolismo enzimático (anidrase carbônica e aldolase)
Ferro	Fe	Fe <sup>3+</sup>	Metabolismo enzimático e transporte de elétrons (ferredoxina, reductase de nitrato, nitrogenase)
Cobre	Cu	Cu <sup>2+</sup>	Metabolismo enzimático e fotossíntese
Níquel	Ni	Ni <sup>2+</sup>	Metabolismo do N, atividade de usease foliar e metabolismo do Fe
Molibdênio	Mo	MoO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Metabolismo de fixação do N <sub>2</sub> e redução do NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (reductase de nitrato e nitrogenase)

Fonte: Malavolta (1980)

# Mecanismos de contato íon-raiz



Fonte: Malavolta (1976).

## Relação entre o processo de contato e 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 <sup>1</sup>	15	5	80	Próximo das raízes
Ferro <sup>1</sup>	40	10	50	Próximo das raízes
Manganês <sup>1</sup>	15	5	80	Próximo das raízes
Zinco <sup>1</sup>	20	20	60	Próximo das raízes
Molibdênio <sup>2</sup>	5	95	0	Em cobertura (parte)

(1) Complementação com aplicação foliar.

(2) Aplicação via semente e/ou foliar.

# Mobilidade dos nutrientes nas plantas

Mobilidade	Nutrientes
Altamente móveis	N, K e Na
Móveis	P, Cl, S e Mg
Parcialmente móveis	Zn, Cr, Mg, Fe e Mo
Imóveis	Ca e B



**Folhas novas ou parte superior do dossel:**  
*Ca, S e Micros*

**Folhas velhas ou parte inferior do dossel:**  
*N, P, K e Mg*

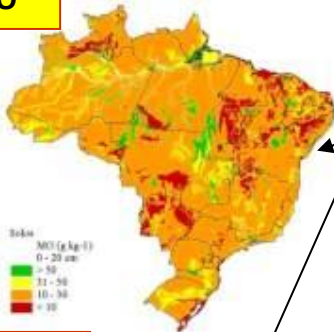


### 3. FERTILIDADE DO SOLO

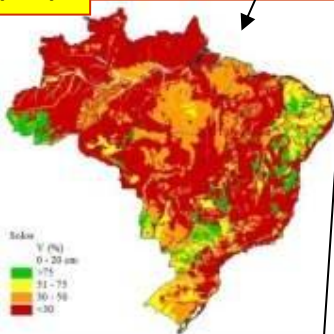


# Classes de Restrição em Relação à Fertilidade

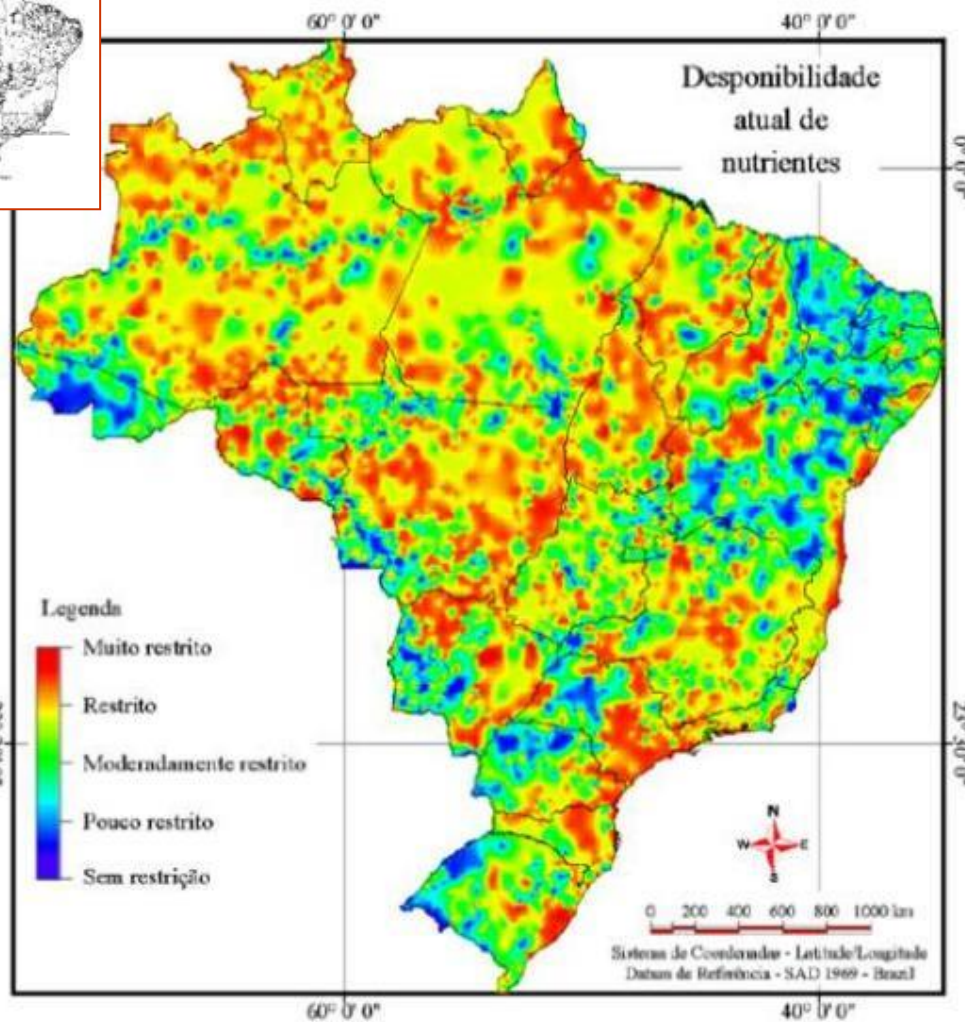
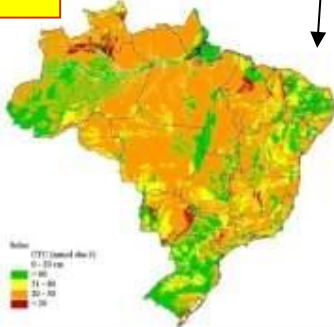
MO



SB (V%)



CTC



Fonte: Sparovek et al.



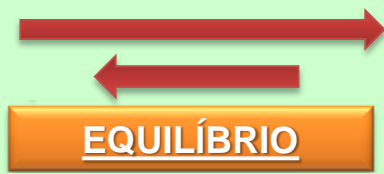
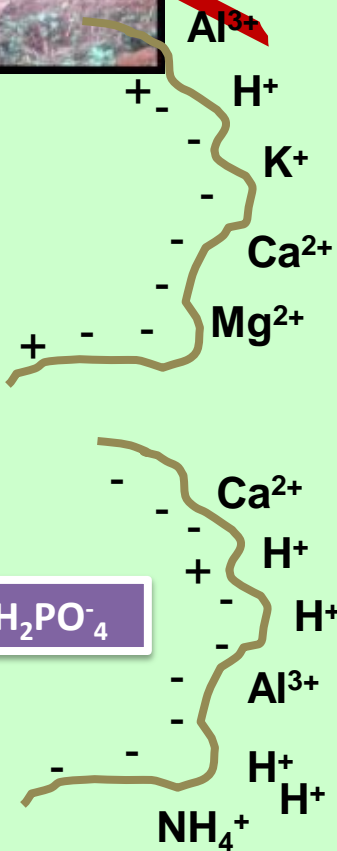
# ASPECTOS BÁSICOS DE QUÍMICA DO SOLO:

Fase Sólida

Fase Solução



Formação de P – Ca, Fe e/ou Al



$Cl^-$     $Fe^{3+}$     $H^+$     $SO_4^{2-}$   
 $Al^{3+}$     $K^+$     $H^+$   
 $H^+$     $Ca^{2+}$

**CONSEQÜÊNCIAS:**

⇓ [ P ] na solução

Transporte até superfície da raiz por difusão

⇓ Disponibilidade de P às plantas

<b>SOLO</b>	<b>FASE SÓLIDA</b>
De forma simples	ORGÂNICA INORGÂNICA
	<b>POROS</b>
	AR ÁGUA
	<b>ORGANISMOS</b>
	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**

