



# Adubação de Pastagens

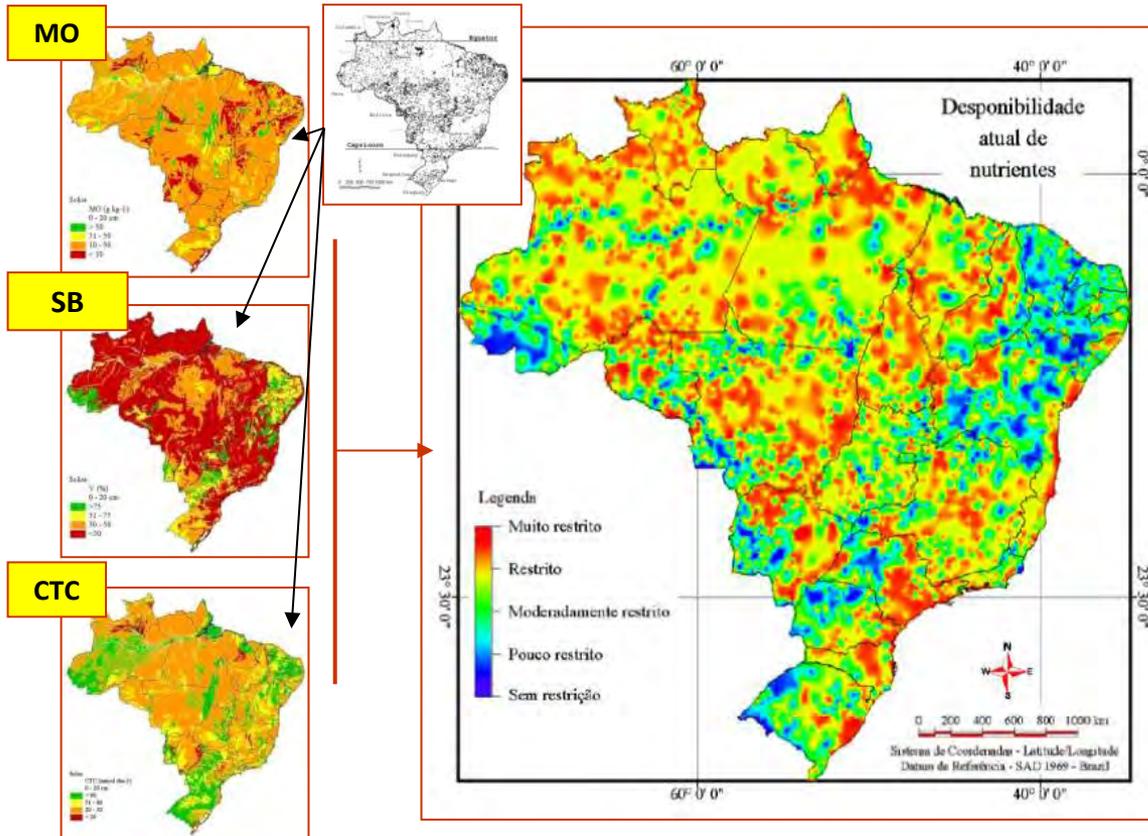
*Dr. Eros Francisco*

*IPNI Brasil*

*II SimpaBov, Unesp/Dracena*



# Restrição dos solos brasileiros em relação à fertilidade



Lopes & Fox (1977):

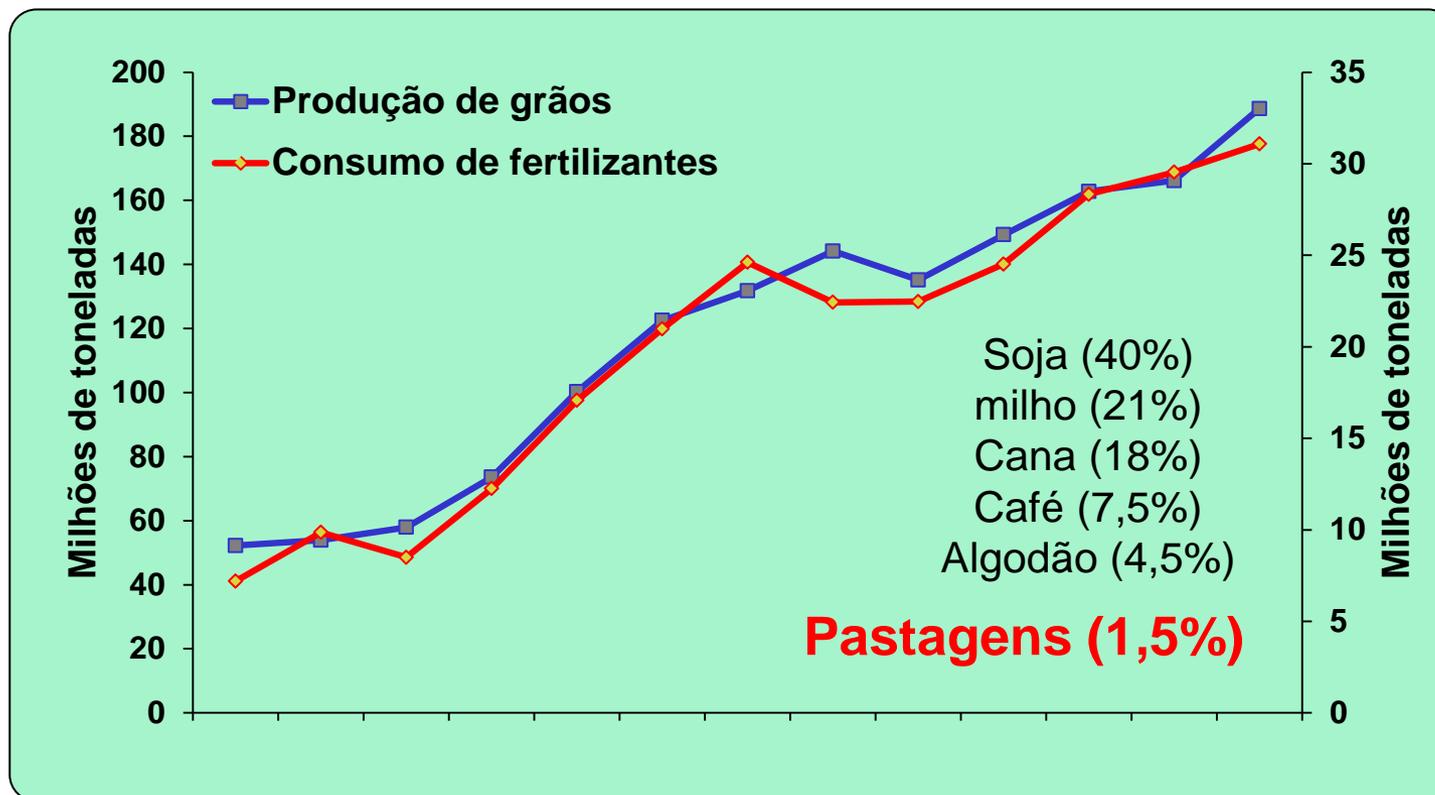
- 518 amostras de terra
- Disponibilidade de P: 0,1 e 16,5 ppm P
- **92% das amostras com P < 2 ppm**

Fonte: Sparovek et al.

*"A disponibilidade de P muito baixa é possivelmente a maior limitação para o cultivo de plantas e sua correção pode ser bastante dificultada devido à elevada capacidade de fixação de P destes solos"*

Lopes & Fox (1977)

# 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

## Por que não se aduba a pastagem no Brasil

1. As pastagens são consideradas culturas de baixo valor
2. A redução na produção de forragem em razão da baixa fertilidade do solo não é sempre evidente
3. O pecuarista tem dificuldade em mensurar o retorno econômico do fertilizante aplicado
4. O manejo da pastagem praticado em muitas propriedades não contempla a utilização eficiente da forragem extra produzida
5. A assistência técnica é limitada para a maioria dos pecuaristas

Fonte: Cunha (2013)



A partir de Macedo (2000), Martha Jr. & Vilela (2008).

**Sem estes ganhos, para se obter a mesma produção, o adicional de 525 milhões de hectares teriam que ser incorporados à produção.**



**...e as pastagens de baixa produtividade e degradadas ?**

## Etapa 1

# Amostragem de solo:

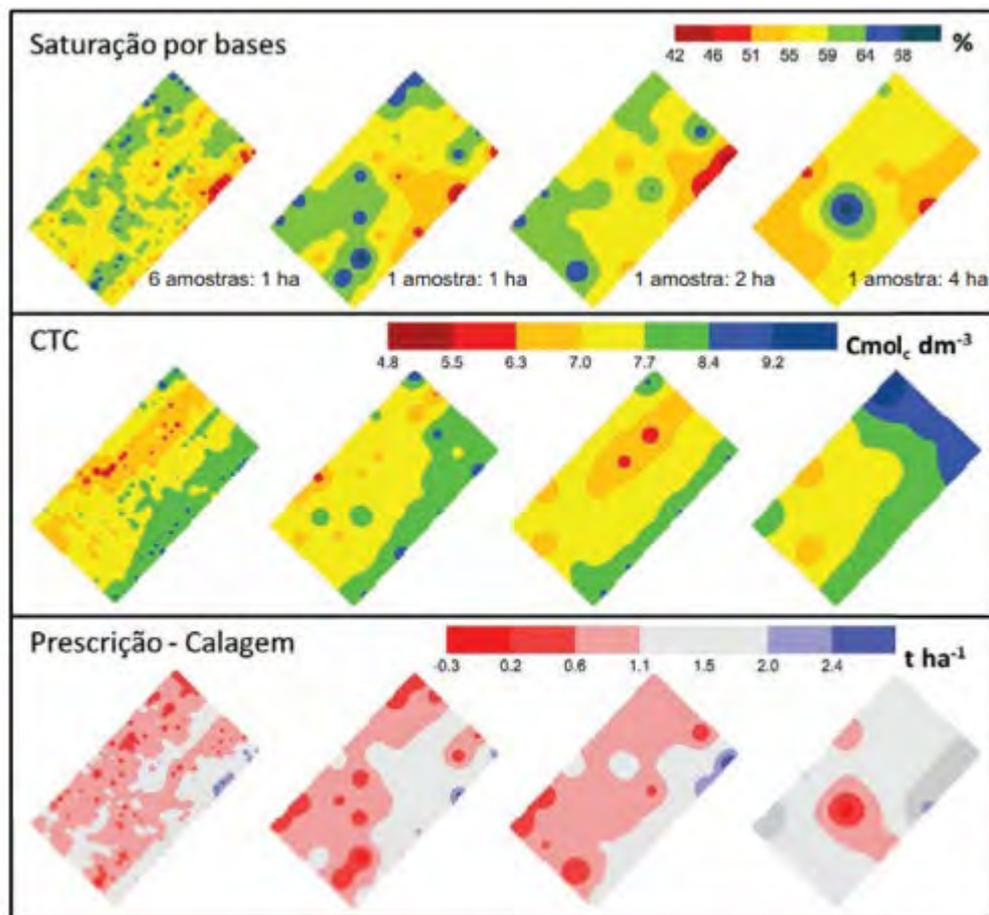
- 1. Subdividir a área em unidades homogêneas:** *tipo de solo, topografia, textura, coloração de solo, drenagem, espécie forrageira, aplicações operacionais prévias, análise de solo e foliar anterior;*
- 2. Tamanho da área e número de amostras:** *1 a 50 ha e 5 a 30 subamostras;*
- 3. Definição da profundidade amostrada:** *tabelas de interpretação e recomendação ajustadas para 0-20 cm, contudo a amostragem pode variar em função do histórico de aplicações anteriores;*
- 4. Retirada da amostras:** *equipamento apropriado, caminhamento aleatório, limpeza da superfície do ponto amostral e evitar pontos de interferência (formigueiro, cupinzeiro, malhadouros, deposições de fezes, etc);*
- 5. Manuseio e identificação da amostra:** *evitar reutilizar embalagens; não armazenar ao sol, não armazenar úmida, secar ao ar antes de enviar ao laboratório, acondicionar em saco plástico limpo e identificado;*
- 6. Escolha do laboratório:** *procurar os laboratórios com controle de qualidade, atenção a metodologia utilizada (P, acidez potencial).*





# GIMENEZ, L.; ZANCANARO, L. Monitoramento da fertilidade de solo com a técnica da amostragem em grade

*Informações Agronômicas, n.138, junho/2012*



**Figura 1.** Mapas de fertilidade e de prescrição de calagem para uma mesma área gerados com diversas densidades de amostragem.