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

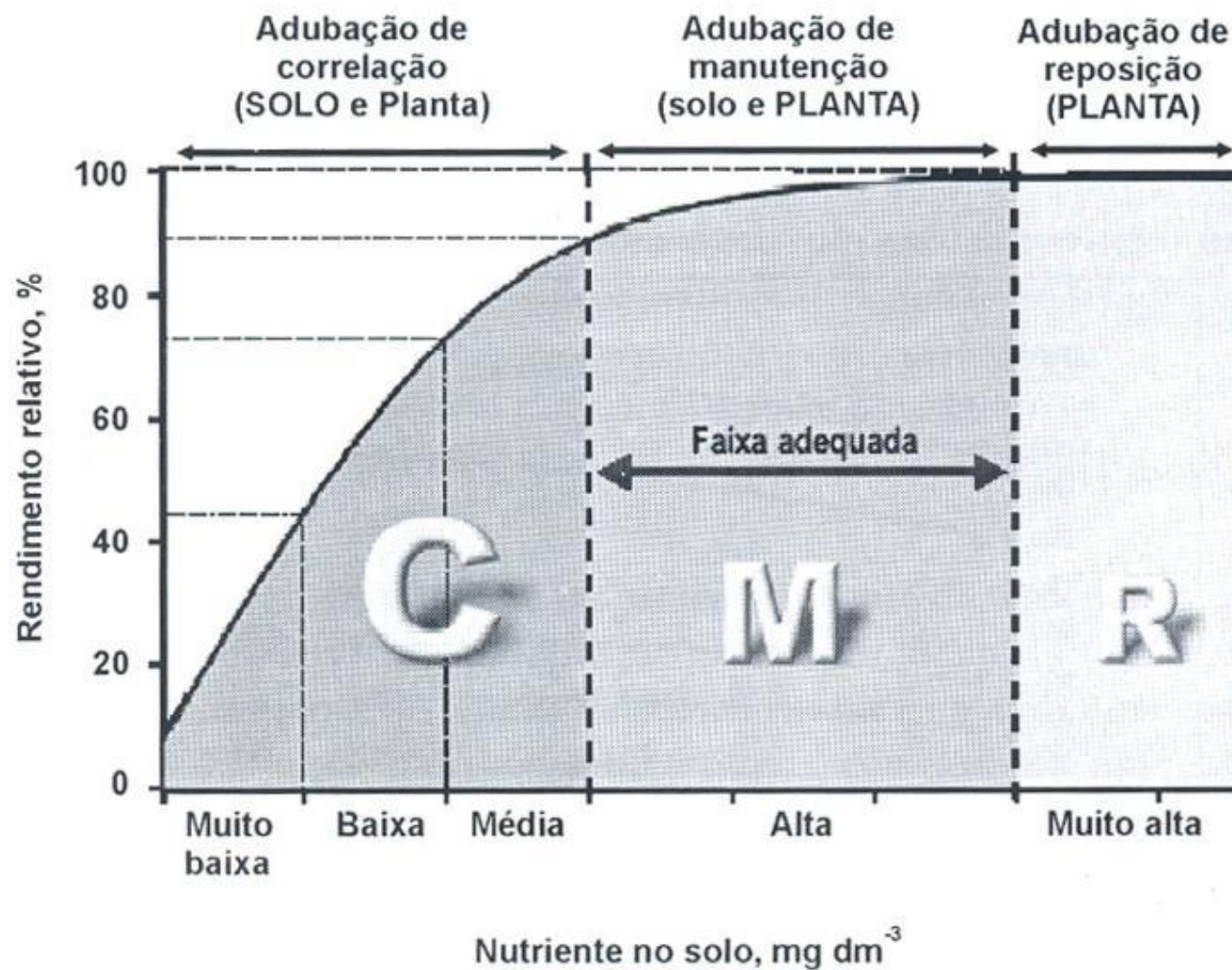
$$SB = K + Ca + Mg (+Na)$$

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

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



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



# Avaliação da Fertilidade do Solo

---



Diagnose visual



Diagnose foliar

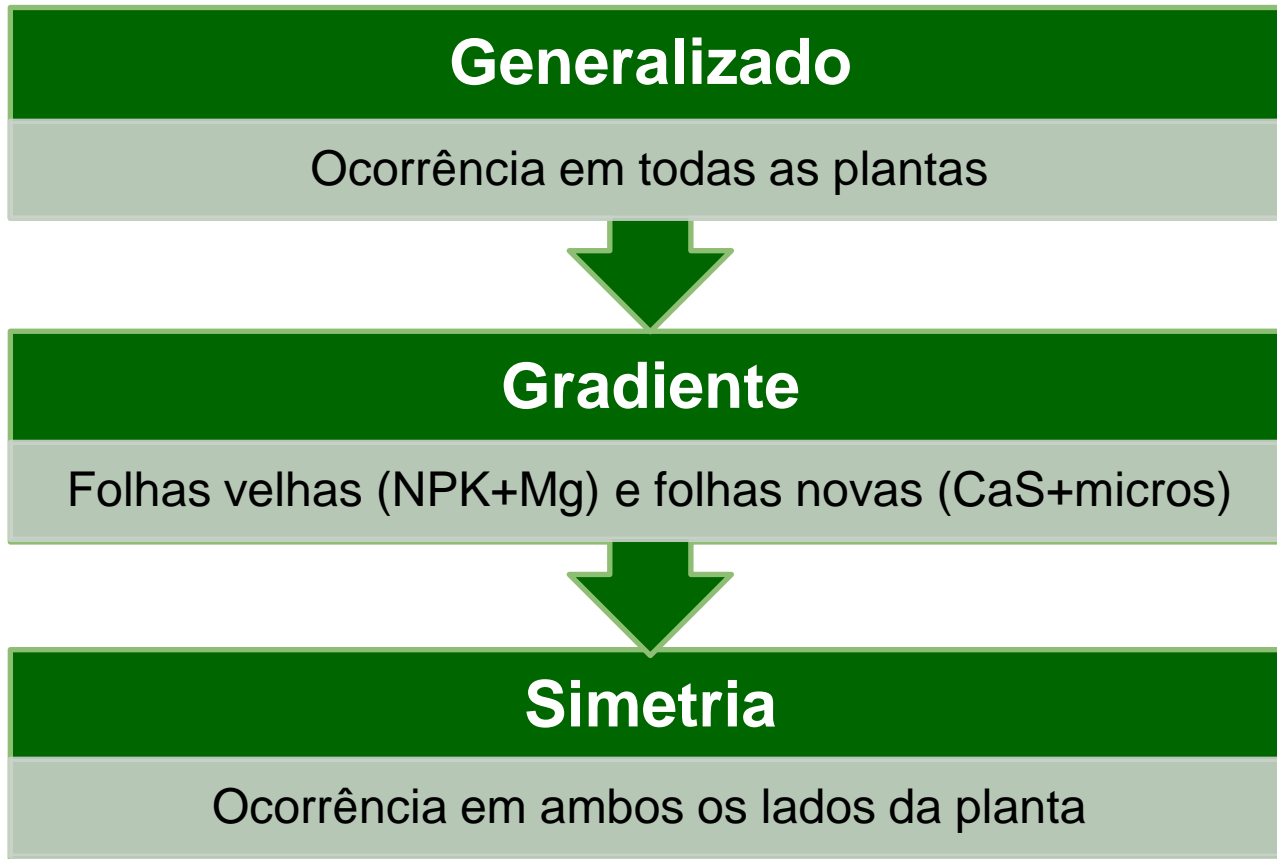


Análise de solo

# Diagnose Visual

---

Sequência de eventos que definem sintomas de deficiência ou de toxidez de nutrientes



## Diagnose Visual: *alguns exemplos*

### Nitrogênio

Perda da cor verde-escuro, passando a verde-pálido com um leve amarelado e, dias mais tarde, todas as folhas tornam-se amarelas. O sintoma aparece primeiro nas folhas inferiores mas espalha-se rapidamente pelas folhas superiores



# Diagnose Visual: *alguns exemplos*

## Fósforo

Caracteriza-se nas folhas maduras por uma cor verde-escuro, mas os sintomas principais são o crescimento lento, com plantas raquíticas, de folhas pequenas e muitas vezes verde-escuro azuladas



## Diagnose Visual: *alguns exemplos*

### Potássio

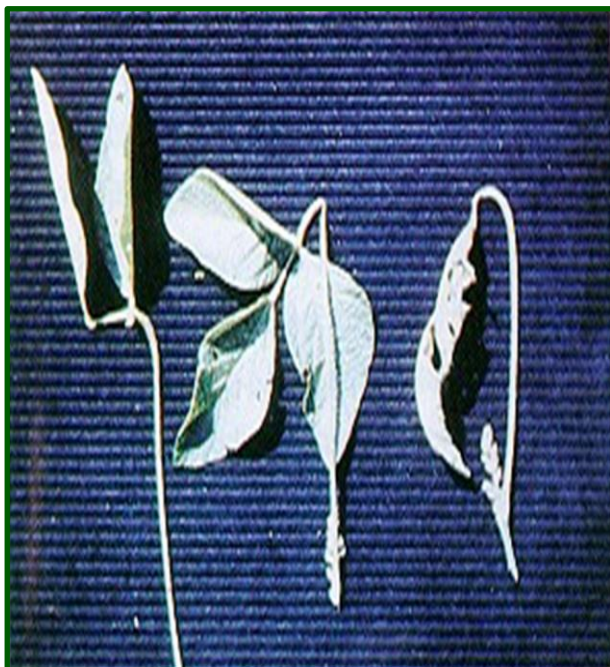
O aparecimento dos sintomas visuais começa com um mosqueado amarelado nas bordas das folhas da parte inferior da planta. Estas áreas cloróticas avançam para o centro, dando-se então o início da necrose das áreas mais amareladas nas bordas das folhas



## Diagnose Visual: *alguns exemplos*

### Cálcio

A deficiência de cálcio é caracterizada pela redução de crescimento do tecido meristemático no caule, na folha e na ponta da raiz. As folhas primárias tornam-se moles e flexíveis e caem da planta



Calcium Deficiency





## Diagnose Visual: *alguns exemplos*

---

### Magnésio

A deficiência de magnésio causa inicialmente uma cor verde-pálido nas bordas, passando após para uma clorose marginal nas folhas mais velhas, e com o decorrer do tempo a clorose avança para dentro, entre as nervuras



# Diagnose Visual: *alguns exemplos*

---

## Enxofre

Os sintomas de deficiência de enxofre são muito similares aos da deficiência de nitrogênio. Ocorre uma clorose geral das folhas novas, incluindo as nervuras, que de verde-pálido passam a amarelo



## Diagnose Visual: *alguns exemplos*

---

### Zinco

Os folíolos com deficiência de zinco ficam menores, com áreas cloróticas entre as nervuras, sendo estes sintomas mais severos nas folhas basais. Os tecidos cloróticos tendem a ficar de cor marrom ou cinza e morrem prematuramente



## Diagnose Visual: *alguns exemplos*

---

### Manganês

A deficiência de Mn também provoca clorose entre as nervuras das folhas. Exceto as nervuras, as folhas tornam-se verde-pálido e passam para amarelo-pálido



## Diagnose Visual: *alguns exemplos*

---

### Boro

A deficiência de boro aparece inicialmente causando um anormal e lento desenvolvimento dos pontos de crescimento apical. As folhas novas são deformados, enrugados, com freqüência ficam mais grossos e com cor verde-azulado escuro