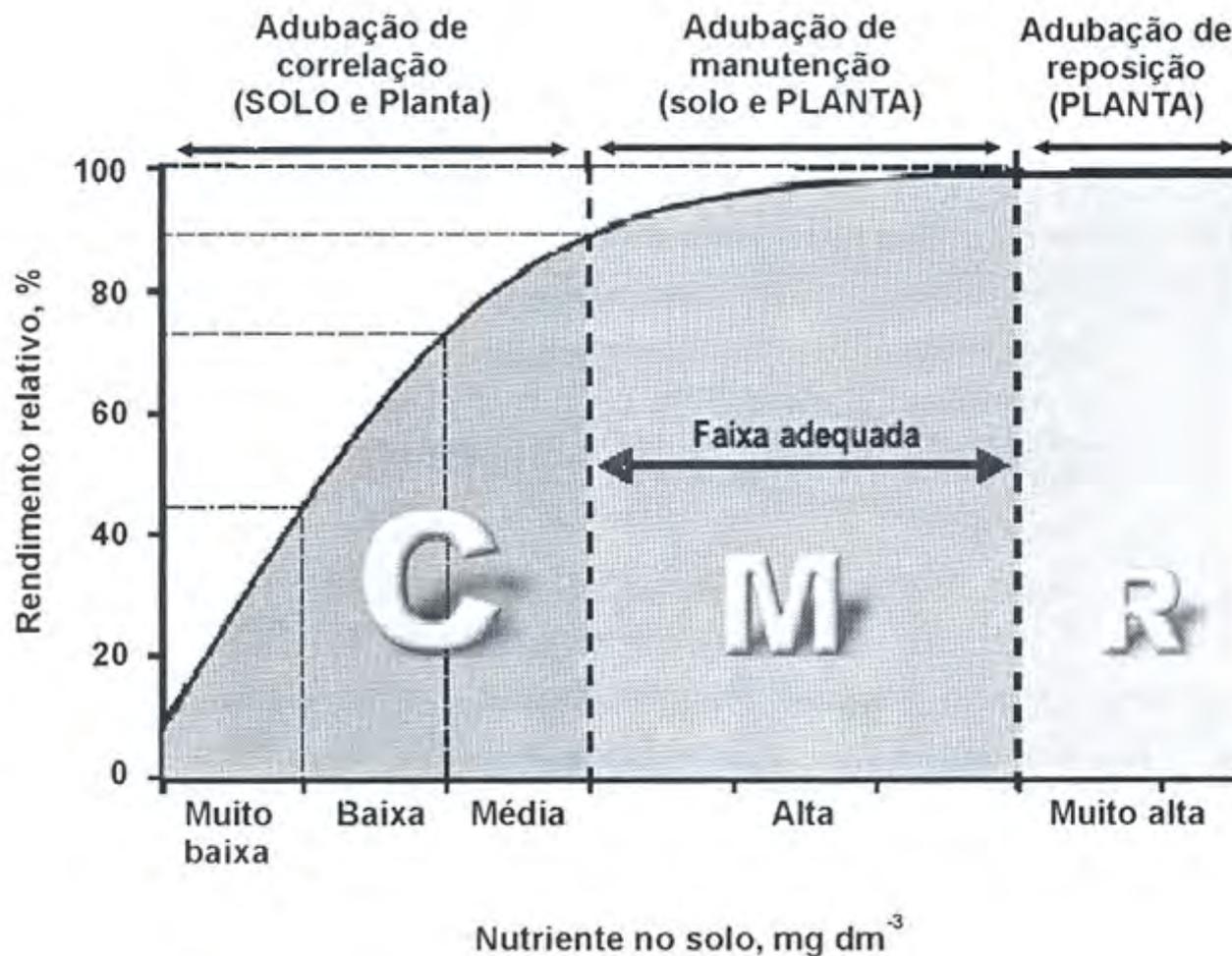
## Etapa 2

# Interpretação do resultado analítico

**Tabela.** Resultado analítico da amostra de terra (320 g/kg de argila).

pH	MO	P	K	S	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 (0-20 cm)</i>													
4,5	3,9	21	2	19	5	0,7	0,1	0,7	7,2	0,9	8,1	11	45
<i>Micronutrientes (mg/dm<sup>3</sup>)</i>													
B: 0,2	Cu: 0,2	Mn: 1,0			Zn: 1,3			Fe: 95					

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



**Tabela.** Interpretação da fertilidade do solo para matéria orgânica e alguns atributos do complexo de troca do solo

Atributo	Unidade	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
Matéria orgânica (MO)	g/kg	< 7,0	7 - 20	20 - 40	40 - 70	> 70
Acidez trocável (Al <sup>3+</sup> )	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	< 0,2	0,2 - 0,5	0,5 - 1,0	1,0 - 2,0	> 2,0
Acidez potencial (H+Al)	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	< 0,1	0,1 - 0,25	2,5 - 5,0	5,0 - 9,0	> 9,0
CTC pH 7,0	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	< 0,16	0,16 - 0,4	0,4 - 0,9	0,9 - 15	> 15

**Fonte:** Ribeiro et al. (1999).

**Tabela.** Interpretação para resultados de determinação de Ca e Mg trocáveis no solo.

Classe	Cálcio	Magnésio
	cmolc/dm <sup>3</sup>	
Baixo	0 – 0,3	0 – 0,4
Médio	0,4 – 0,7	0,5 – 0,8
Alto	> 0,7	> 0,8

**Fonte:** Raij et al. (1996).

**Tabela.** Interpretação para os resultados de determinação de pH em  $\text{CaCl}_2$  e saturação por bases do solo cultivado com plantas forrageiras.

Acidez do solo (pH em $\text{CaCl}_2$ )		Saturação por bases (V%)	
Muito alta	< 4,3	Muito baixa	< 25
Alta	4,4 - 4,7	Baixa	26 - 40
Média	4,8 - 4,9	Média	41 - 50
Baixa	5,0 - 5,3	Alta	51 - 60
Muito baixa	> 5,4	Muito alta	> 60

**Fonte:** Monteiro (2005).

# Interpretação dos resultados de análise química do solo

**Tabela.** Classes para interpretação do teor de P no solo com extração pelos métodos de Mehlich-1 e Resina, para o estabelecimento de forrageiras.

Teor de argila (%)	Teor de P no solo (mg/dm <sup>3</sup> )				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado	Alto
<i>Mehlich-1 (Ribeiro et al., 1999)</i>					
60 - 100	< 2,7	2,8 - 5,4	5,5 - 8,0	8,1 - 12	> 12
35 - 60	< 4,0	4,1 - 8,0	8,1 - 12	12 - 18	> 18
15 - 35	< 6,6	6,7 - 12	12 - 20	20 - 30	> 30
0 - 15	< 10	10 - 20	20 - 30	30 - 45	> 45
<i>Resina (Souza et al., 2004)</i>					
	Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado	
	Espécies pouco exigentes				
	0 - 3,0	3,1 - 6,0	6,1 - 8,0	> 8,0	
	Espécies exigentes				
	0 - 4,0	4,1 - 8,0	8,1 - 11	> 11	
	Espécies muito exigentes				
	0 - 5,0	5,1 - 9,0	9,1 - 18	> 18	

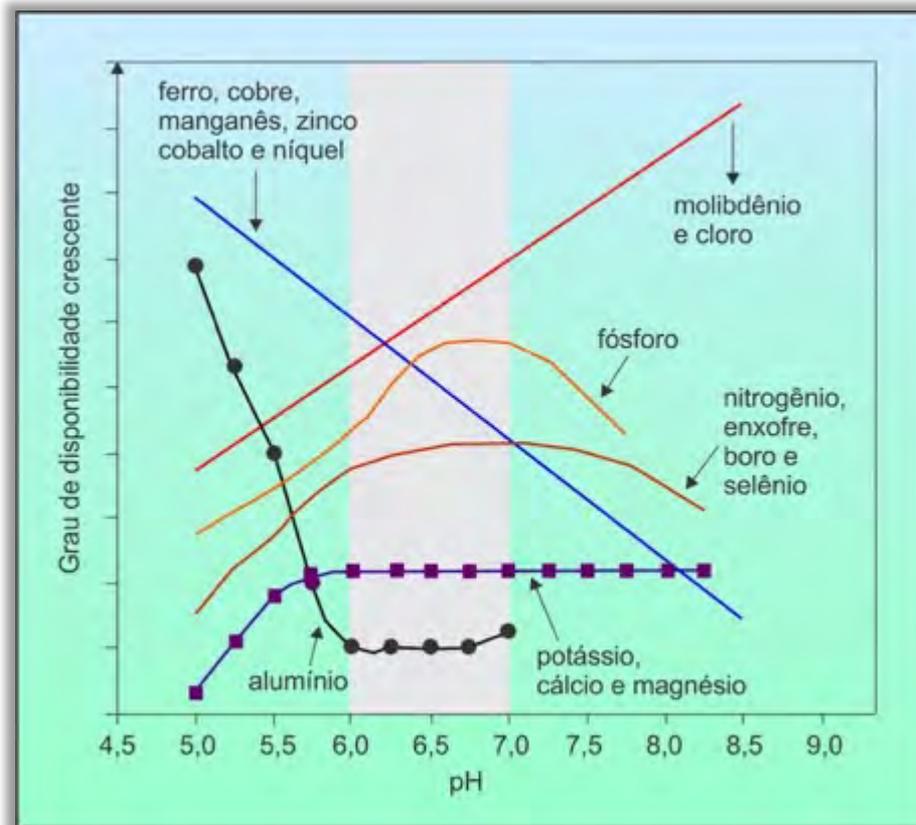
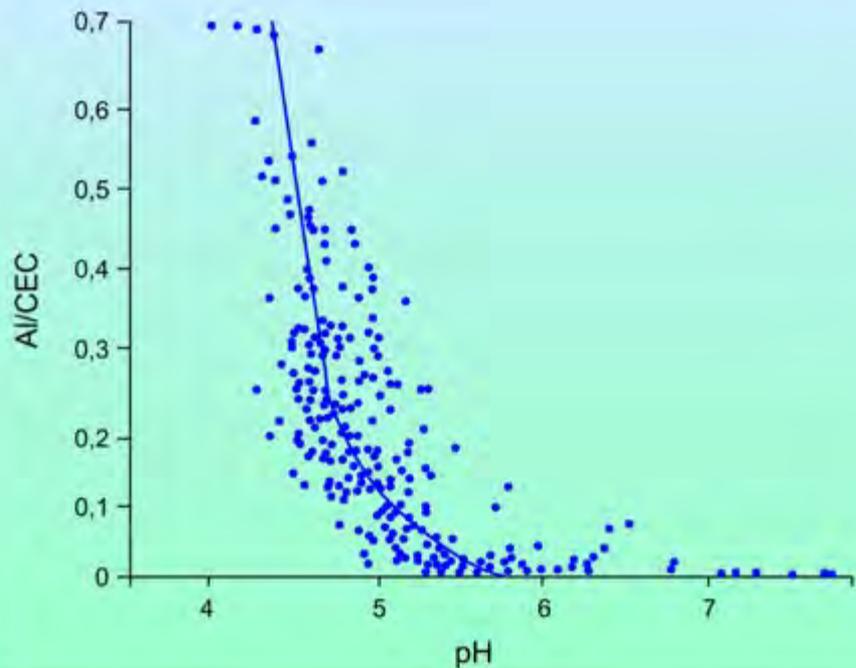
*Etapa 3*  
**Correção da acidez do solo**

**Os objetivos da calagem são:**

1. Aumentar o pH do solo
2. Eliminar a toxidez do  $Al^{3+}$
3. Fornecer Ca e Mg
4. Aumentar a eficiência das adubações
5. Aumentar a atividade microbiana

4 10 2008

## Efeito da alteração do pH do solo na disponibilidade de nutrientes e eliminação do Al tóxico



# 1. Método da neutralização do $Al^{3+}$ e da elevação dos teores de Ca e Mg

$$NC \text{ (t/ha)} = Y [Al^{3+} - (m_t \cdot CTC/100)] + [X - (Ca^{2+} + Mg^{2+})]$$

Fonte: Alvarez e Ribeiro (1999)

*Y: valor variável em função da capacidade tampão da acidez do solo*

*$m_t$ : saturação por  $Al^{3+}$  tolerada pela cultura*

*X: valor variável em função do requerimento de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  pela cultura*

**Tabela.** Capacidade tampão da acidez do solo (Y) em função da classe textural do solo

Classe textural	Teor de argila (%)	Poder tampão (Y)
Arenoso	0 - 15	0 a 1
Médio	15 - 35	1 a 2
Argiloso	35 - 60	2 a 3
Muito argiloso	> 60	3 a 4

Fonte: Ribeiro et al. (1999).

## 2. Método da saturação por bases

$$NC \text{ (t/ha)} = CTC(V_S - V_C)/100$$

Fonte: Quaggio e Raij (1996)

CTC: capacidade de troca de cátions a pH 7 do solo

$V_S$ : saturação por bases do solo

$V_C$ : saturação por bases para correção

**Tabela.** Valores de percentagem da saturação por  $\text{Al}^{3+}$  ( $m_t$ ), teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  (X) críticos para o cálculo da necessidade de corretivo e valores de saturação por ases adequados ( $V_C$ ), para algumas forrageiras tropicais agrupadas de acordo com a adaptação a solos ácidos.

Forrageira/Adaptação a solos ácidos	$\text{NC}_{\text{AlCaMg}}^1$		$V_C^1$	$\text{NC}_V$	
	X	$m_t$		$V_C^2$	$V_C^3$
<b>Elevada adaptação</b>					
<i>Melinis minutiflora</i> , <i>Paspalum notatum</i> , <i>Brachiaria humidicola</i> , <i>B. decumbens</i> , <i>Setaria anceps</i> , <i>Andropogon gayanus</i>	1	30	40	40	40
<b>Média adaptação</b>					
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu, <i>Panicum maximum</i> (Green panic. Monbaça), <i>Cynodon plectostachyus</i> (Estrelas), <i>Andropogon gayanus</i>	1,5	25	45	60	50
<b>Baixa adaptação</b>					
<i>P. maximum</i> (Colonião, Tobiata, Tanzânia, Vencedor), <i>Pennisetum purpureum</i> (Cameron, Napier), <i>Cynodon</i> (Coastcross, Tiftons) <i>Digitaria decumbens</i> (Pangola, Transvala)	2	20	50	70	60

<sup>1</sup> Alvarez e Ribeiro (1999).

<sup>2</sup> Werner et al. (1996).

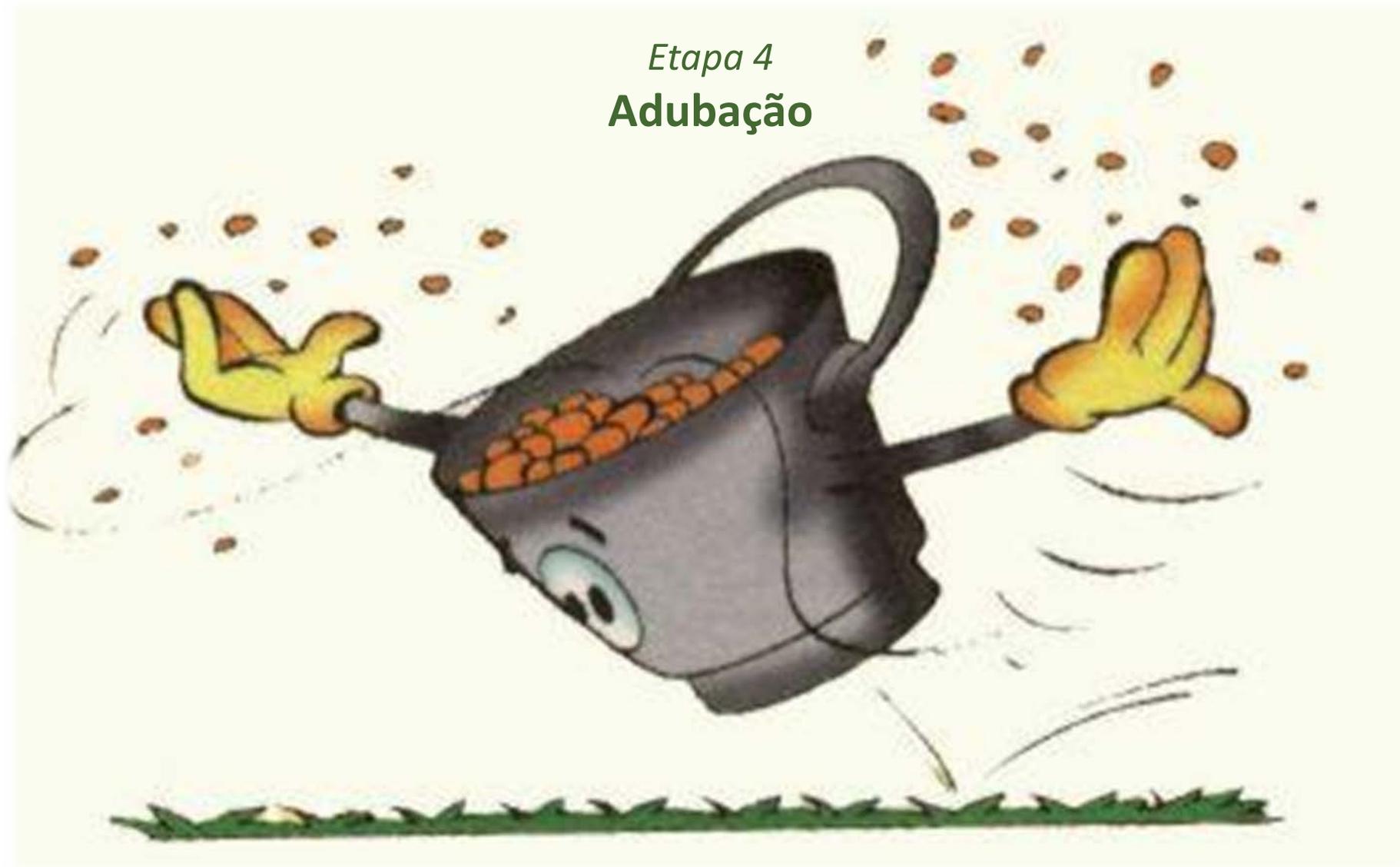
<sup>3</sup> Valores para fase de estabelecimento

<sup>4</sup> Valores para fase de manutenção

## Gessagem: correção de acidez trocável em subsuperfície

1. Werner et al. (1996): **NC (kg/ha) = % argila x 60**
  - ✓ Avaliar a camada 20-40 cm
  - ✓ Teor de Ca <0,4 cmolc/dm<sup>3</sup> e/ou m >50%
  
2. Souza e Lobato (2004): **NC (kg/ha) = % argila x 50**
  - ✓ Avaliar a camada 40-60 cm
  - ✓ Teor de Ca <0,5 cmolc/dm<sup>3</sup> e/ou m >20%
  - ✓ Reaplicação após 10 anos
  
3. Cantarutti et al. (1999):
  - ✓ Avaliar a camada 40-60 cm
  - ✓ Teor de Ca <0,4 cmolc/dm<sup>3</sup> e/ou m >30%
  - ✓ Conteúdo de argila: **0-15% (0-0,4 t/ha), 15-35 (0,4-0,8), 35-60 (0,8-1,2) e >60 (1,2-1,6)**

*Etapa 4*  
**Adubação**



**Quadro.** Agrupamento de forrageiras quanto ao requerimento nutricional e à adequação a sistemas de produção de diferente nível tecnológico.

Requerimento nutricional <sup>1</sup>	Nível tecnológico <sup>2</sup>	Forrageira
Grupo I - Alto	Alto	<i>P. maximum</i> (Colonião, Tobiata, Tanzânia), <i>Pennisetum purpureum</i> (Elefante, Cameron, Napier), <i>Cynodon</i> (Coastcross, Tiftons), <i>Brachiaria brizantha</i> (Marandu), <i>Hyparrhenia rufa</i> (Jaraguá)
Grupo II – Médio	Médio	<i>P. maximum</i> (Colonião, Tobiata, Tanzânia), <i>B. brizantha</i> (Marandu), <i>B. decumbens</i> (Australiana), <i>Cynodon plectostachyus</i> (Estrelas), <i>Andropogon gayanus</i> (Andropogon), <i>Hyparrhenia rufa</i> (Jaraguá)
Grupo III - Baixo	Baixo	<i>B. decumbens</i> (Australiana, Ipean), <i>B. Humidicola</i> (Quicuiu), <i>B. dictioneura</i> , <i>Paspalum notatum</i> (Gramma batatais, Pensacola), <i>Milinis minutiflora</i> (Gordura), <i>Andropogon gayanus</i> (Andropogon), <i>Hyparrhenia rufa</i> (Jaraguá)

Adaptado de: <sup>1</sup> Werner et al. (1996); <sup>2</sup> Cantarutti et al. (1999).

Alto nível: sistemas intensivos, com pastejo rotacionado, forrageiras de alta produtividade, elevado valor forrageiro, responsivas a irrigação e lotações superiores a 3 UA/ha/ano.

Baixo nível: sistemas extensivos, forrageiras menos produtivas, menor valor forrageiro, sem uso de irrigação e lotações inferiores a 1 UA/ha/ano.

Médio nível: sistemas com características intermediárias, forrageiras produtivas, responsivas e de bom valor forrageiro e com lotações entre 1 e 3 UA/ha/ano.



**Quadro.** Recomendação de adubação PK para o estabelecimento de pastagens conforme a disponibilidade de PK no solo (Mehlich) e o nível tecnológico adotado. Fonte: Cantarutti et al. (1999).

Argila (%)		Baixa	Média	Adequada
<b>Baixo nível tecnológico</b>				
> 60		80	45	0
35-60	kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	70	35	0
15-35		50	25	0
< 15		30	15	0
	kg/ha de K <sub>2</sub> O	20	0	0
<b>Médio nível tecnológico</b>				
> 60		100	80	0
35-60	kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	90	70	0
15-35		70	50	0
< 15		50	30	0
	kg/ha de K <sub>2</sub> O	40	20	0
<b>Alto nível tecnológico</b>				
> 60		120	100	50
35-60	kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	110	90	40
15-35		90	70	30
< 15		70	50	20
	kg/ha de K <sub>2</sub> O	60	30	0

**Quadro.** Recomendação de adubação fosfatada e potássica no estabelecimento de gramíneas com diferentes exigências nutricionais, de acordo com os teores de P e K no solo.

P no solo (mg/dm <sup>3</sup> )				K no solo (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )			
0 - 6	7 - 15	16 - 40	> 40	0 - 0,7	0,8 - 1,5	1,6 - 3,0	> 3,0
kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				kg/ha de K <sub>2</sub> O			
<b>Gramíneas de alta exigência – Grupo I</b>							
100	70	40	0	60	40	0	0
<b>Gramíneas de média exigência – Grupo II</b>							
80	60	40	0	50	30	0	0
<b>Gramíneas de baixa exigência – Grupo III</b>							
60	40	20	0	40	20	0	0

**Fonte:** Werner et al. (1996). P e K extraídos por Resina

## E os demais nutrientes...

### 1. **Werner et al. (1996), Boletim 100:**

- ✓ 40 a 50 kg/ha de N – 30 dias após a germinação
- ✓ 20 a 50 kg/ha de S
- ✓ 0,05 (Mo); 0-5 (Zn); 0-3 (Cu) e 0-1,5 (B) kg/ha, conforme grupo de exigência

### 2. **Cantarutti et al. (1999), 5ª Aproximação:**

- ✓ 50 kg/ha de N – sistemas extensivos
- ✓ 100 a 150 kg/ha de N – sistemas intensivos
  - *Parcelas de 50 kg/ha de N, iniciando com 60-70% de cobertura do solo*
- ✓ 20-40 kg/ha de S (Gesso)
- ✓ 0,04 (Mo); 1,0-2,0 (Zn); 1-2 (Cu) e 1-1,5 (B) kg/ha

### 3. **Souza e Lobato (2004), Cerrados:**

- ✓ 40 a 50 kg/ha de N, quando 75% de cobertura do solo (SA ou NA)
- ✓ 30 kg/ha de S (Gesso ou S<sub>el</sub>)
- ✓ 0,2 (Mo); 2 (Zn); 2 (Cu) e 1 (B), kg/ha



# Adubação nitrogenada para manutenção de pastagens

---

- **Minas Gerais:** recomendação em função do nível tecnológico
- ✓ Média intensidade: 100 a 150 kg N/ha.ano, parcelas de 50 kg N/ha, iniciando com as primeiras chuvas
- ✓ Alta intensidade: 200 kg N/ha.ano, fracionado em 3 parcelas
- ✓ Alta intensidade e rotacionado: 300 kg N/ha.ano, fracionado em 6 parcelas
  
- **São Paulo:** recomendação em função da exigência da gramínea
- ✓ Mais exigentes: 80 kg N/ha
- ✓ Intermediárias: 60 kg N/ha
- ✓ Menos exigentes: 40 kg N/ha
- ✓ Sistema intensivo: +50 kg N/ha após cada pastejo
  
- **Cerrados:** recomendação em função da modalidade de pastejo
- ✓ Extensivo: 40 kg N/ha, bianualmente.
- ✓ Produção de feno ou capineiras: 15 kg N/t.ha, reposição



# Adubação fosfatada para manutenção de pastagens

---

- **Minas Gerais:** recomendação em função do nível tecnológico e da disponibilidade de P no solo
  - ✓ Baixo: 0 a 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha
  - ✓ Médio: 0 a 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha
  - ✓ Alto: 0 a 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha
- **São Paulo:** recomendação em função da exigência da gramínea e da disponibilidade de P no solo
  - ✓ Mais exigentes: 0 a 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha
  - ✓ Intermediárias: 0 a 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha
  - ✓ Menos exigentes: 0 a 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha
- **Cerrados:** recomendação em função da modalidade de pastejo
  - ✓ Extensivo: 20 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, bianualmente.
  - ✓ Produção de feno ou capineiras: 3,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/t.ha, reposição



**Tabela.** Estimativa da adubação anual de manutenção para diferentes forrageiras, em solos com níveis médios de P, para um desempenho animal de 120 kg PV/cabeça/ano, em função da produtividade na fase de recria-engorda<sup>1</sup>.

Grau de exigência	Produtividade esperada (kg/ha PV)				
	200	350	500	650	800
Pouco exigente	12	20	30	40	50
Exigente	14	25	35	47	58
Muito exigente	17	30	40	55	67

**Fonte:** Cunha (2013). Valores médios de PV (200<sup>a</sup> 450 kg) e de GDP (100 a 700 g/animal) pra a fase de recria-engorda de machos castrados. Valor de NDT na forragem de 55 a 60% e eficiência de pastejo de 50%.

# Adubação KS para manutenção de pastagens

---

- **Minas Gerais:** recomendação em função do nível tecnológico e da disponibilidade de K no solo
  - ✓ Baixo: 0 a 40 kg K<sub>2</sub>O/ha
  - ✓ Médio: 0 a 100 kg K<sub>2</sub>O/ha
  - ✓ Alto: 0 a 200 kg K<sub>2</sub>O/ha
  - ✓ Doses acima de 40 K<sub>2</sub>O/ha, dividir em pelo menos 3 parcelas (> 30 dias)
- **São Paulo:** recomendação em função da exigência da gramínea e da disponibilidade de K no solo
  - ✓ Mais exigentes: 0 a 50 kg K<sub>2</sub>O/ha
  - ✓ Intermediárias: 0 a 40 kg K<sub>2</sub>O/ha
  - ✓ Menos exigentes: 0 a 30 kg K<sub>2</sub>O/ha
  - ✓ Independente da exigência: 20 kg S/ha
- **Cerrados:** recomendação em função da modalidade de pastejo
  - ✓ Extensivo: 50 kg K<sub>2</sub>O/ha, quando teor < 30 mg/dm<sup>3</sup>
  - ✓ Extensivo: 20 kg S/ha, bianualmente.
  - ✓ Produção de feno ou capineiras: 18 kg K<sub>2</sub>O/t.ha, reposição



# Avaliação do estado nutricional de gramíneas forrageiras

Quantidade extraída na matéria seca da parte aérea, faixa de teores de foliares e nível crítico de P de algumas gramíneas forrageiras.

Forrageira	Grau de exigência	Concentração foliar (g/kg)	Quantidade extraída (kg/t)	Nível crítico (g/kg)
Colonião	Muito exigente	1,0-3,0	1,9	1,13 - 1,36
Tifton	Muito exigente	1,5-3,0	2,5	-
B. brizantha	Exigente	0,8-3,0	1,0	1,20
B. decumbens	Pouco exigente	0,8-3,0	0,9	1,50 - 1,65

Fontes: Werner et al. (1997) e Monteiro (2010)

## Avaliação do estado nutricional das plantas

- Folhas diagnose: 1ª e 2ª folha totalmente expandidas do ápice para a base
- Amostrar de 25 a 50 plantas por lote
- Época de maior exigência de P (águas)



**Tabela.** Níveis críticos de NPK nas folhas de quatro capins com amplo cultivo no Brasil

Capim	N	P	K
		g/kg	
Decumbens ( <i>B. decumbens</i> )	14,5 - 22	1,5 - 1,65	20 - 23
Marandu ( <i>B. brizantha</i> )	19 - 23	1,2	22 - 29
Mombaça ( <i>P. maximum</i> )	16 - 16,5	1,13 - 1,17	15,4 - 17,3
Tanzânia ( <i>P. maximum</i> )	21,4	1,13 - 1,36	13,0

**Fonte:** Monteiro (2005).

## 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

**Tabela.** Produção de matéria seca de pastagens em função da adubação nitrogenada e fosfatada.

Presença de P	<i>B. decumbens</i> Piracanjuba/GO (71 dias rebrota)	<i>B. decumbens</i> Campo Grande/MS (41 dias rebrota)	<i>B. ruziziensis</i> Uberlândia/MG (45 dias rebrota)
<b>Controle (sem N)</b>			
Controle (sem P)	1.890	3.715	667
100 kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.903	3.383	641
<b>Aplicação de N (100 kg/ha)</b>			
Controle (sem P)	2.863	5.428	1.437
100 kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5.138	6.638	2.102

Fonte: Oliveira et al. (2001).