## Diagnose Visual: *alguns exemplos*

### Cobre

A deficiência de cobre geralmente causa necrose nas pontas das folhas novas. Essa necrose prossegue pelos bordos resultando em folhas com aparência de perda de turgidez e de água, parecendo que secaram



Copper Deficiency



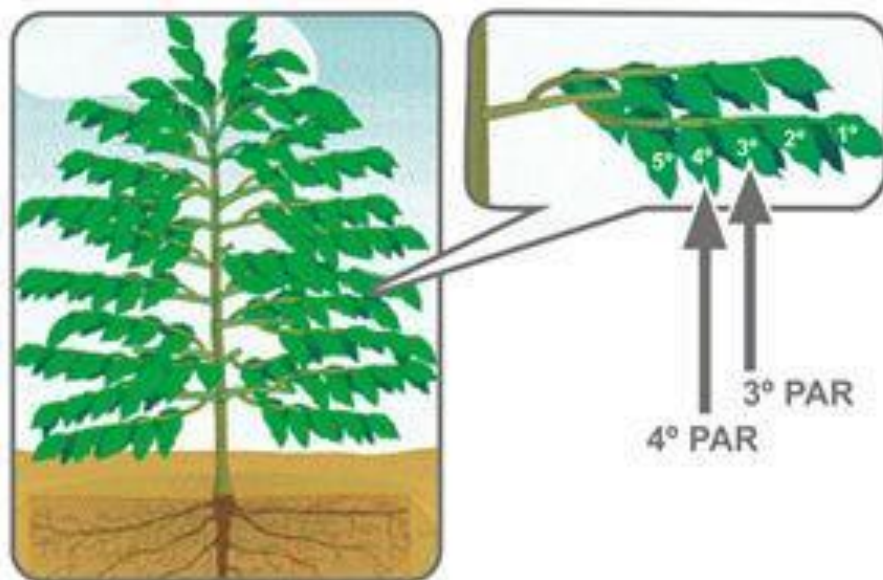
## Diagnose Foliar: *cafeeiro*

**Nível crítico foliar e faixa de suficiência nutricional para cafeeiros clonais (*Coffea canephora*) cultivados em Rondônia, na fase fenológica do "grão chumbinho".**

Fonte: Dias et al. (2014), citando dados não publicados – II RCSAO

Nutrientes	Nível Crítico	Faixa de Suficiência
N (g/kg)	24	24 – 25
P (g/kg)	1,1	1,1 – 1,3
K (g/kg)	15	15 – 16
Ca (g/kg)	9	9 – 10
Mg (g/kg)	1,9	1,9 – 2,3
S (g/kg)**	2,4	2,0 – 2,5
B (mg/kg)	38	38 – 41
Cu (mg/kg)	15	15 – 16
Fe (mg/kg)	52	52 – 58
Mn (mg/kg)	51	51 – 65
Zn (mg/kg)	4,9	4,9 – 5,3

\*\* Bragança et al. (2007)



**Folha diagnose:** 3º ou 4º par de folhas expandidas a partir do ápice dos ramos produtivos. Retirar um par de folhas em cada um dos quatro pontos cardeais e sempre na alguma mediana da copa.

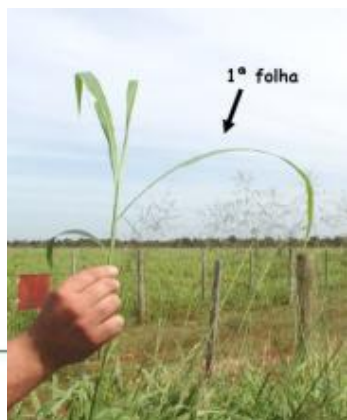


## Diagnose Foliar: *pastagens*

**Faixa de teores de NPK adequados e adaptação às condições de fertilidade do solo de algumas gramíneas forrageiras.**

Fonte: Werner et al. (1997) – Boletim Técnico 100, IAC.

Forrageira	Concentração foliar (g/kg)			Grau de exigência
	N	P	K	
Colonião	15-25	1,0-3,0	15-30	Muito exigente
Tifton	20-26	1,5-3,0	15-30	Muito exigente
B. brizantha	13-20	0,8-3,0	12-30	Exigente
B. decumbens	12-20	0,8-3,0	12-25	Pouco exigente



Folha diagnose: 1ª e/ou 2ª folha totalmente expandida do ápice para a base, sem a lígula, só a lâmina





# Diagnose Foliar: soja

## Teores de nutrientes utilizados na interpretação dos resultados das análises de folhas de soja para o MS e MT (Estádio R2, com pecíolo)

Fonte: Embrapa (2013) – Sistemas de Produção 2014

Nutrientes	Baixo	Suficiente	Alto
N (g/kg)	<37	37 – 47	>47
P (g/kg)	<2,3	2,3 – 3,4	>3,4
K (g/kg)	<17	17 – 26	>26
Ca (g/kg)	<6,8	6,8 – 11,8	>11,8
Mg (g/kg)	<2,9	2,9 – 4,7	>4,7
S (g/kg)**	<2,1	2,0 – 3,0	>3,0
B (mg/kg)	<33	33 – 50	>50
Cu (mg/kg)	<6	6 – 11	>11
Fe (mg/kg)	<59	59 – 120	>120
Mn (mg/kg)	<28	28 – 75	>75
Zn (mg/kg)	<31	31 - 58	>58



**Folha diagnose:** 3º trifólio totalmente expandido, a partir do ápice, no ramo vegetativo da planta, coletado no estágio de plena floração (R2).

# Análise de Solo

## Amostragem de solo:

1. Levantamento do histórico de cada campo: produtividade, topografia, textura, vegetação anterior, coloração de solo, aplicações operacionais prévias, análise de solo e foliar anterior;
2. Planejamento da amostragem de solo: época do ano, número de amostras (20 sub/amostra), pessoal treinado, equipamento utilizado (pode variar c/ textura, compactação e umidade do solo), cuidado permanente com contaminação;
3. Definição da profundidade amostrada: tabelas de interpretação e recomendação ajustadas para 0-20 cm, contudo a amostragem pode variar em função do histórico de manejo. Há várias recomendações.
4. Manuseio da amostra: evitar reutilizar embalagens; não armazenar ao sol, secar ao ar antes de enviar ao laboratório, cuidado especial na identificação;
5. Escolha do laboratório: procurar os laboratórios com controle de qualidade, atenção a metodologia utilizada (P, acidez potencial)
6. Interpretação das análises: deve haver relação com o histórico do campo e tomar cuidado com interpretações matemáticas.



# Interpretação da análise de solo

Teor de argila	Teor de P no solo – Mehlich 1				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado	Alto
%			mg/dm <sup>3</sup>		
<15	0-6	6,1-12	12,1-18	18,1-25	>25
16-35	0-5	5,1-10	10,1-15	15,1-20	>20
36-60	0-3	3,1-5	5,1-8	8,1-12	>12
>60	0-2	2,1-3	3,1-4	4,1-6	>6

Fonte: Sousa e Lobato (2004)



Teor de K no solo (mg/kg)			
Baixo	Médio	Adequado	Alto
$CTC_p < 4 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$			
<15	16-30	31-40	>40
$CTC_p > 7 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$			
<25	26-50	51-80	>80

Fonte: Sousa e Lobato (2004)

## Fertilidade Atual: exemplos de Rolim de Moura/RO

pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	m	
água	CaCl <sub>2</sub>	mg/dm <sup>3</sup>			cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>			%				
<i>Amostra 1 (332 g/kg de argila)</i>												
5,6	4,7	17	2,5	161	0,8	0,7	0,1	2,8	1,9	4,7	41	4,0
<i>Amostra 2 (272 g/kg de argila)</i>												
5,6	4,8	23	29,0	174	5,2	1,0	0	2,8	6,6	9,3	70	0
<i>Amostra 3 (235 g/kg de argila)</i>												
5,7	4,7	16	3,9	100	3,5	1,4	0,1	2,6	5,1	7,6	66	2,0
<i>Micronutrientes (mg/dm<sup>3</sup>)</i>												
B: 0,15 - 0,20		Cu: 1,1 - 2,3		Mn: 50		Zn: 1,5		Fe: 250 - 400				

Fonte: Dr. Anderson Bergamin (2015)

## Fertilidade Atual: exemplos de Ji-Parana/RO

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	m
água	CaCl <sub>2</sub>	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>			cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>				%		
<i>Amostra 1 (212 g/kg de argila)</i>												
	3,9	3,6	15	1,3	31	0,3	0,1	1,3	4,2	0,5	6,0	8 72
<i>Amostra 2 ( g/kg de argila)</i>												
	6,5	6,0	21	5,5	82	3,0	0,8	0	4,2	4,0	8,2	49 0
<i>Amostra 3 (223 g/kg de argila)</i>												
	6,9	6,3	30	11,6	113	3,9	1,2	0	3,5	5,4	8,9	61 0
<i>Micronutrientes (mg/dm<sup>3</sup>)</i>												
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Dr. Fernando Sampaio (2015)



## Fertilidade Atual: exemplos de Ariquemes/RO

	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	m
água	CaCl <sub>2</sub>	g/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>			cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>					%	

### Amostra 1 – Cupuaçu

-	3,9	21	2	19,5	0,7	0,1	0,7	7,2	9,0	8,1	11	45
---	-----	----	---	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

### Amostra 2 – Pastagem

-	5,1	25	19	39	2,5	1,3	0,1	3,4	3,9	7,3	53	3
---	-----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	---