# FONTES DE N EM PASTAGEM

Em pastagem, o N é geralmente aplicado a lanço, na superfície, após o rebaixamento do pasto

Isso tem implicações na escolha da fonte de N

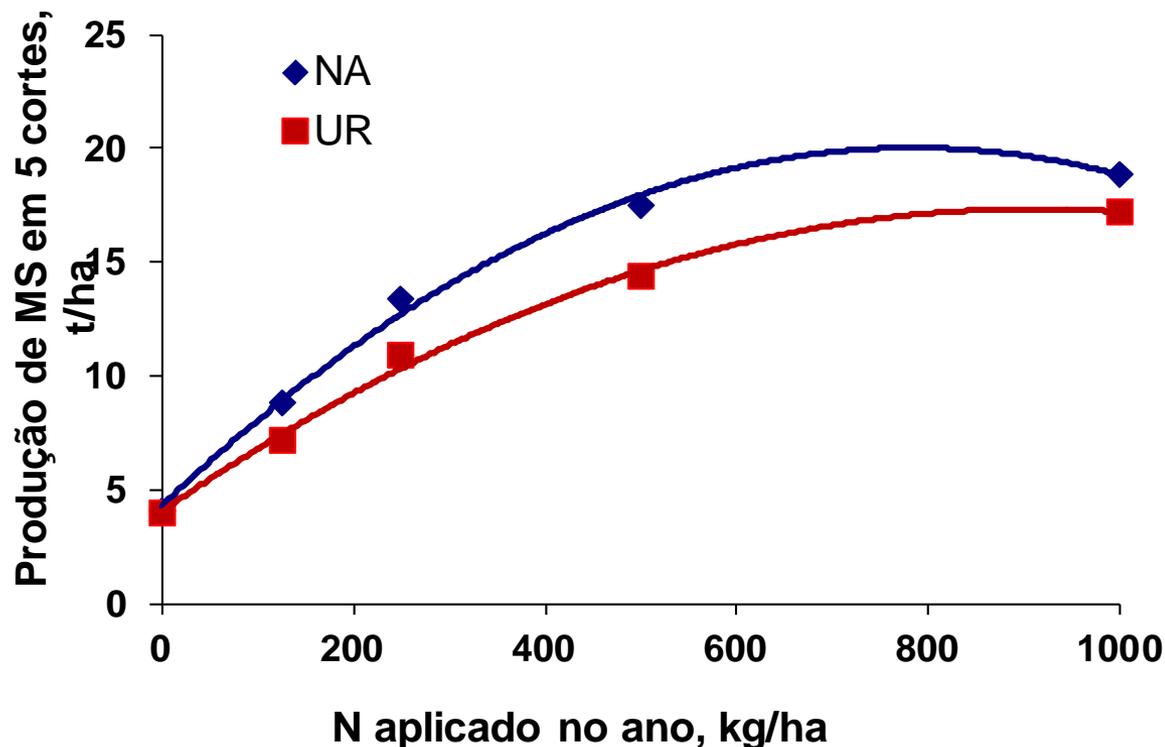
A alta resposta a N pressupõe que outras condições limitantes estão satisfeitas (acidez, P, outros nutrientes)

# Características dos principais fertilizantes nitrogenados

Fertilizante	Forma do N	Concentração	Outros nutrientes
		% N	%
Uréia	amídica	45	
Nitrato de amônio	50% NH <sub>4</sub> , 50% NO <sub>3</sub>	32	
Sulfato de amônio	NH <sub>4</sub>	20	21% S
MAP	NH <sub>4</sub>	9	48% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

As principais fontes são altamente solúveis e prontamente disponíveis para as plantas. Doses exageradas para o tipo de exploração (que não são absorvidas) podem ser perdidas: baixa eficiência = perda de \$

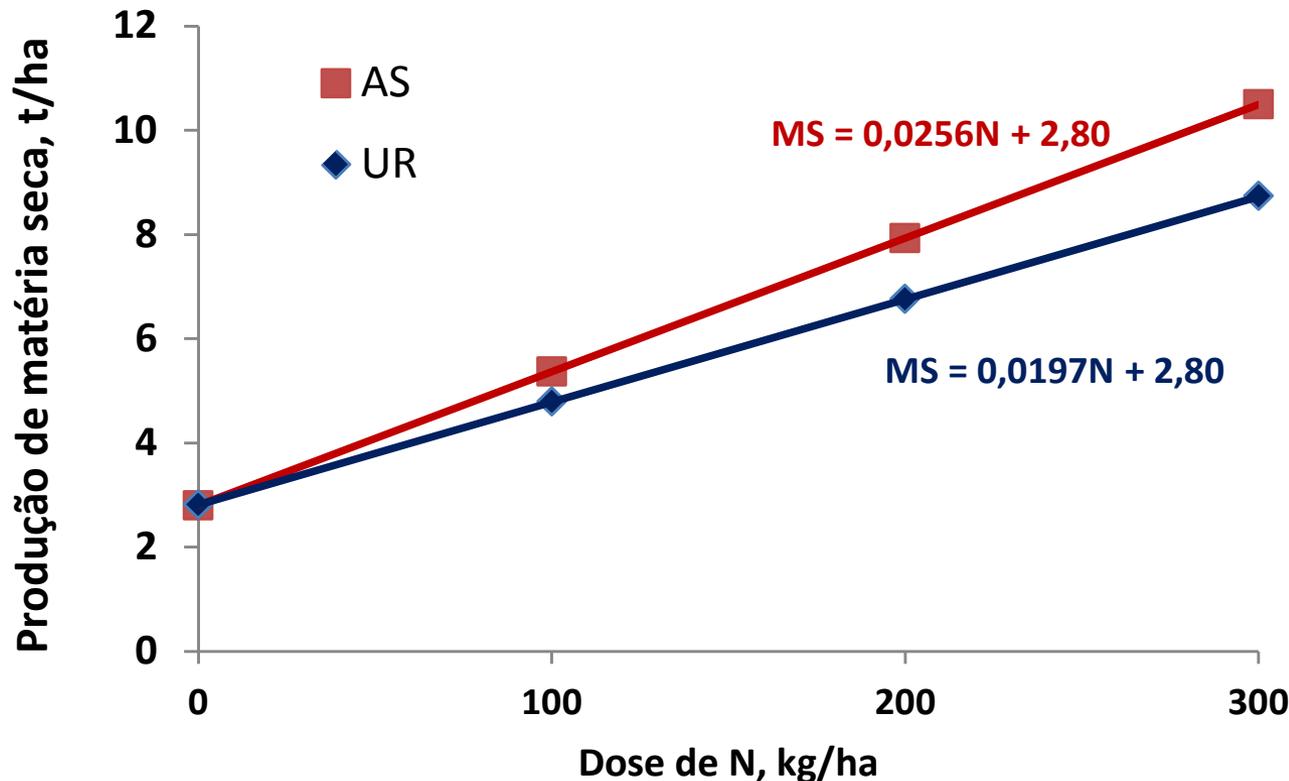
# Alta resposta de coastcross a N em manejo para alta produtividade



**Produção é somatória de 5 cortes. N aplicado após cada corte**

# Fontes de N em capim marandu: SA foi mais eficiente

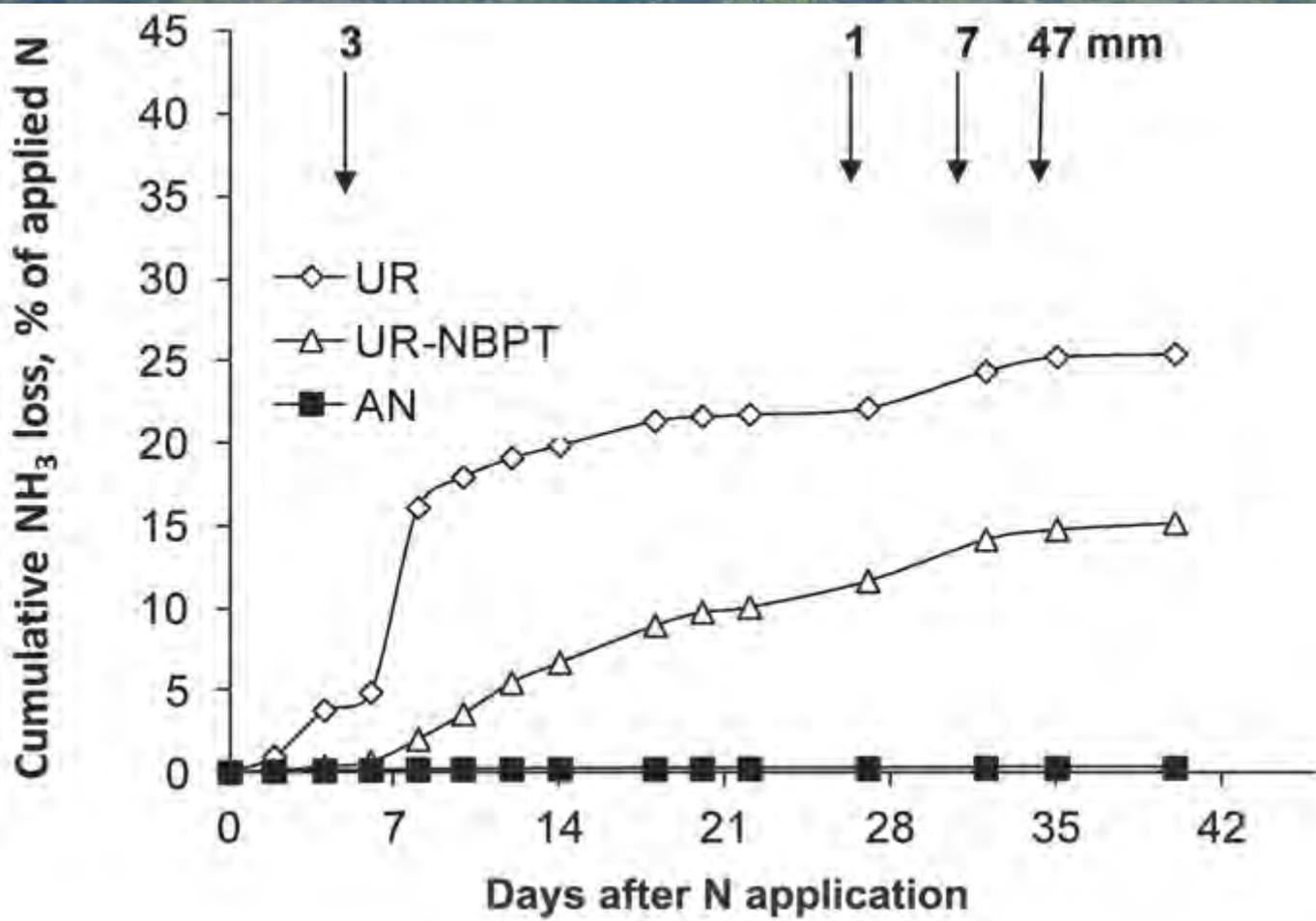
38



**SA não está sujeito a perdas de NH<sub>3</sub> e fornece enxofre**

**N aplicado em 3 vezes (Dez, Jan, Fev). Produção soma de três cortes**

Costa et al., 2010



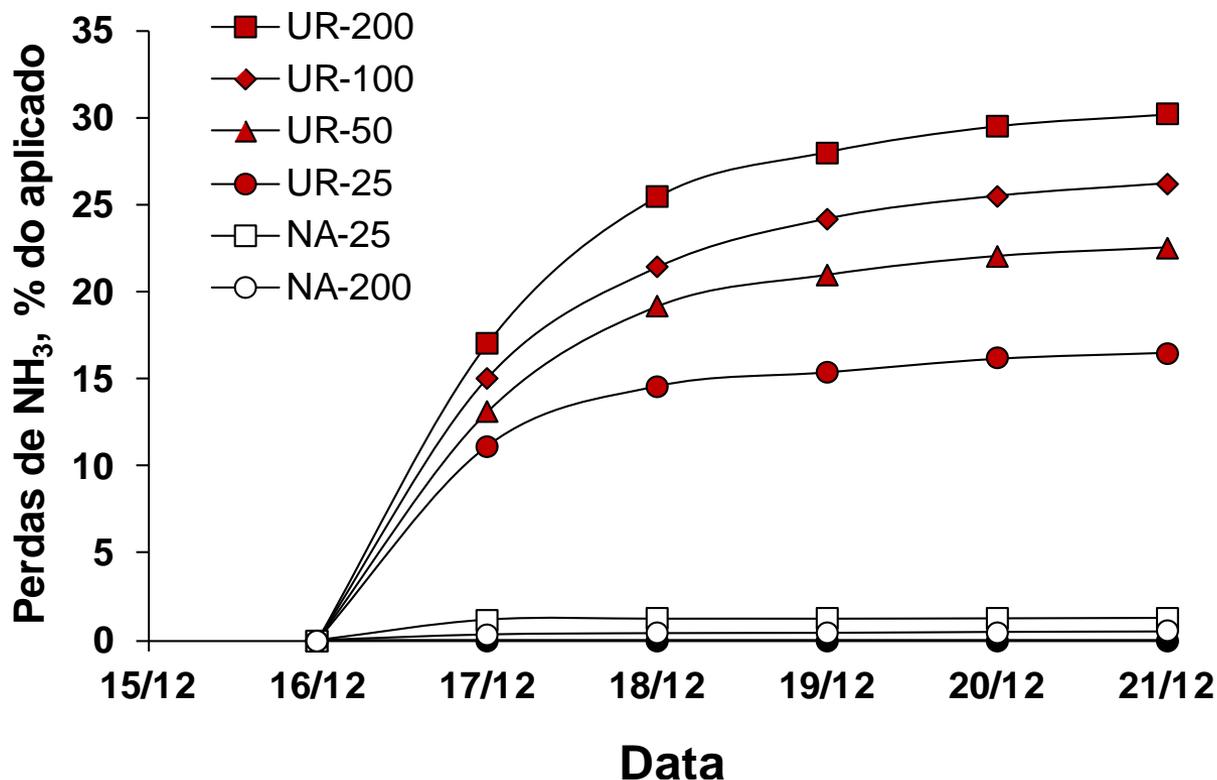
Perdas cumulativas de amônia em função da fonte aplicada.  
Fonte: Cantarella et al. (2008).

# Como prevenir perdas com o uso de ureia?

- **Incorporar ao solo**
  - **Meio mecânico ou chuva/irrigação (10-20 mm)**
  - **Se incorporada, a ureia é tão eficiente quanto outras fontes não sujeitas a perdas de  $\text{NH}_3$** 
    - **Incorporar adubo em pastagem formada não é praticável**
- **Reduzir doses/parcelar**
- **Usar aditivos para retardar a hidrólise**

# Pastagens: perdas de $\text{NH}_3$ proporcionais à dose de N

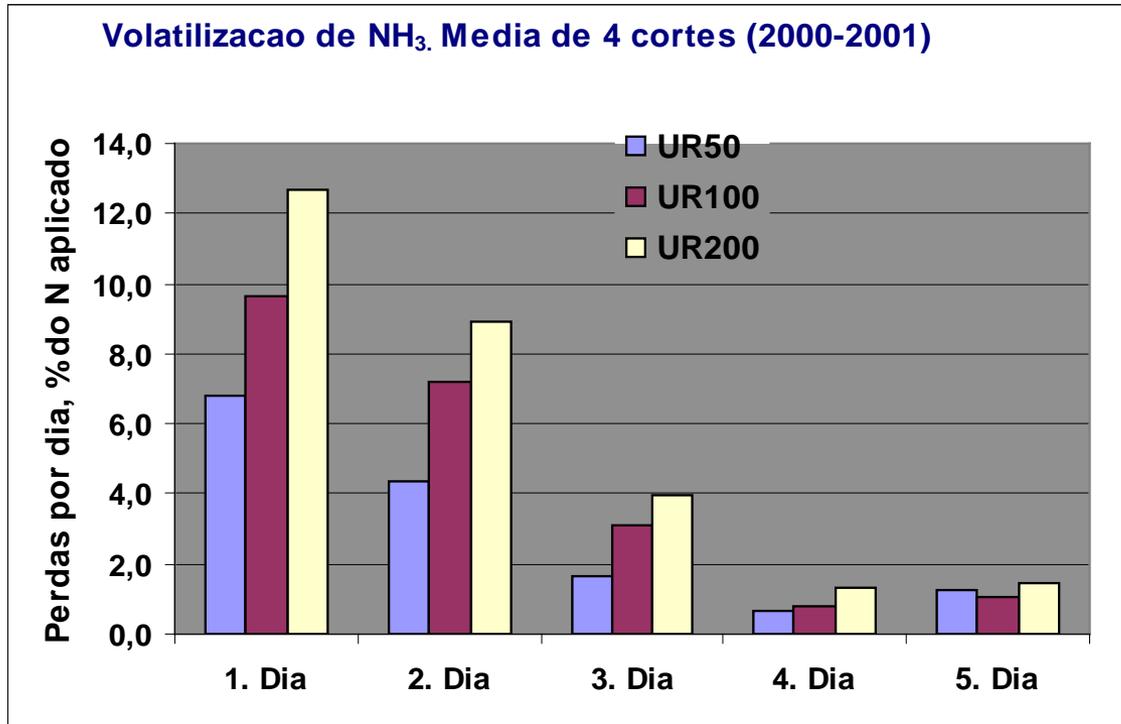
41



**Perdas podem ser substanciais dependendo das condições ambientais. Nesse caso, altas doses, altas temperaturas e umidade e presença de restos vegetais (coastcross)**

# Em pastagem, a volatilização de $\text{NH}_3$ pode ser muito rápida: pico em 1. e 2. dias nesse estudo

42



**Normalmente o pico ocorre no terceiro ou quarto dias. Em pastos irrigados isso dá algum tempo para incorporar a ureia; mas, nesse caso, mais da metade das perdas ocorreu em dois dias**

# Inibidor de urease & perda de $\text{NH}_3$ com ureia. Pastagem de braquiária

Experimento	Perdas de por volatilização de $\text{NH}_3$ com fertilizante (% redução)	
	Ureia	Ureia+NBPT
	-----% do N aplicado -----	
Local 1	18	6 (69)
Local 2	51	22 (56)
Local 3	18	3 (83)
Local 4	18	2 (89)
Média	26	8 (69)

# Recuperação de pastagens degradadas via adubação: *Sinergismo entre fósforo e nitrogênio*

---



# Recuperação de pastagens degradadas via adubação: *Sinergismo entre fósforo e nitrogênio*

Produção anual de massa seca de *Brachiaria decumbens* em recuperação, submetido a doses de fósforo (P) e nitrogênio (N), e eficiência média da adubação.

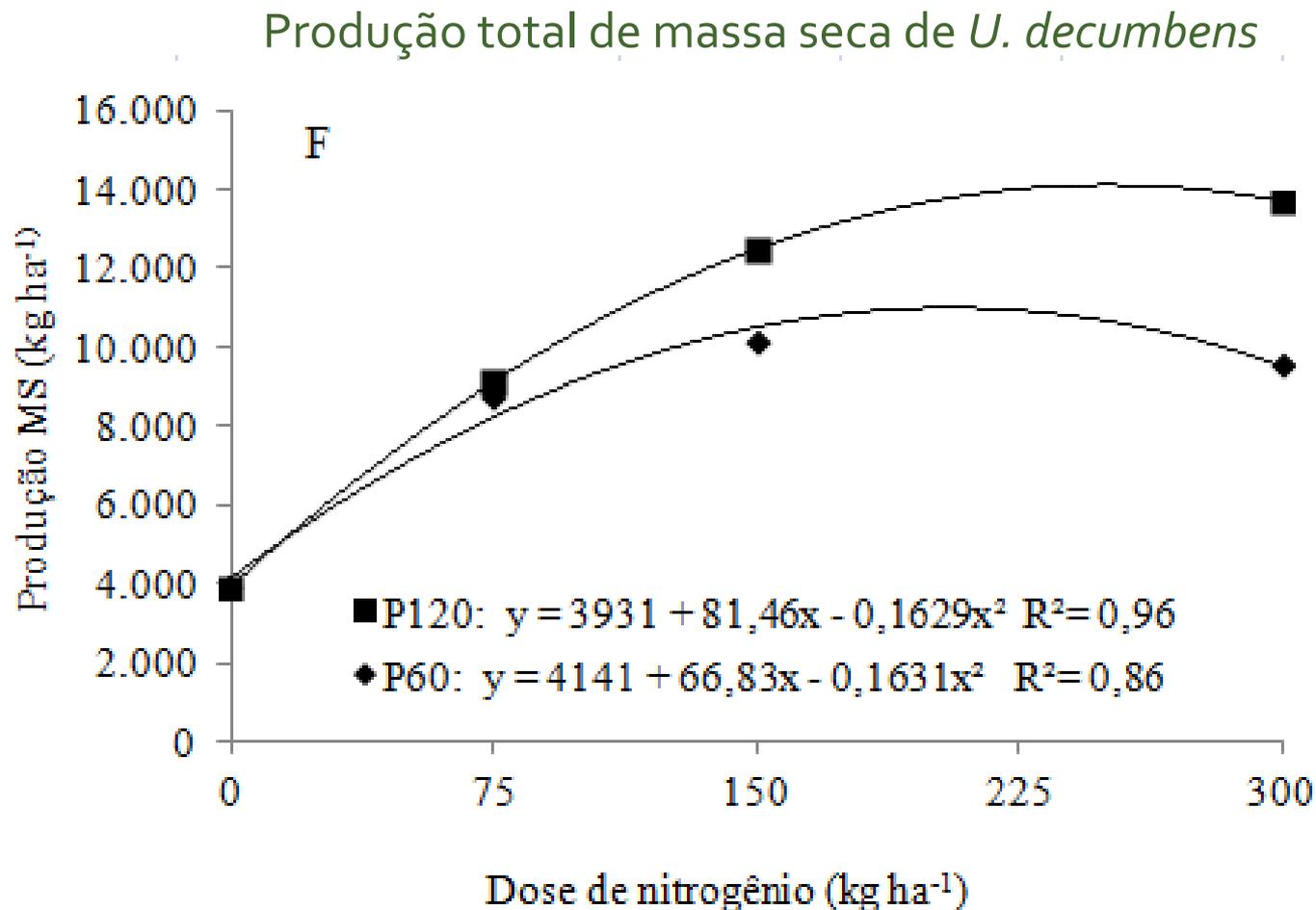
Dose de fósforo (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	Dose de nitrogênio (kg N/ha)			
	0	75	150	300
Produção de massa seca (t/ha.ano)				
0	3,35	-	-	-
60	3,39	8,14	9,95	11,9
120	3,56	8,31	12,1	15,3
Eficiência da adubação (kg de MS/kg de N)				
60	-	57	39	23
120	-	61	51	32

<sup>1</sup>Dose de P aplicada, via superfosfato triplo, somente no primeiro ano do ensaio.

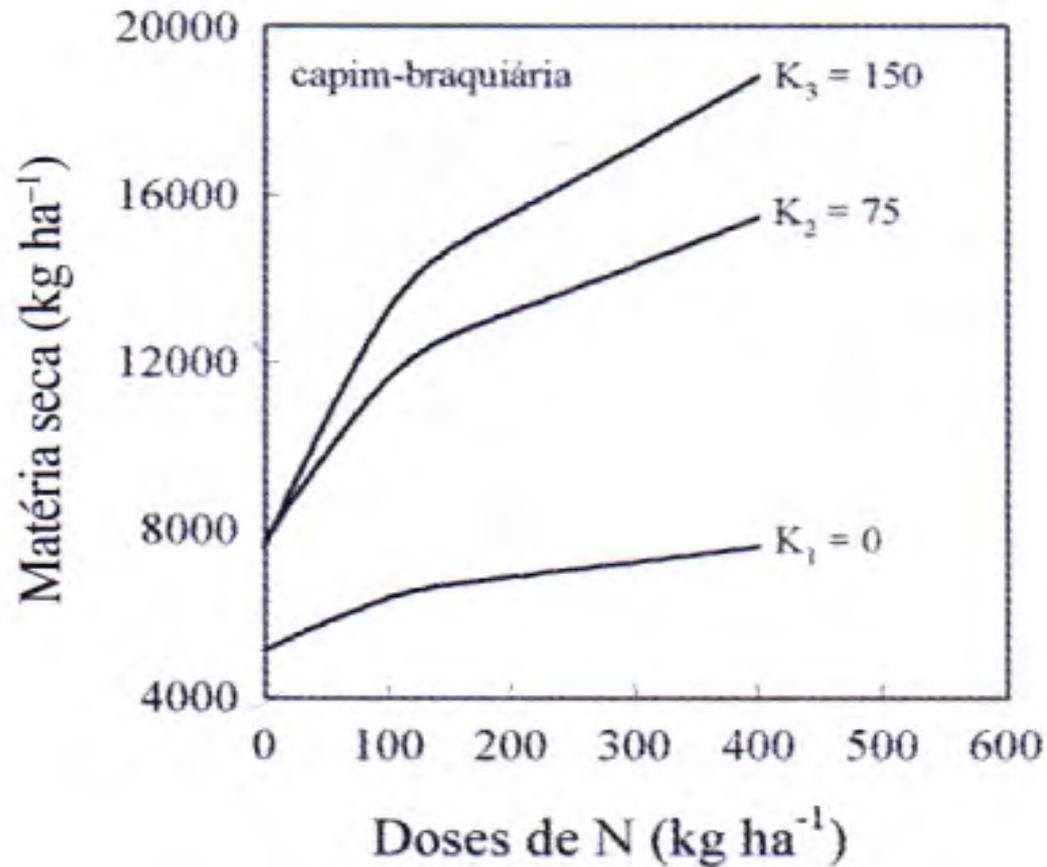
Fonte: Lupatini et al. (2010).



# Recuperação de pastagens degradadas via adubação: *Sinergismo entre fósforo e nitrogênio*



Fonte: Lupatini et al. (2010).

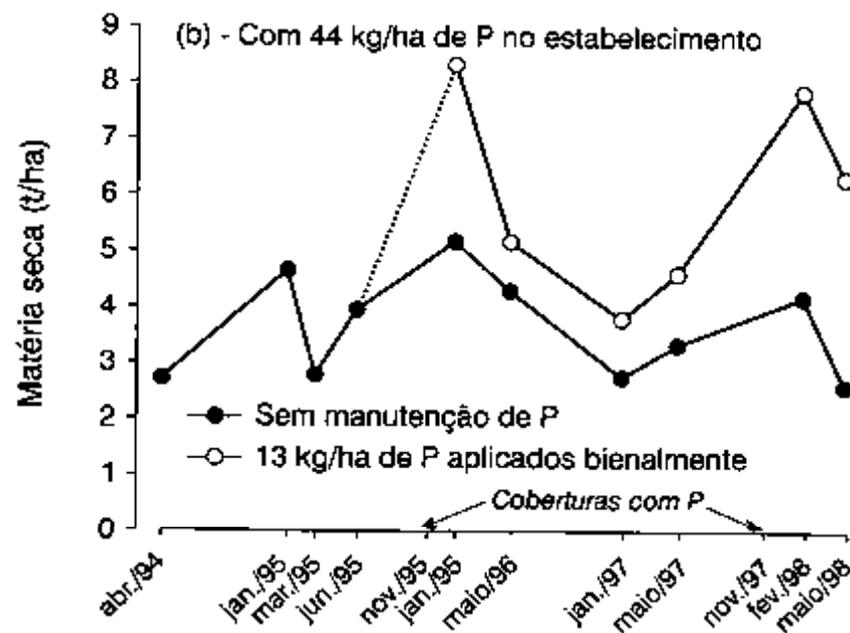
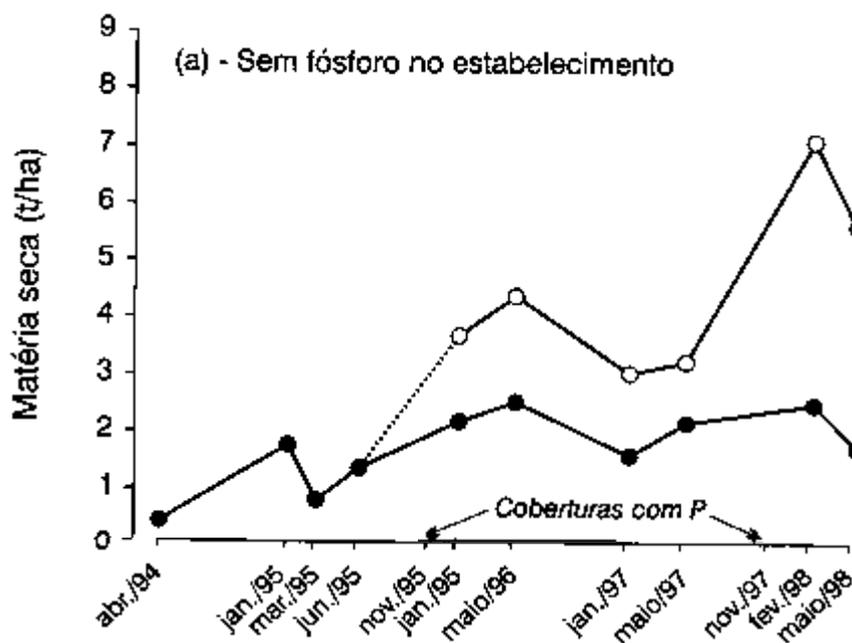


Acúmulo de matéria seca do capim braquiária em função da adição de N e K. Fonte: Carvalho et al. (1991).