### Amostra 3 – Café

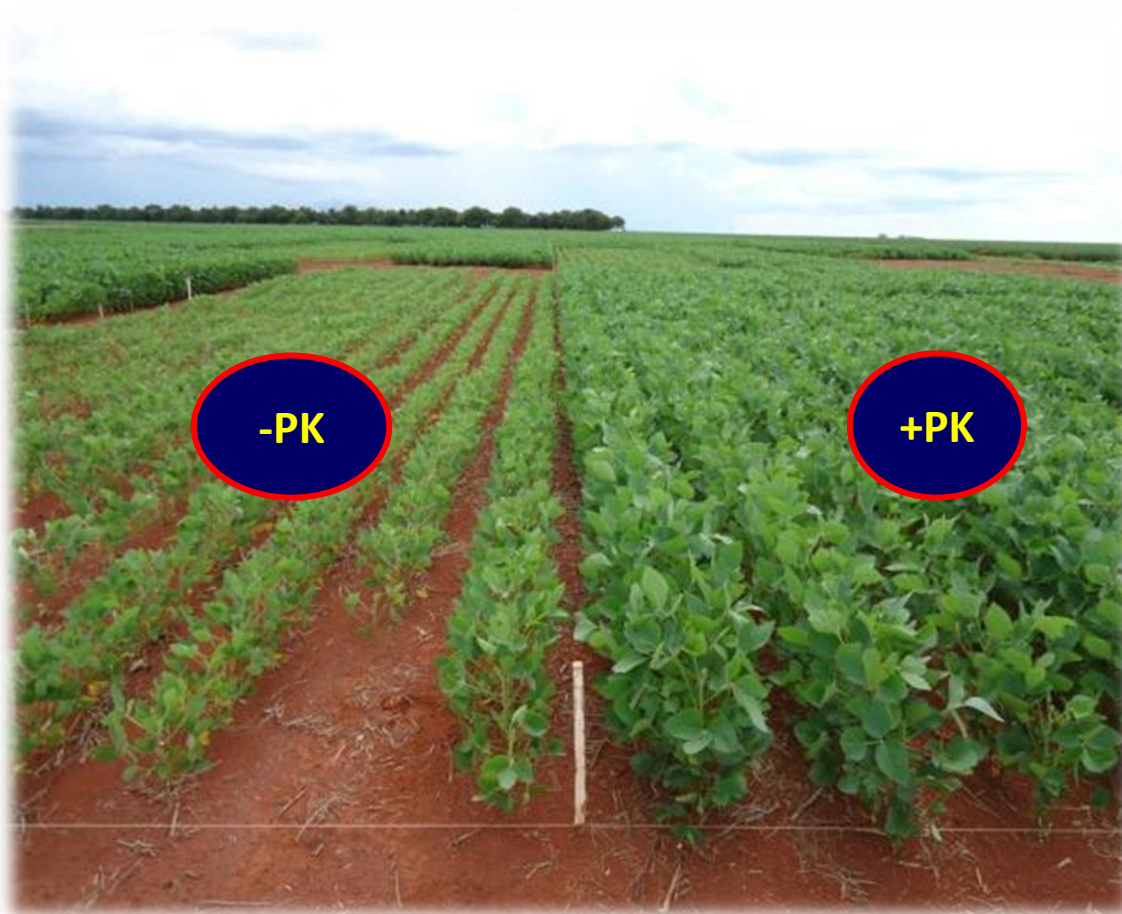
-	5,1	23	2	39	2,3	1,0	0	3,1	3,4	6,5	52	0
---	-----	----	---	----	-----	-----	---	-----	-----	-----	----	---

### Micronutrientes (mg/dm<sup>3</sup>)

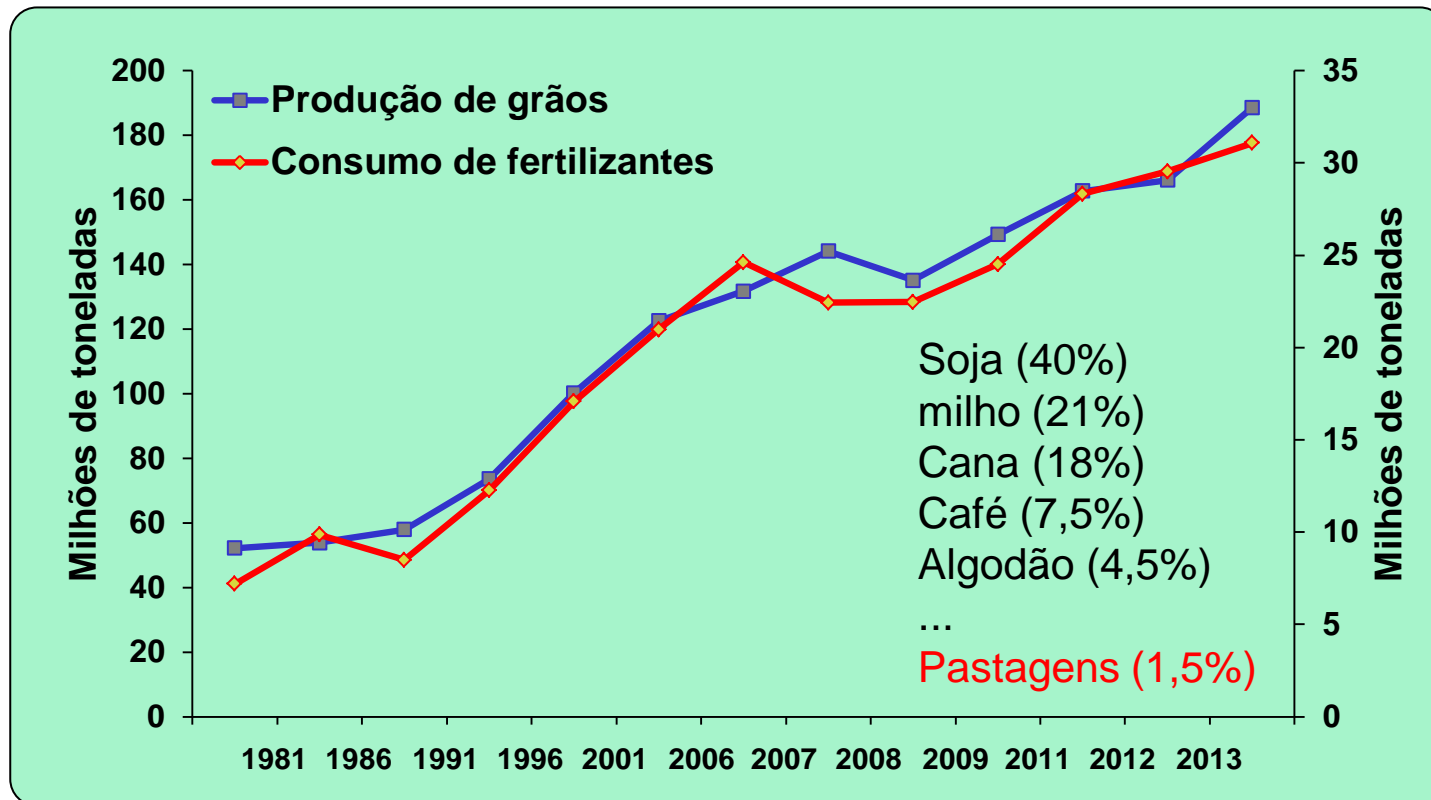
B: 0,3 – 0,4	Cu: 0,2 – 0,3	Mn: 1,0	Zn: 1,3	Fe: 75 - 95
--------------	---------------	---------	---------	-------------

Fonte: Dra. Lenita Conus (2015)

## 4. USO DE NUTRIENTES



# Produção agrícola e consumo de fertilizantes



Fontes: ANDA e CONAB (2014),

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



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

Balanço de Nutrientes	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> 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
<b>Desfrute médio obtido com o uso de fertilizantes (I/II x 100)</b>	<b>65%</b>	<b>53%</b>	<b>82%</b>
Fator de consumo (II/I)	1,5	1,9	1,2

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



## Balanço de nutrientes na agricultura brasileira (2009-2012): *por cultura*

Cultura	Desfrute médio (%)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> 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



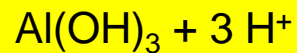
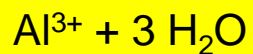
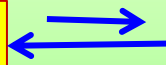
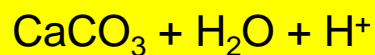
## Balanco de nutrientes na agricultura brasileira (2009-2012): *por região*

Região/Estado	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	(% )		
Sul	66	62	95
Sudeste	64	44	71
Centro-oeste	60	56	82
Nordeste	68	40	71
Norte	135	58	107
RO	216	74	172
<b>Brasil</b>	<b>65</b>	<b>53</b>	<b>82</b>