# Adubação fosfatada para formação de pastagens:

*importância da correção inicial da baixa disponibilidade de P no solo*

Produção de massa seca de *Brachiaria decumbens* em resposta a adubação bienal com fósforo (13 kg/ha de P)



Fonte: Souza e Lobato (2004)

## Adubação fosfatada para formação de pastagens: fontes de P

Produção total de massa seca do capim braquiária cultivado por 10 anos e eficiência agrônômica relativa das fontes de P (150 kg/ha de P)

Fontes de P	Produção t/ha	EAR %
Araxá, Brasil	48	61
Gafsa, Tunísia	64	93
Carolina do Norte, EUA	61	89
Termofosfato, Brasil	65	97
Superfosfato simples	67	100

Fonte: Lobato et al. (1986).

Eficiência agrônômica relativa de fosfatos naturais reativos para gramíneas forrageiras na região dos Cerrados

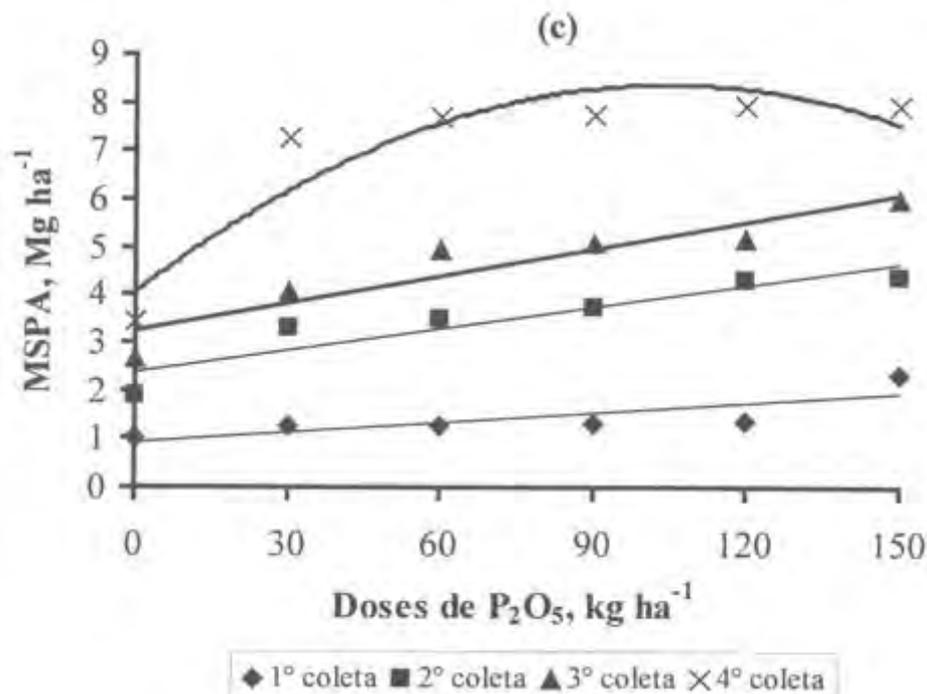
Fontes de P	EAR (%)		
	Ano 1	Ano 2	Ano 3
Arad, Israel	69	102	101
Carolina do Norte, EUA	86	116	128
Gafsa, Tunísia	103	100	88

Fonte: Bono e Macedo (1998) e Lobato et al. (1999).



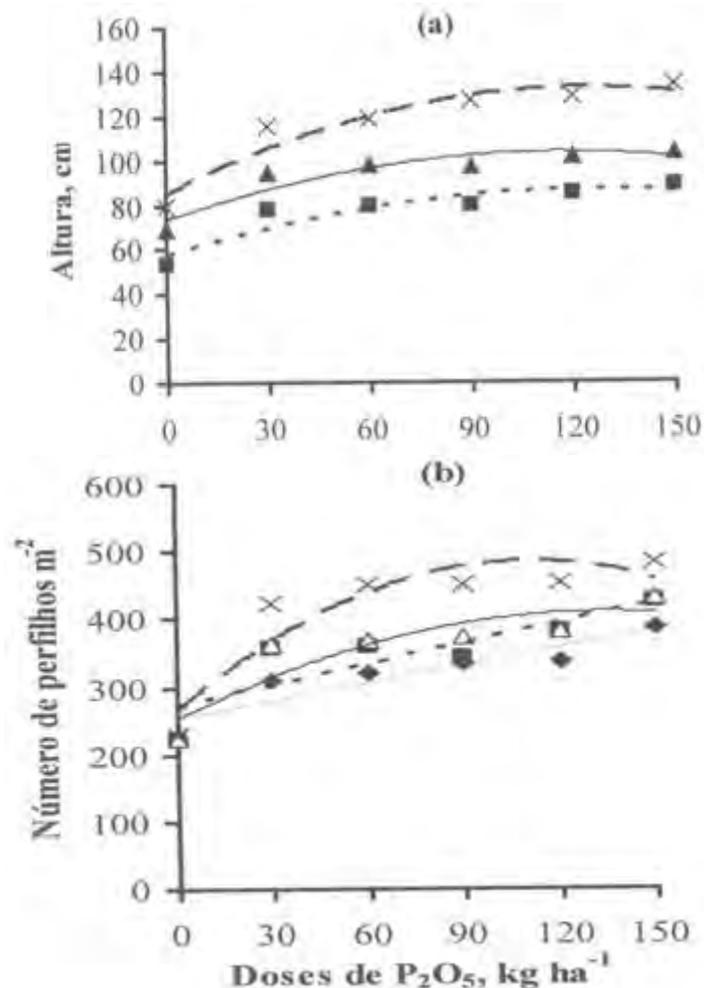
# Adubação fosfatada para formação de pastagens: fontes

Produção de massa seca da parte aérea (MSPA), altura e número de perfilhos do capim Mombaça em função de doses de P aplicadas



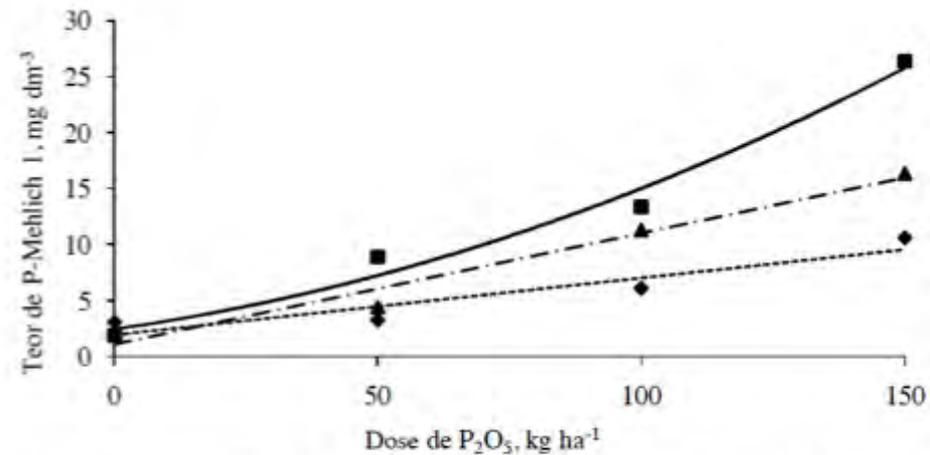
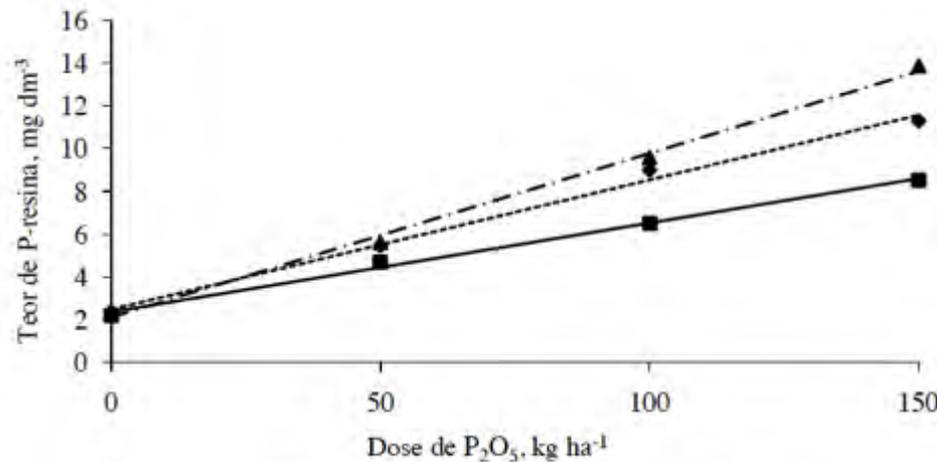
Solo argiloso com baixo P no estado de Tocantins  
Coletas: 14, 21, 28 e 35 após corte de uniformização (49 DAE)

Fonte: Ferreira et al. (2008).



# Adubação fosfatada para formação de pastagens: fontes

Disponibilidade de P no solo avaliada por dois extratores em função da de fontes e doses de P aplicadas em um Latossolo textura média (Minas Gerais)



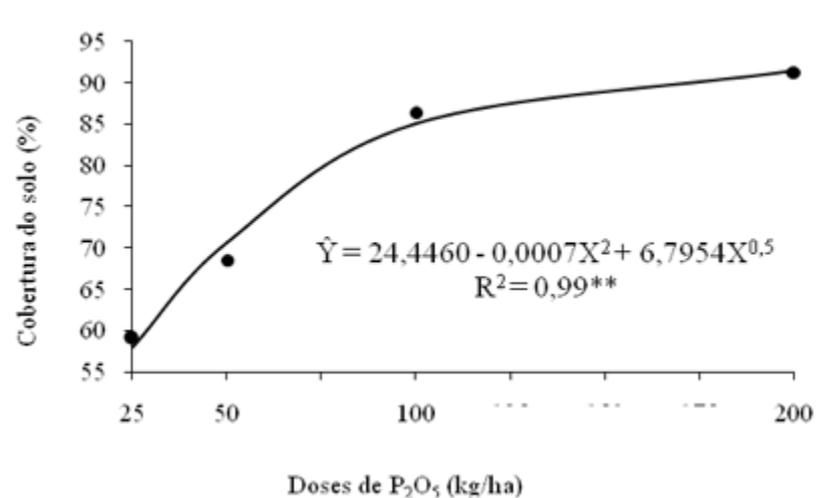
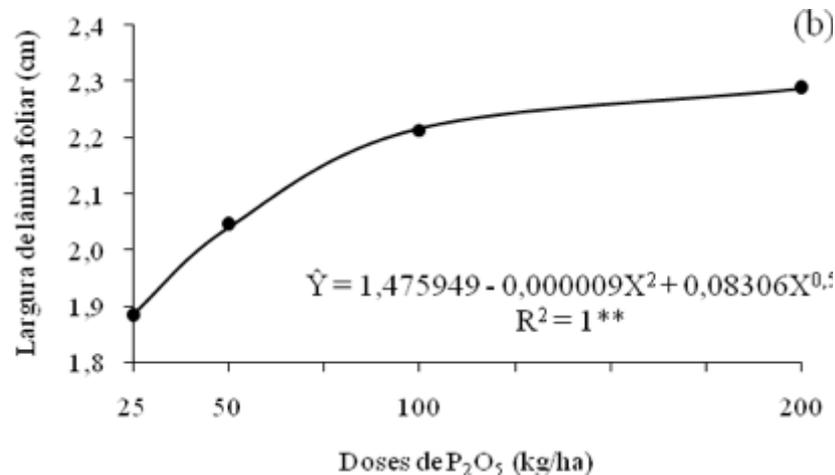
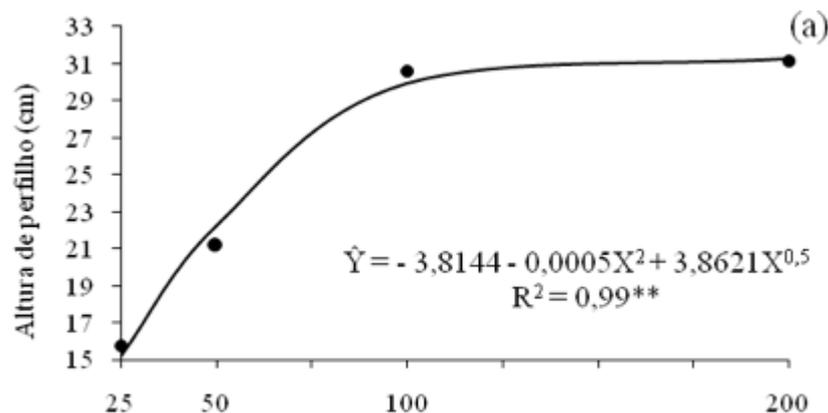
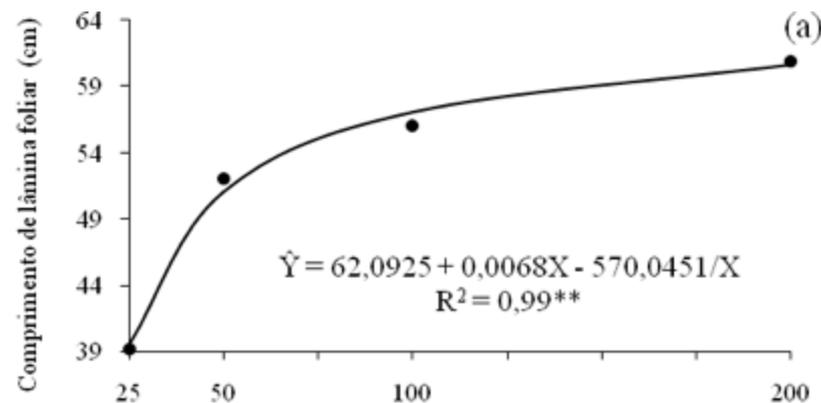
■ Hiperfosfato de Gafsa  $y = 0,041x + 2,42$   $R^2 = 0,99^*$   
◆ Superfosfato triplo  $y = 0,061x + 2,46$   $R^2 = 0,99^*$   
▲ Termofosfato magnésiano  $y = 0,078x + 2,02$   $R^2 = 0,99^*$

■ Hiperfosfato de Gafsa  $y = 2,47 + 0,066x + 0,0006x^2$   $R^2 = 0,98^*$   
◆ Superfosfato triplo  $y = 1,97 + 0,051x$   $R^2 = 0,87^*$   
▲ Termofosfato magnésiano  $y = 1,11 + 0,099x$   $R^2 = 0,97^*$

Fonte: leiri et al. (2010).

# Adubação fosfatada para formação de pastagens

Características morfológicas do capim Xaraés em função de doses de P aplicadas em um Latossolo muito argiloso (Minas Gerais)



Fonte: Lopes et al. (2011).

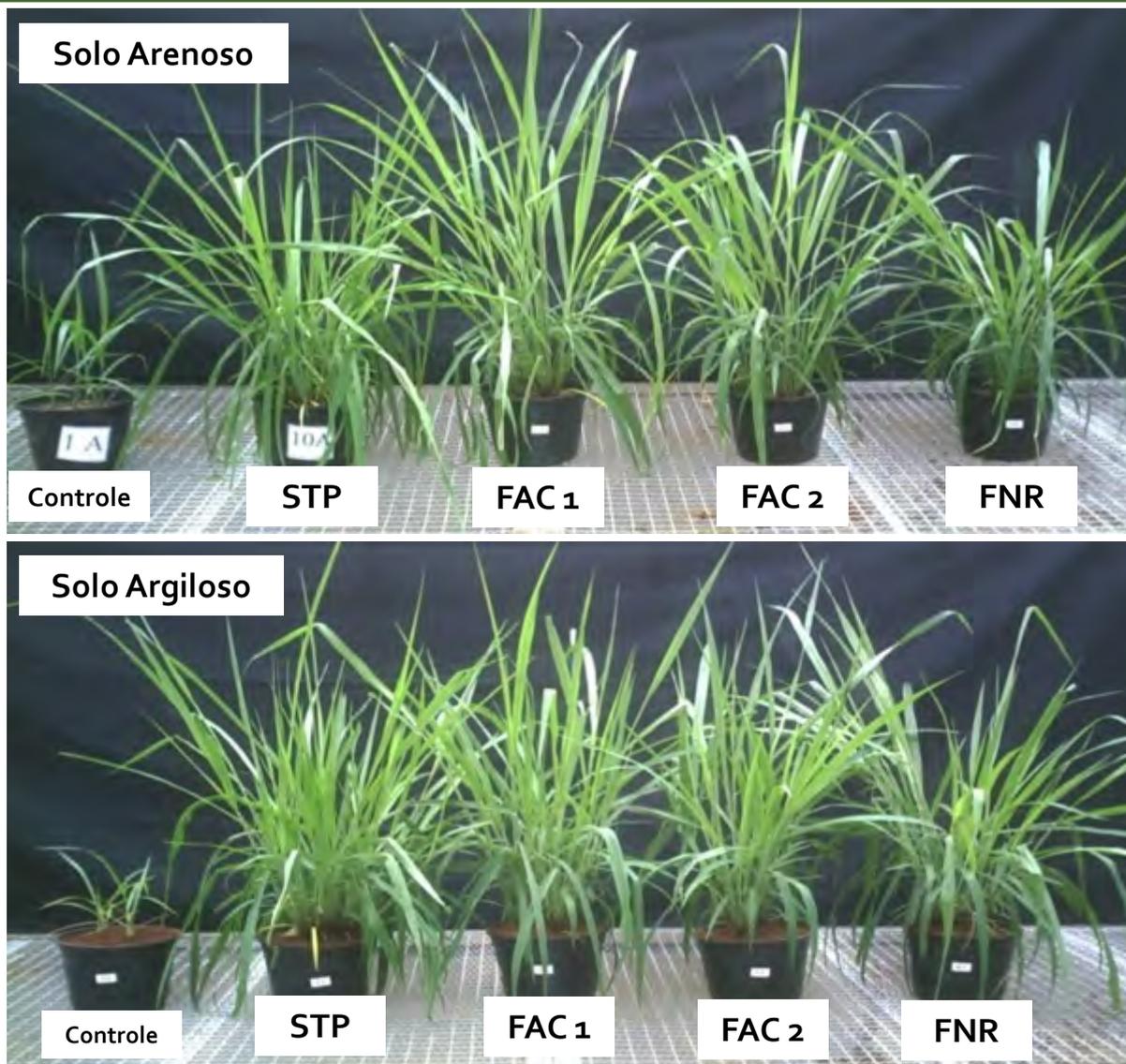
# Comparação de fontes de P para *B. brizantha* em dois tipos de solo

Eficiência agrônômica relativa (EAR, %) de fontes de P para o capim braquiaria cultivado em dois tipos de solos

Fontes de P	Eficiência agrônômica relativa (%)	
	Primeiro cultivo	Segundo cultivo
<i>Solo arenoso</i>		
Superfosfato triplo	100	100
Fosfato aluminoso calcinado, MA	76	91
Fosfato aluminoso calcinado, SP	56	96
Fosfato natural reativo, Arad	51	87
<i>Solos argiloso</i>		
Superfosfato triplo	100	100
Fosfato aluminoso calcinado, MA	59	103
Fosfato aluminoso calcinado, SP	31	93
Fosfato natural reativo, Arad	51	84

**Fonte:** Francisco, EAB (2006).

# Comparação de fontes de P para *B. brizantha* em dois tipos de solo



Fonte: Francisco, EAB (2006).

# Comparação de fontes de P em função do pH do solo

Eficiência agrônômica relativa (EAR, %) de fontes de P para o arroz de sequeiro cultivado em solos com pH original e corrigido

Fonte de P	Rendimento de grãos	P acumulado
pH do solo 5,4		
Superfosfato triplo	100	100
Fosfato aluminoso calcinado, MA	89	80
Fosfato aluminoso calcinado, SP	83	80
Fosfato natural de Gafsa	95	106
pH do solo 7,0		
Superfosfato triplo	100	100
Fosfato aluminoso calcinado, MA	49	68
Fosfato aluminoso calcinado, SP	49	62
Fosfato natural de Gafsa	0	1

**Fonte:** Francisco, EAB (2006).

## Reforma de pastagem em Rolim de Moura-RO após calagem e adubação fosfatada (200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha SFS)



## ConSORCIAMENTO DE MILHO COM *B. ruziziensis*



## B. Ruziziensis após a colheita do milho



kg N/ha 0

50

100

150

t MS/ha 5,8

6,2

6,8

6,9

**Folhas de  
*B. ruziziensis*  
consorciada com o  
milho safra**

# Integração Lavoura-pecuária, Bandeirantes-MS



# Integração Lavoura-pecuária, Bandeirantes-MS



# 1. MÁQUINAS APLICADORAS

## INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS



**CENTRÍFUGO COM DOIS DISCOS COM DOSADOR  
VOLUMÉTRICO TIPO ESTEIRA LONGITUDINAL CENTRAL**

LANÇAMENTO

Rota  
Flow

NOGUEIRA

ATENÇÃO  
1650 KG

ATENÇÃO

**CENTRÍFUGO COM 2 DISCOS E DOSADOR GRAVIMÉTRICO**

## 2. CORRETIVOS E FERTILIZANTES

### ○ PROPRIEDADES FÍSICAS

- A) ESTADO FÍSICO ⇒

#### ○ Sólido x Fluido x Gasoso

- B) GRANULOMETRIA – Tamanho e formato
- C) DUREZA DOS GRÂNULOS
- D) FLUIDEZ ou ESCOABILIDADE
- E) DENSIDADE

# Qualidade operacional



FONTE: MÁRCIO VERONESE, FUNDAÇÃO MT/PMA  
(2012)

# Termofosfato - 100 Mesh



Largura de Trabalho = 4,5 m  
CS = 1,10  
CV = 19,7%

# Termofosfato - 20 Mesh



Largura de Trabalho = 7,9 m  
CS = 1,08  
CV = 20,2%

# QUALIDADE E UNIFORMIDADE

## MISTURA DE GRÂNULOS

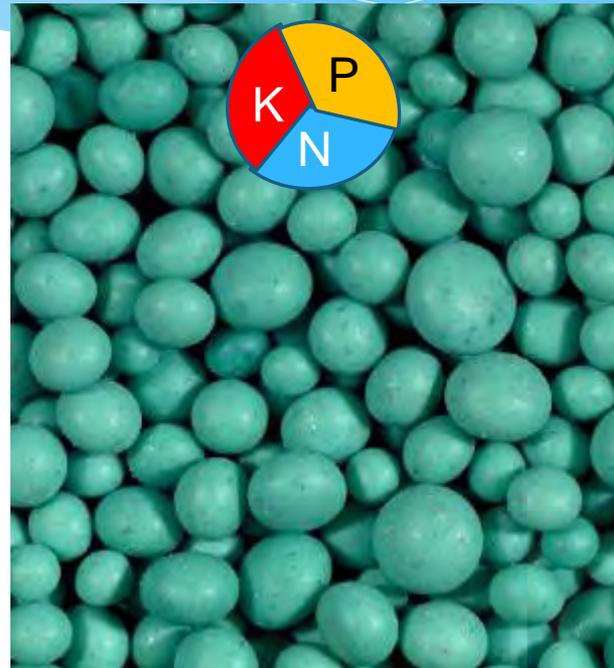
Uma mistura com diferentes tamanhos, formatos e densidades !



**Risco de segregação e aplicação desuniforme no campo**

## MISTURA GRANULADA OU COMPLEXA

Todos os nutrientes no mesmo grão



**Aplicação uniforme dos nutrientes**

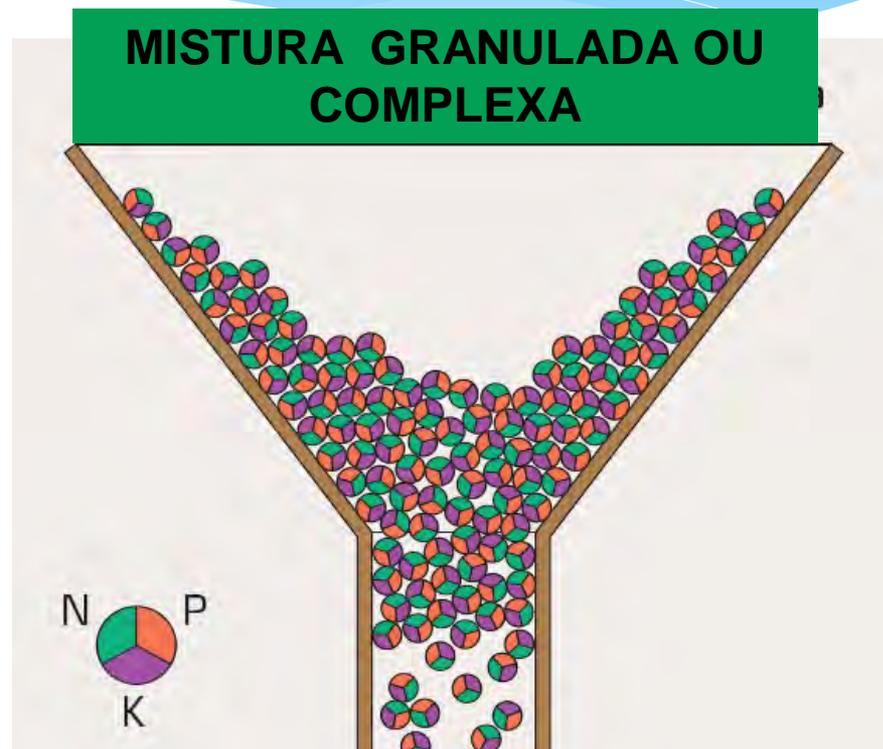
# UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO: SEGREGAÇÃO NO PROCESSO DE ESCORRIMENTO