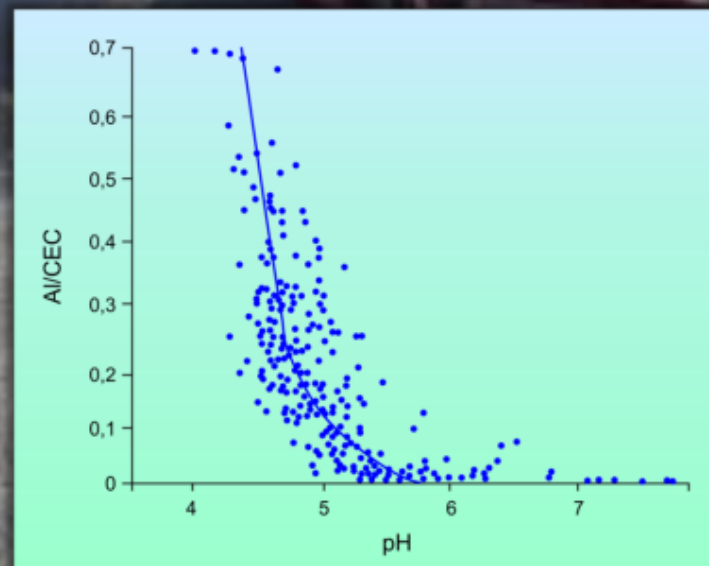
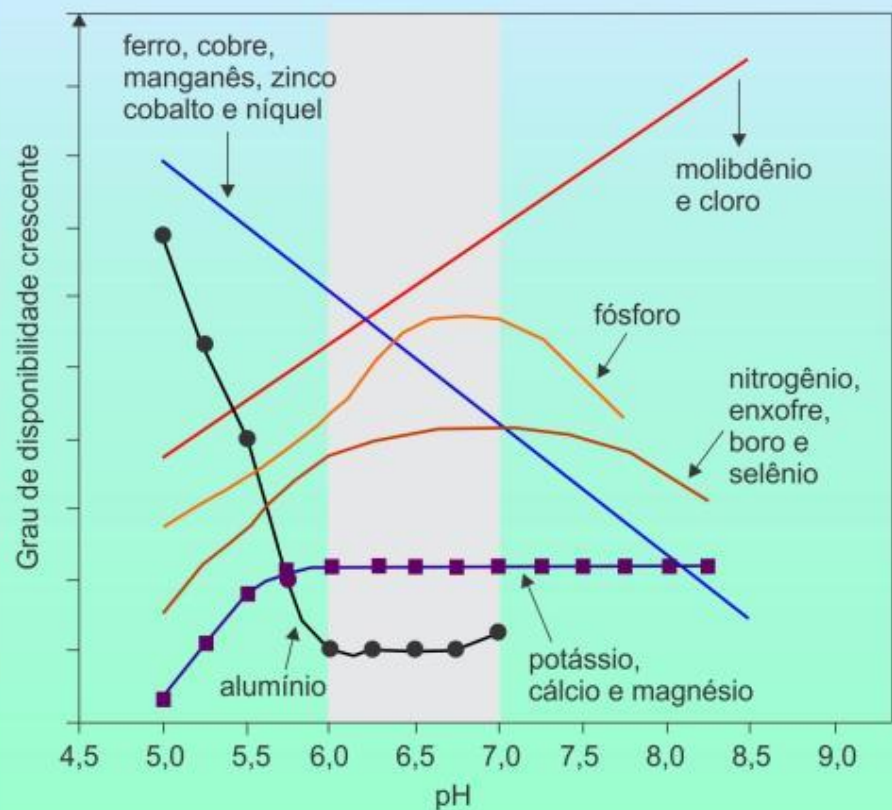
Fonte: Cunha et al. – Informações Agronômicas, março/2014



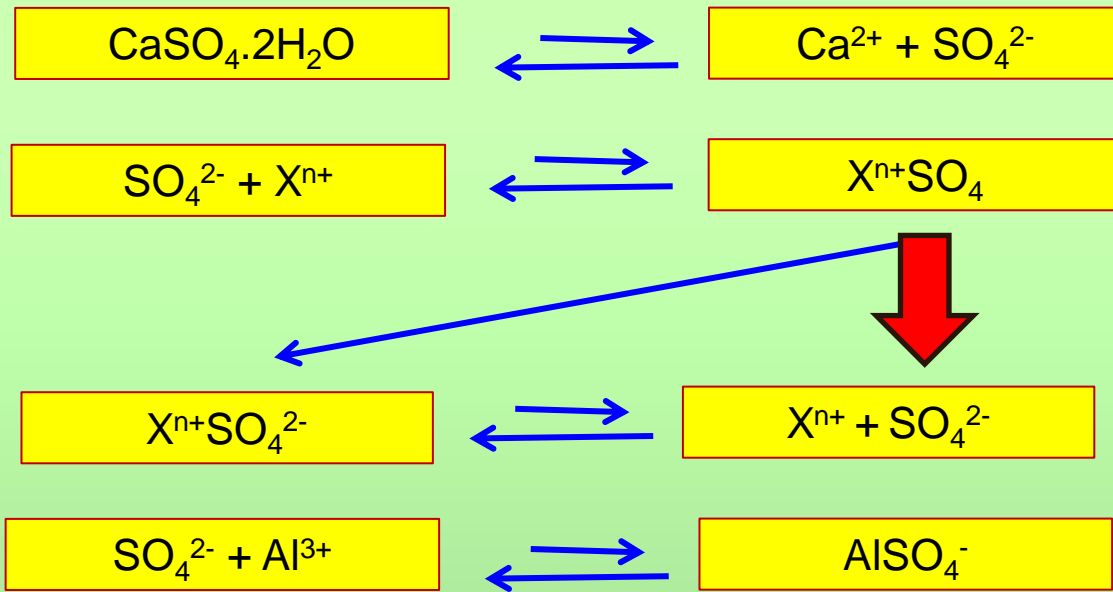
# Reações Envolvidas na Calagem do Solo



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



# Reações Envolvidas na Gessagem do Solo



- (1) Aumento de Ca em superfície
- (2) Lixiviação de  $\text{SO}_4^{2-}$  e cátions acompanhantes
- (3) Diminuição da atividade do  $\text{Al}^{3+}$
- (4) Cuidados são necessários
- (5) Gesso é mais solúvel que calcário
- (6) Gesso tem base fraca que leva a formação de ácido forte, não sendo portanto corretivo da acidez



## Critério para uso de gesso:

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

# Calagem do Solo: critérios de recomendação

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

➤ **Cenário 1: argila >15%, Ca+Mg <2 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> e CTC >4 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>**

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

➤ **Cenário 2: argila > 15%, Ca+Mg > 2 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> e CTC > 4 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>**

✓ 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).



## 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
<b>A</b>	<b>80</b>	<b>89.5</b>	<b>89.5</b>	<b>80.1</b>	<b>9.4</b>
<b>B</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>20.0</b>
<b>C</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>80</b>	<b>0.0</b>



## Calagem do Solo: recomendações

---

### Pastagens (Monteiro, 2010)

Grupo I (muito exigentes): 50 a 60% de V; Ex. *Panicum e Tifton*

Grupo II (exigentes): 40 a 50% de V; Ex. *B. brizantha*

Grupo III (pouco exigentes): 30 a 40% V; Ex. *B. decumbens*

### Cafeeiro

Sudeste: 60 a 70% de V (Favarin et al., 2010)

Rondônia: 50% de V (Embrapa, 2009)

### Soja

Cerrado: 50% de V (Embrapa, 2013)





## 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 não publicados

## Uso de nutrientes: *cafeiro*

---

**Quantidade de nutrientes necessária para o cafeeiro vegetar e produzir uma saca de 60 kg de café beneficiado.**

Fonte: Adaptado de Matiello et al. (2010), citado por Dias et al.(2014)

<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>B</b>
		kg/saca						g/saca		
6,2	0,6	5,9	3,0	1,9	0,3	110	10	10	8,8	6,5

# Uso de nutrientes: *cafeiro*

## 1. Adubação de Plantio:

**Tabela 9.** Quantidades de fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), boro (B) e zinco (Zn) recomendadas na implantação da cultura do café, em função dos teores de nutrientes no solo.

Nutrientes	Teor no solo	Recomendação	g/cova
P (Mehlich-1)	< 10 mg/dm <sup>3</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	40
	10 – 20 mg/dm <sup>3</sup>		30
	> 20 mg/dm <sup>3</sup>		20
K (trocável)	< 1,5 mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>	K <sub>2</sub> O	20
	1,5 – 3,0 mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>		10
	> 3,0 mmol <sub>e</sub> /dm <sup>3</sup>		0
B (Água quente)	0 – 0,2 mg/dm <sup>3</sup>	B	1
	0,21 – 0,60 mg/dm <sup>3</sup>		0,5
	> 0,60 mg/dm <sup>3</sup>		0
Zn (Mehlich-1)	0 – 0,5 mg/dm <sup>3</sup>	Zn	2
	0,6 -1,2 mg/dm <sup>3</sup>		1
	> 1,2 mg/dm <sup>3</sup>		0

Fonte: Veneziano (2000).

**Tabela 10.** Quantidade de adubo orgânico (esterco curtido) recomendado na implantação da cultura do café em função do teor de matéria orgânica no solo.

Adubo orgânico	Teor de matéria orgânica no solo (g/kg)		
	< 20	20 a 30	> 30
	----- kg/cova -----		
Esterco de bovinos	10,0	6,0	2,0
Palha de café	3,0	2,0	1,0
Esterco de aves (cama)	3,0	2,0	1,0
Esterco aves (gaiola)	2,5	1,5	0,5
Esterco suíno	10,0	6,0	2,0

Fonte: Dados da pesquisa.



## Uso de nutrientes: *cafeiro*

### 2. Adubação de Formação:

- 6 meses após plantio: 4 g N/planta (2-3 vezes)
- do 7<sup>o</sup> ao 18<sup>o</sup> mês: 8 g N/planta e 4 g K<sub>2</sub>O/planta (2-3 vezes)

### 3. Adubação de Produção

**Tabela 12.** Quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio recomendadas para a cultura do café em função do teor de nutrientes na folha (N) e no solo (P e K) e da produtividade esperada.

Produtividade sacas/ha	N nas folhas (g/kg)			P Melich-1 (mg/dm <sup>3</sup> )			K trocável (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )		
	<25	25-30	>30	<10	10-20	>20	<1,5	1,5-3,0	>3,0
	----- N (kg/ha) -----			----- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha) -----			----- K <sub>2</sub> O (kg/ha) -----		
< 10	90	60	45	20	20	0	60	40	20
10 - 20	120	80	60	30	20	0	90	60	30
20 - 30	150	100	75	40	20	0	120	80	40
30 - 40	180	120	90	50	30	0	150	100	50
40 - 50	210	140	105	60	40	20	180	120	60
50 - 60	240	160	120	70	50	30	210	140	70
60 - 70	270	180	135	80	60	40	240	160	80
>70	300	200	150	90	70	50	270	180	90

Fonte: Adaptado de Veneziano (2000).