## MISTURA DE GRÂNULOS



Resultado: Segregação de nutrientes  
Lavoura desuniforme

## MISTURA GRANULADA OU COMPLEXA



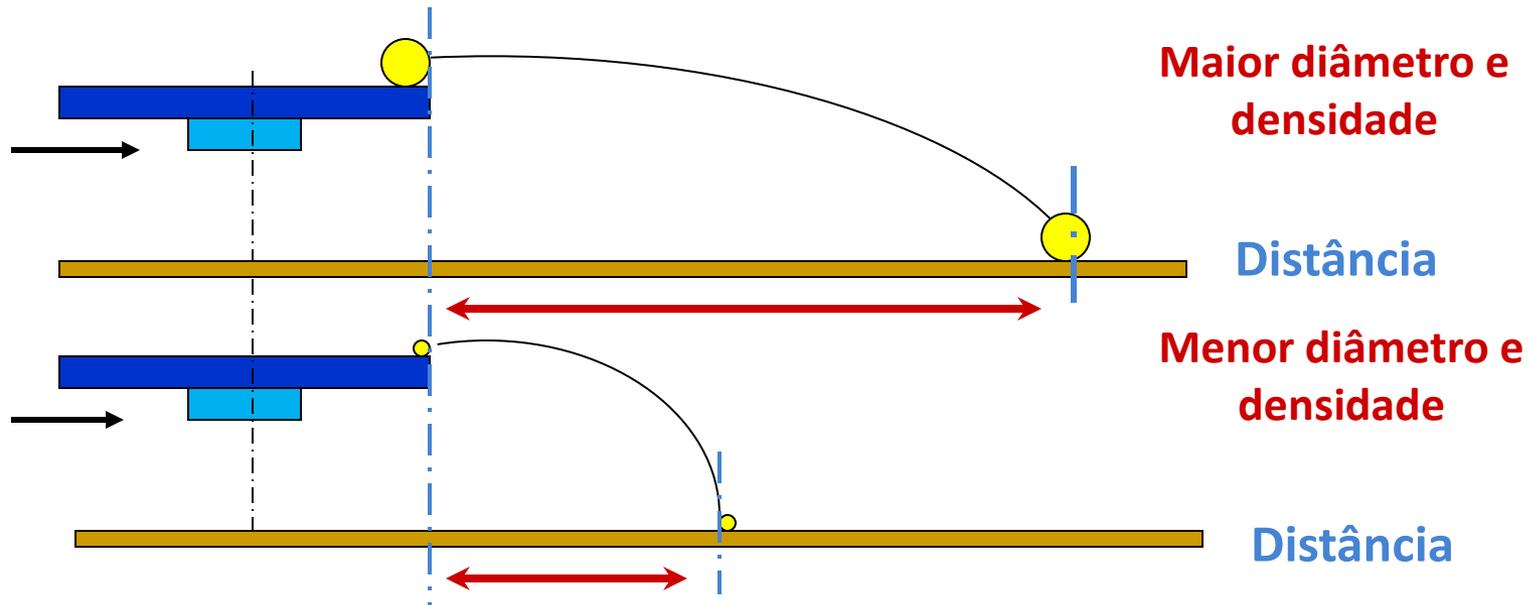
Resultado: Nutrição equilibrada  
Lavoura uniforme

# ESCOAMENTO DE MISTURA DE GRÂNULOS N:P:K EM ADUBADORA DE SOQUEIRA ÂNGULO DE REPOUSO x SEGREGAÇÃO



# GRANULOMETRIA X SEGREGAÇÃO

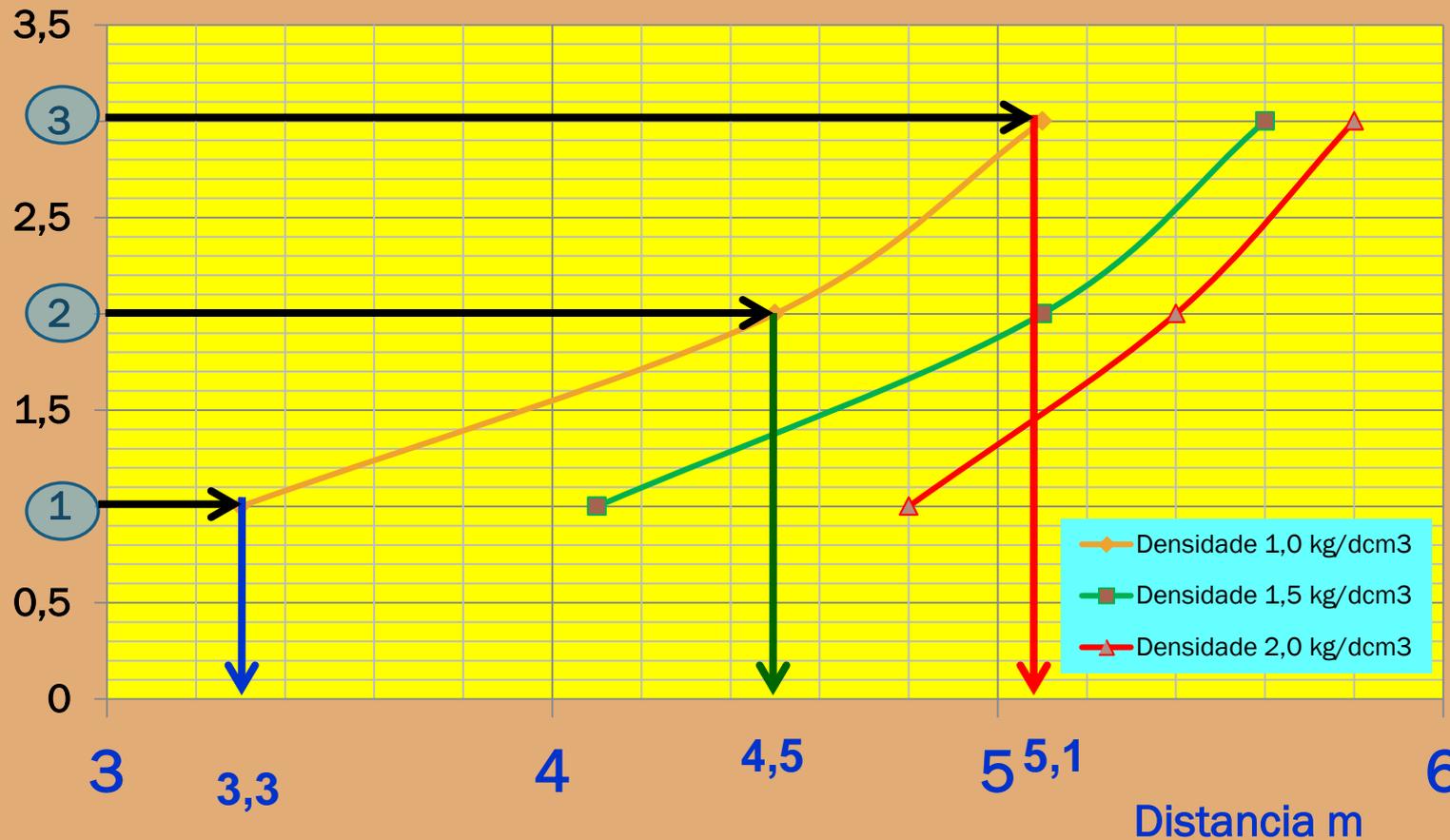
- \* A) Na embalagem: transporte e manuseio
  - \* Sacaria 50 kg e Big Bag (500 a 1.000 kg)
- \* B) Na aplicação
  - \* Lançamento mecânico: Distância  $f$  ( tamanho e densidade )



# DISTANCIA (m) DE LANCAMENTO DE PARTICULAS EM FUNCAO DO TAMANHO E DENSIDADE

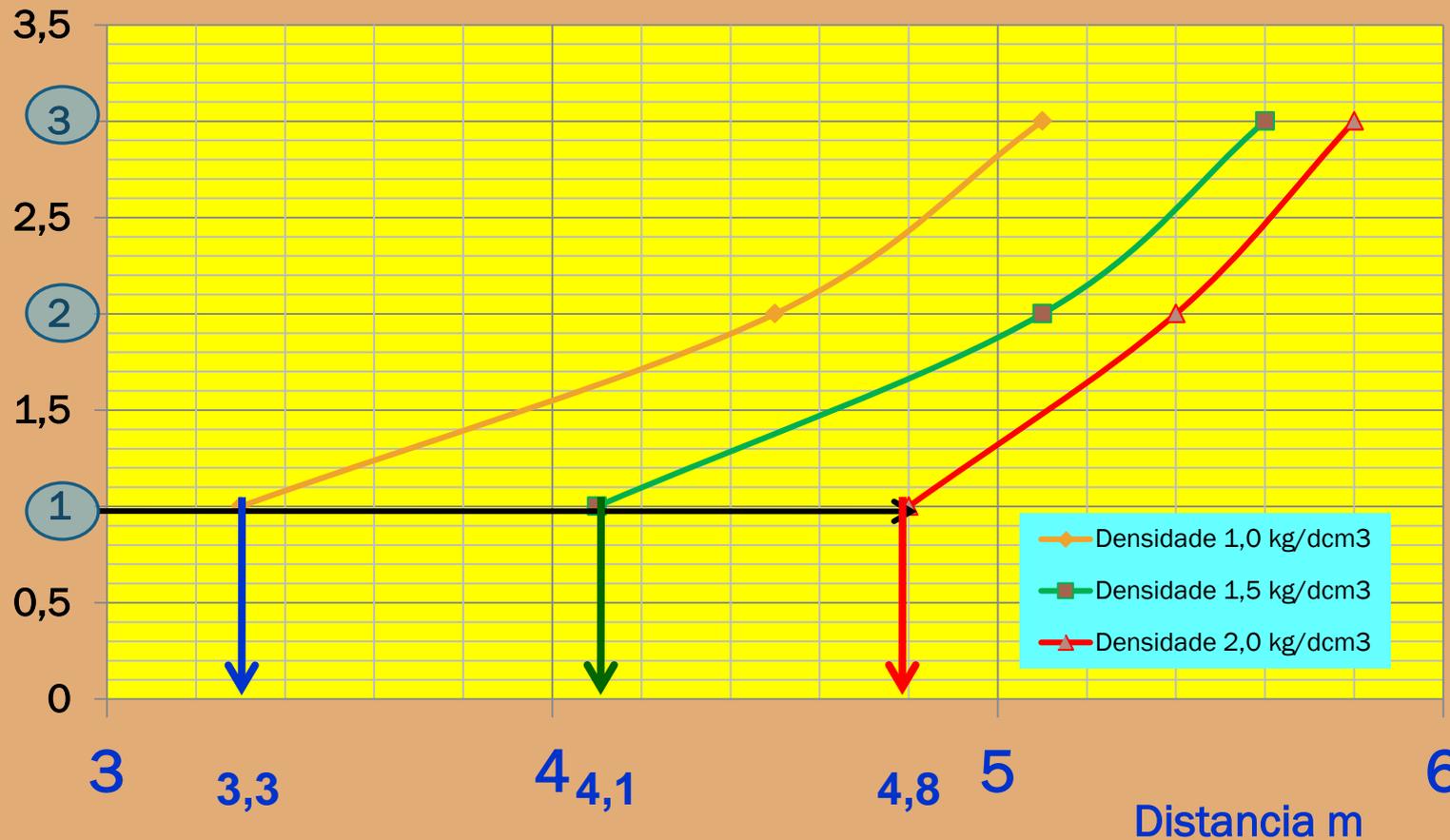
Tamanho mm

Lançamento em função da Granulometria

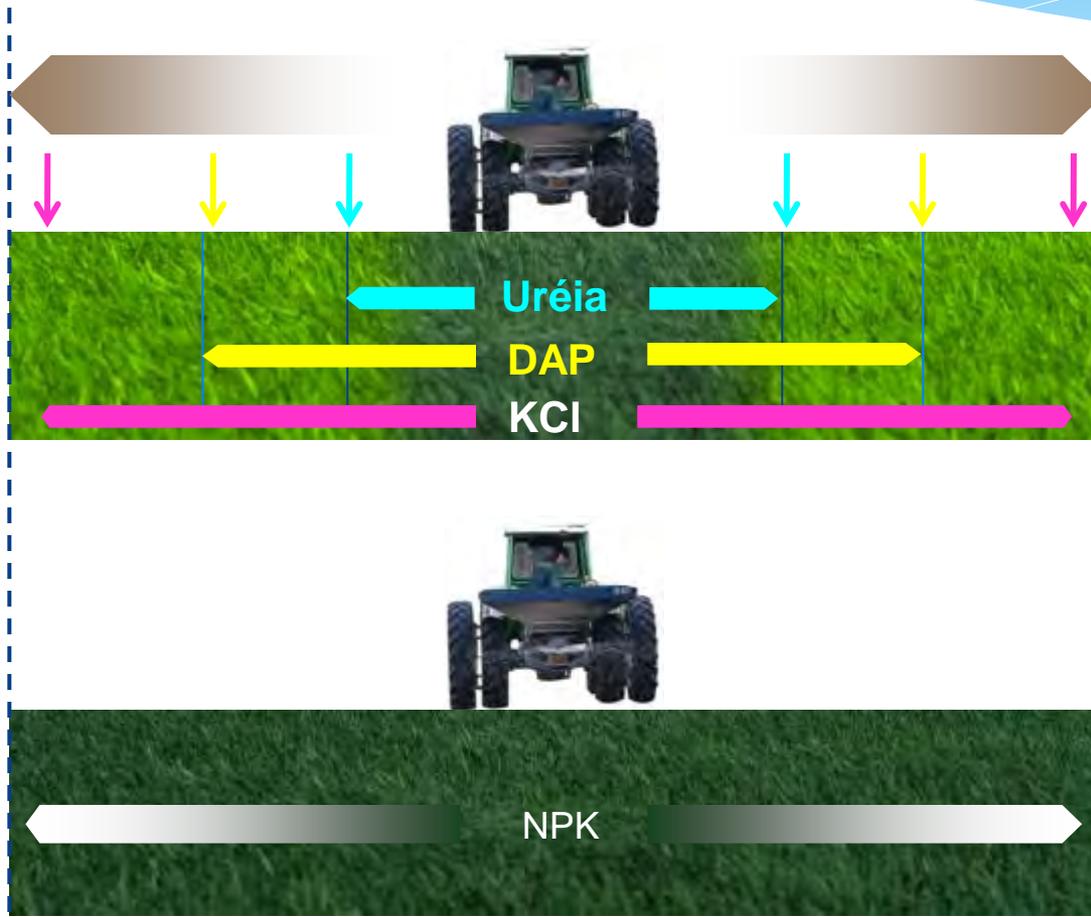


# DISTANCIA (m) DE LANÇAMENTO DE PARTICULAS EM FUNÇÃO DO TAMANHO E DENSIDADE

Tamanho mm Lançamento em função da Densidade do Fertilizante



## Largura de aplicação



- A largura de aplicação de partículas leves como a uréia é menor do que as mais pesadas como DAP e KCl.

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



**Website:**

<http://brasil.ipni.net>  
[efrancisco@ipni.net](mailto:efrancisco@ipni.net)

**Telephone:**

(66) 3023-1517  
(19) 98723-0699