## Uso de nutrientes: *pastagens*

---

**Quantidade de NPK extraída na matéria seca da parte aérea e adaptação às condições de fertilidade do solo de algumas gramíneas forrageiras.**

Fonte: Werner et al. (1997) – Boletim Técnico 100, IAC.

Forrageira	Quantidade extraída (kg/t)			Grau de exigência
	N	P	K	
Colonião	14	1,9	17	Muito exigente
Tifton	16	2,5	20	Muito exigente
B. brizantha	13	1,0	18	Exigente
B. decumbens	12	0,9	13	Pouco exigente



## Uso de nutrientes: *pastagens*

### Recomendação de adubação fosfatada para o estabelecimento de pastagens de gramíneas no Cerrado brasileiro.

Teor de argila (%)	Teor de P no solo – Mehlich 1			
	Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado
<b>Recomendação de adubação p/ espécies muito exigentes (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha)</b>				
<15	60	30	15	0
16-35	90	45	25	0
36-60	140	70	35	0
>60	200	100	50	0
<b>Recomendação de adubação p/ espécies exigentes (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha)</b>				
<15	50	25	15	0
16-35	70	35	20	0
36-60	100	50	25	0
>60	140	70	35	0
<b>Recomendação de adubação p/ espécies pouco exigentes (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha)</b>				
<15	40	20	10	0
16-35	50	25	15	0
36-60	80	40	20	0
>60	100	50	25	0



## Uso de nutrientes: soja

---

**Quantidade de nutrientes necessária para a produção de 1.000 kg de grãos e 1.000 kg de parte aérea de soja.**

**Fonte: Embrapa (2013) – Sistemas de Produção 2014**

Parte da planta	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
			kg/t						g/t		
Grãos	51	10	20	3,0	2,0	5,4	20	10	70	30	40
Restos culturais	32	5,4	18	9,2	4,7	10,0	57	16	390	100	21
Total	83	15,4	38	12,2	6,7	15,4	77	26	460	130	61

## Uso de nutrientes: soja

Tabela 2. Recomendação de adubação fosfatada corretiva e de manutenção, de acordo com o teor de argila do solo, no Estado de Mato Grosso.

Teor de argila	Adubação corretiva		Adubação de manutenção			
	Teor de P – Mehlich I		Teor de P – Mehlich I			
	Muito Baixo	Baixo	Muito Baixo	Baixo	Médio	Bom
%	kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
61 a 80	300	200	≥120	110	90	60
41 a 60	250	175	≥120	100	80	60
21 a 40	200	135	120	100	80	60
<20	150	100	120	90	80	60

Fonte: Zancanaro et al. (2009).

Tabela 3. Interpretação dos níveis de potássio no solo e recomendação de adubação em função da produtividade desejada no Estado de Mato Grosso.

Níveis	K no solo	Adubação de manutenção
		55 a 60 sacas/ha
	mg dm <sup>-3</sup>	kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O
Bom	>60	≤72
Médio	40 a 60	80 a 100
Baixo	20 a 40	100 a 120
Muito Baixo	<20	120 a 140

Fonte: Zancanaro et al. (2009).



## Uso de nutrientes: soja

Tabela 4. Interpretação dos níveis de enxofre em solos de Cerrado, considerando o teor médio na camada de 0 a 40 cm de profundidade.

<b>S no solo</b>	<b>Disponibilidade de S</b>
mg dm <sup>-3</sup>	
≤4	Baixa
5 a 9	Média
≥ 10	Alta

Fonte: Sousa e Lobato (2004).

Tabela 6. Indicação de doses de nutrientes a serem aplicadas no solo, para a cultura da soja.

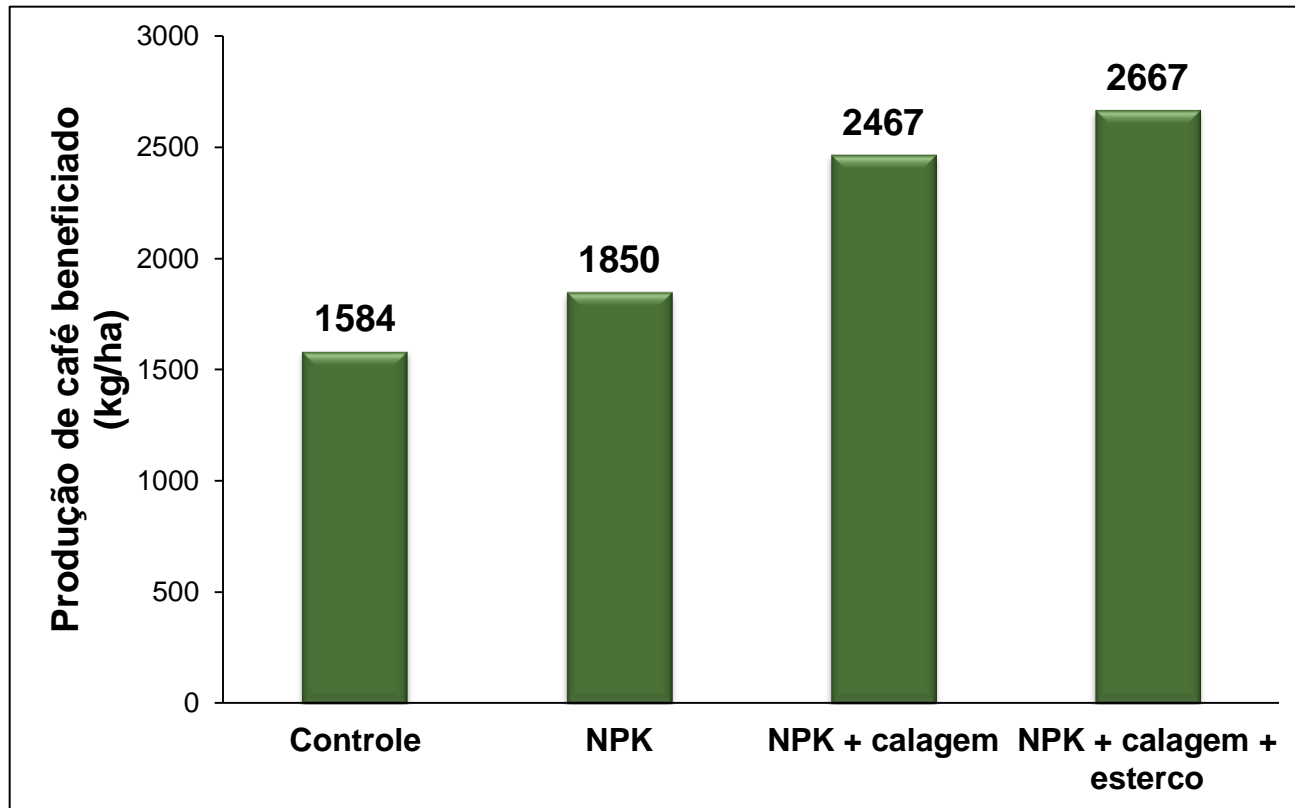
<b>Teor</b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>
	kg ha <sup>-1</sup>			
Baixo	1,5	2,5	6,0	6,0
Médio	1,0	1,5	4,0	5,0
Alto	0,5	0,5	2,0	4,0
Muito alto	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Embrapa (2008).

## 5. EXEMPLOS

## Uso de nutrientes: *cafeiro*

Produção de café beneficiado em função da adição de nutrientes  
(média de cinco safras)

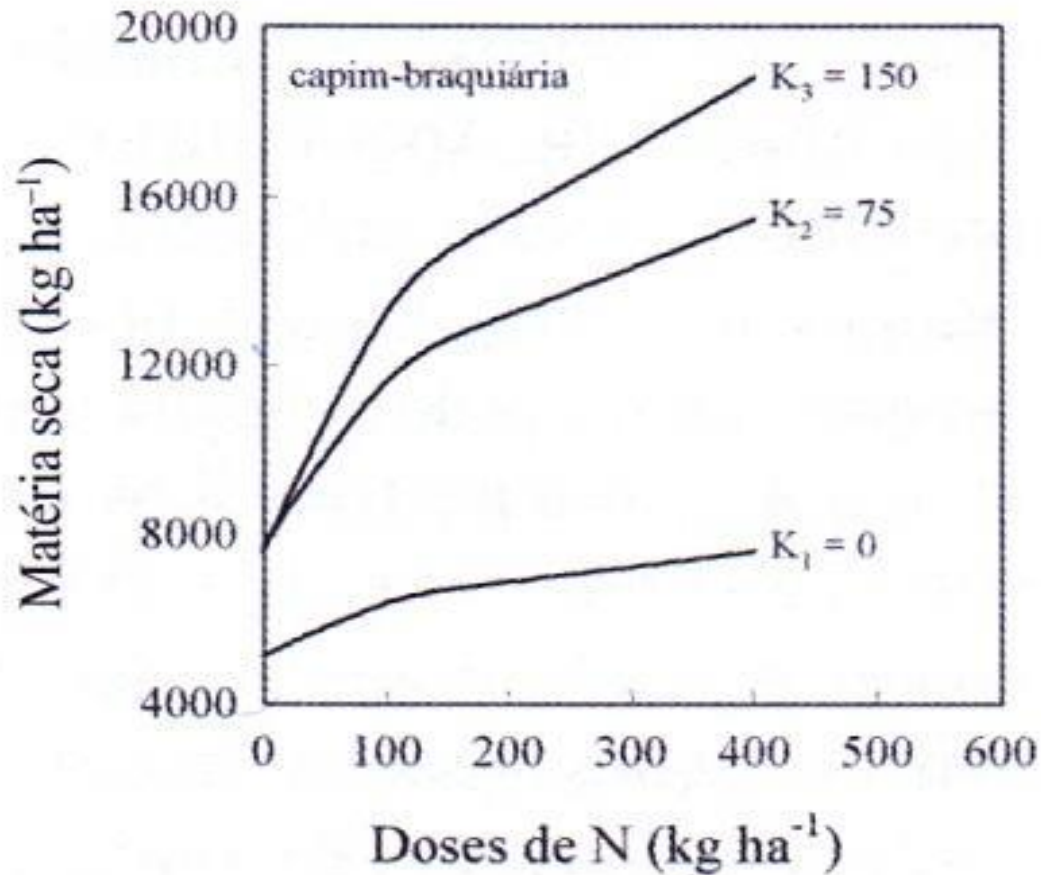


Fonte: Cervellini et al. (1994)

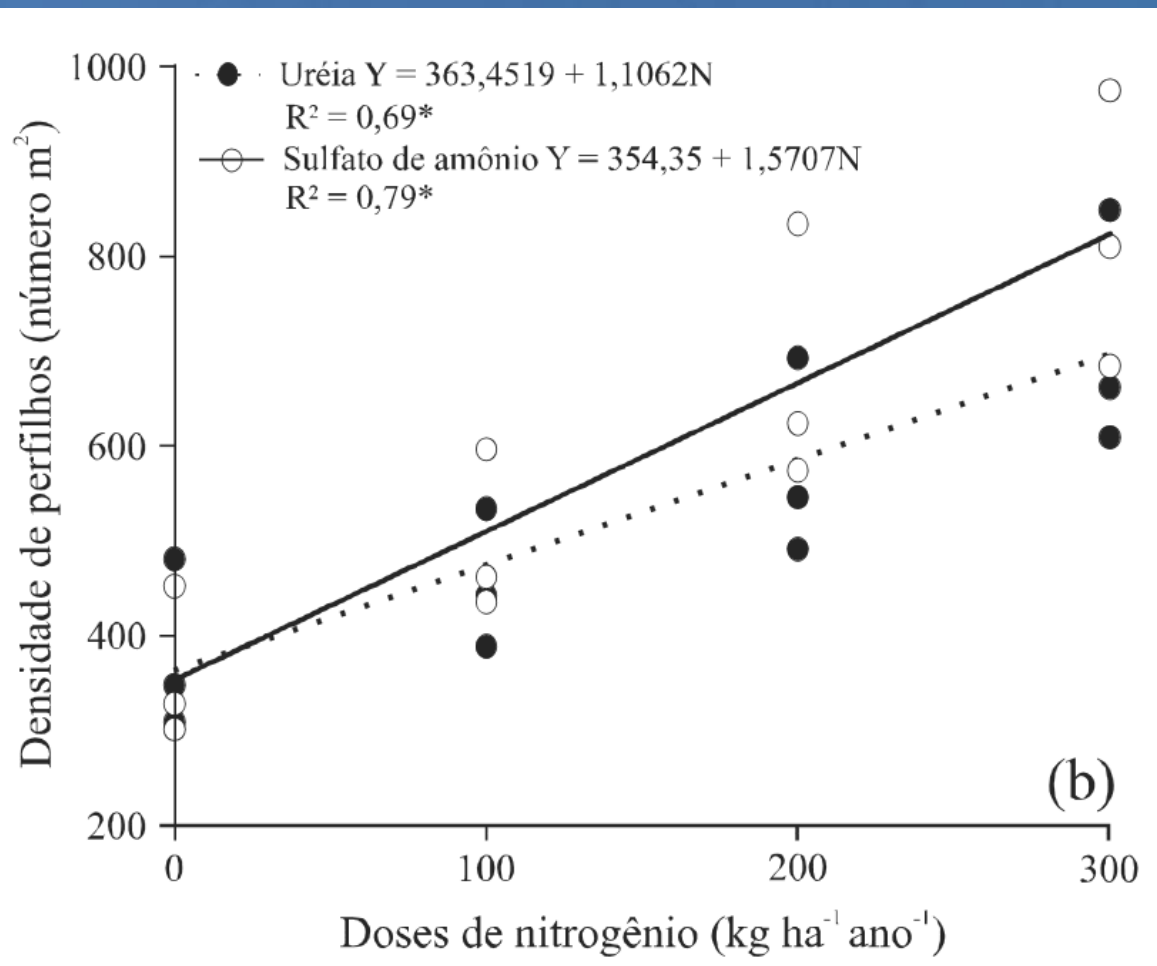
# Sinergismo entre nutrientes

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	Dose de N (kg/ha)							
	0		75		150		300	
Anos								
	1	2	1	2	1	2	1	2
0	2,9	-	-	-	-	-	-	-
60	2,8	4,1	7,5	8,2	9,8	10,5	14,1	9,5
120	3,2	3,9	7,5	9,1	11,7	12,5	17,0	13,7
<b>Média</b>	<b>3,0</b>	<b>4,0</b>	<b>7,5</b>	<b>8,7</b>	<b>10,7</b>	<b>11,5</b>	<b>15,5</b>	<b>11,6</b>

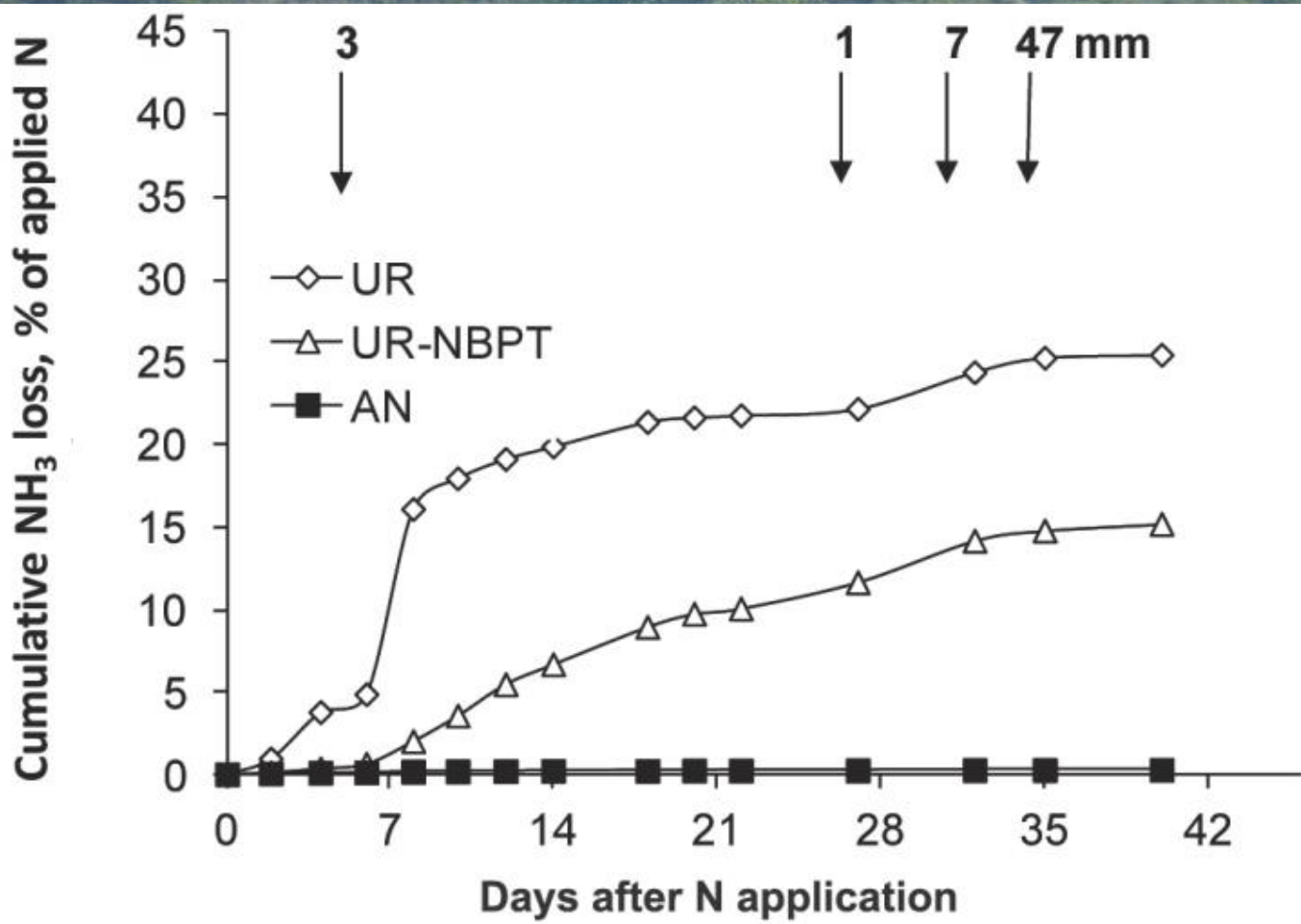
Acúmulo de matéria seca do capim *Urochloa decumbens* nos dois primeiros anos. Fonte: Lupatini et al. (2007).



Acúmulo de matéria seca do capim braquiária em função da adição de N e K. Fonte: Carvalho et al. (1991).



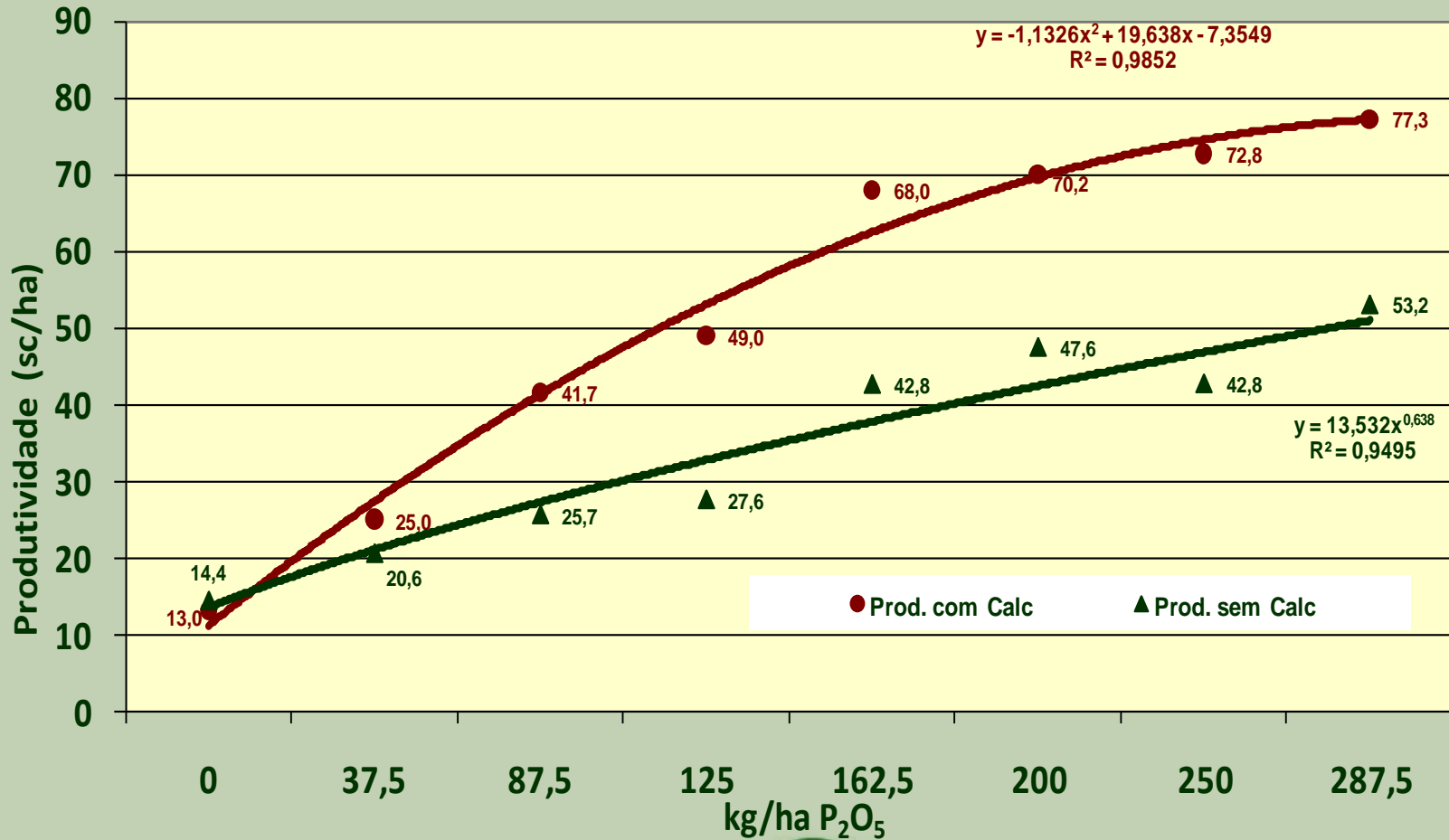
Densidade de perfilhos (número/m<sup>2</sup>) do capim-marandú em função da fonte e doses de nitrogênio. \* Significativo a 5%. Fonte: Silva et al. (2013).



Perdas cumulativas de amônia em função da fonte aplicada.  
 Fonte: Cantarella et al. (2008).

# Efeito da correção da acidez na produtividade das culturas

Produtividade da soja em função da quantidade de fósforo aplicada no sulco de plantio, em solo argiloso. 1º ano de cultivo. Safra 1999/2000, Sapezal-MT.







**Atenção para o operacional!!!**



5 10 2008



07 10 2008



5 10 2008

## ERROS BÁSICOS FALTA DE REPAROS & MANUTENÇÃO

Esteiras faltando taliscas e com taliscas torcidas



## EQUIPAMENTO COM MANUTENÇÃO

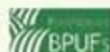


EXTRAÍDO DE PEDRO HENRIQUE.

FONTE: LUZ & OTTO 2009

## 6. CONCLUSÕES

- ✓ Conhecer as demandas nutricionais das plantas cultivadas é essencial
- ✓ Avaliar as deficiências nutricionais antes da instalação do cultivo visando maiores produtividades
- ✓ O uso de nutrientes proporciona melhores resultados agronômicos
- ✓ Realizar as operações agrícolas com zelo para melhor aproveitamento dos nutrientes



## VIII Simpósio Regional IPNI Brasil

# BOAS PRÁTICAS PARA USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES

26 e 27/MAIO/2015  
Vilhena - RO



## PROGRAMA

26 de MAIO/2015

08:30 - 09:00 • Abertura

### Período I

09:00 - 10:00 • Palestra 1: *Dinâmica de nutrientes no sistema solo-planta visando Boas Práticas do Uso de Fertilizantes (BPUFs).*  
Dr. Eros Francisco, IPNI Brasil, Rondonópolis, MT

10:00 - 10:15 • Perguntas sobre a Palestra 1

10:15 - 10:45 • Coffee break

10:45 - 11:45 • Palestra 2: *Fertilizantes: características básicas para BPUFs.*  
Dr. Valter Casarin, IPNI Brasil, Piracicaba, SP

11:45 - 12:00 • Perguntas sobre a Palestra 2

12:00 - 14:00 • Almoço

### Período II

14:00 - 15:00 • Palestra 3: *Manejo da acidez do solo como fundamento para BPUFs.*  
Dr. Jairo André Schindwein, UNIR, Porto Velho, RO

15:00 - 15:15 • Perguntas sobre a Palestra 3

15:15 - 15:45 • Coffee break

15:45 - 16:45 • Palestra 4: *Otimização na aplicação de fertilizantes e corretivos agrícolas.*  
Dr. Pedro Henrique de Cerqueira Luz, FZEA/USP, Pirassununga, SP

16:45 - 17:45 • Palestra 5: *As ferramentas da agricultura de precisão e as BPUFs.*  
Dr. Leandro Gimenez, ESALQ/USP, Piracicaba, SP

17:45 - 18:15 • Perguntas sobre as Palestras 4 e 5

27 de MAIO/2015

### Período III

08:00 - 09:00 • Palestra 6: *Boas práticas do uso de fertilizantes na cultura da soja.*  
Dr. Adilson Oliveira Jr., Embrapa Soja, Londrina, SP

09:00 - 09:30 • Palestra 7: *Informações Locais - BPUFs para soja em Rondônia.*  
Dr. Vicente Godinho, Embrapa Rondônia, Vilhena, RO

09:30 - 10:00 • Perguntas sobre as Palestras 6 e 7

10:00 - 10:30 • Coffee break

10:30 - 11:30 • Palestra 8: *O manejo das condições físicas do solo como boa prática do uso de fertilizantes.*  
Dr. Anderson Cristian Bergamin, UNIR, Rolim de Moura, RO

11:30 - 12:00 • Perguntas sobre a Palestra 8

12:00 - 14:00 • Almoço

### Período IV

14:00 - 15:00 • Palestra 9: *Boas práticas do uso de fertilizantes na cultura do milho.*  
Dr. Aildson Pereira Duarte, IAC, Campinas, SP

15:00 - 15:30 • Palestra 10: *Informações Locais - BPUFs para milho em Rondônia.*  
Engº Agrº Diego Comiran, Fazenda Santa Clara, Vilhena, RO

15:30 - 16:00 • Perguntas sobre as Palestras 9 e 10

16:00 - 16:30 • Coffee break

16:30 - 17:30 • Palestra 11: *Manejo de nutrientes em sistema de produção de grãos de alta intensidade.*  
Dr. Álvaro Resende, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

17:30 - 17:45 • Perguntas sobre a Palestra 11

17:45 - 18:00 • Considerações finais e encerramento.

Dr. Eros Francisco, IPNI Brasil, Rondonópolis, MT

## ORGANIZAÇÃO E REALIZAÇÃO



### APOIO



FACULDADE AVEC DE VILHENA

### PATROCÍNIO



### LOCAL

Auditório da AVEC

Associação Vilhenense de Educação e Cultura  
Av. Liliana Gonzaga, 1265 - Nova Vilhena  
Vilhena, RO

### TAXAS DE INSCRIÇÃO

	até 08/05/2015	09/05 a 22/05/2015	Após 22/05/2015
Profissional (somente inscrição)	300,00	350,00	450,00
Profissional (insc. + Livros BPUFs)	480,00	530,00	-----
Estudante (somente inscrição)	200,00	250,00	350,00
Estudante (insc. + Livros BPUFs)	380,00	430,00	-----

\*Inclui acesso as palestras, material do participante, coffee-break e certificado.

Despesas com hospedagem, refeições e transporte são de responsabilidade do participante.

NOTA: Após 22/05 - Taxas de inscrição R\$ 450,00 (profissional), R\$ 350,00 (estudante) e livro BPUFs R\$ 200,00.

### LIVRO BPUFs

Volume 1 - *Contexto mundial e práticas de suporte*, 462 p.  
Volume 2 - *Nutrientes*, 362 p.  
Volume 3 - *Culturas*, 467 p.

### INSCRIÇÕES

Até 22/05: <http://brasil.ipni.net>

Após 22/05: Local do evento.

### INFORMAÇÕES

International Plant Nutrition Institute - IPNI Brasil  
Contato: Elisângela Toledo (etoledo@ipni.net)  
Telefone/fax: (19) 3433-3254 / 3422-9812



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



**Website:**

<http://brasil.ipni.net>

**Telephone:**

(66) 3023-1517

**Email:**

[efrancisco@ipni.net](mailto:efrancisco@ipni.net)