

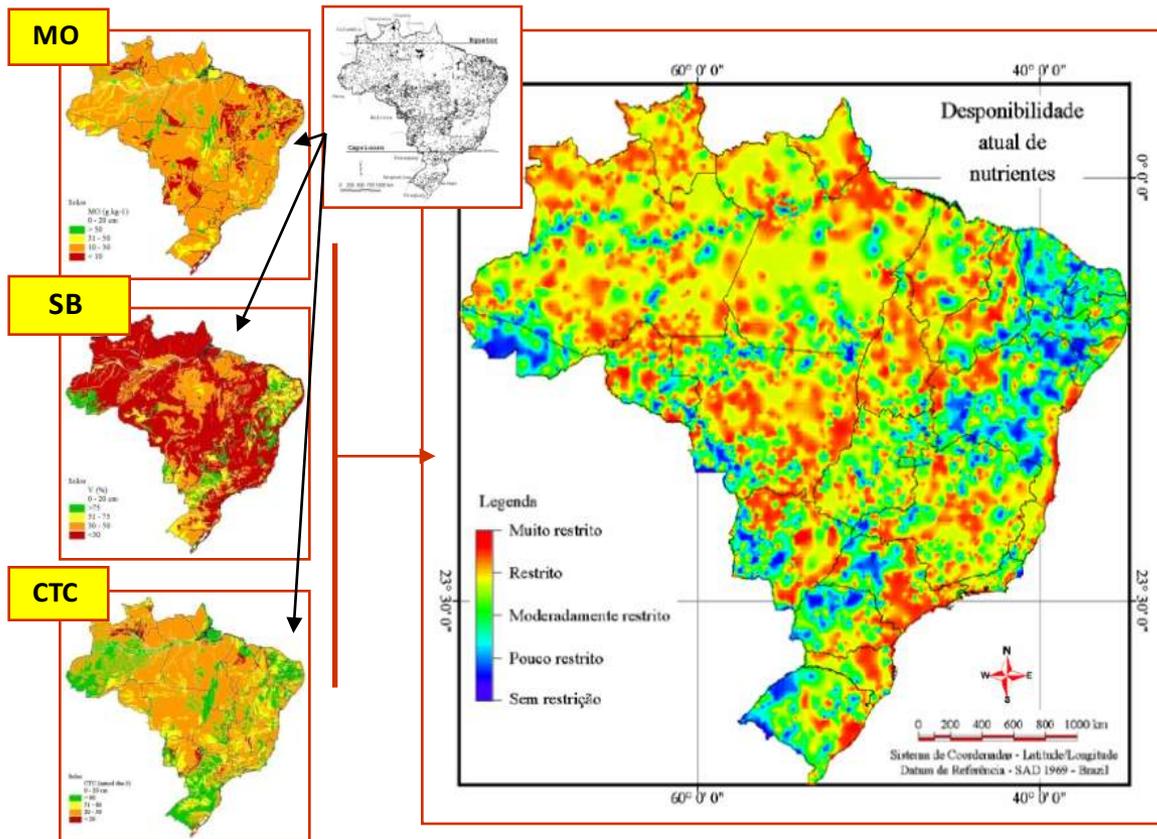


Adubação NP em Pastagens Otimização da Aplicação de Fertilizantes

Eros Francisco
IPNI Brasil



Restrição dos solos brasileiros em relação à fertilidade



Lopes & Fox (1977):

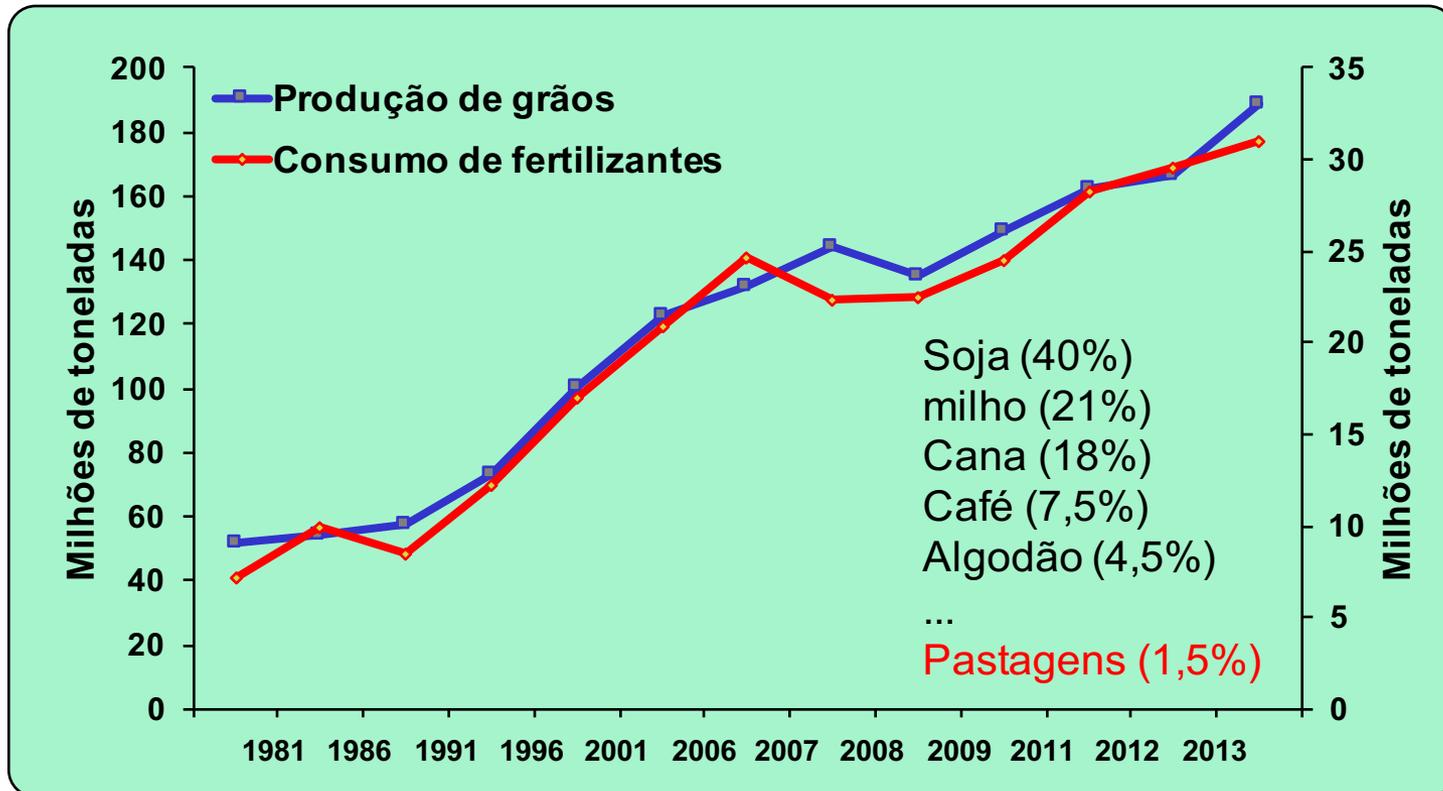
- 518 amostras de terra
- Disponibilidade de P: 0,1 e 16,5 ppm P
- **92% das amostras com P < 2 ppm**

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),

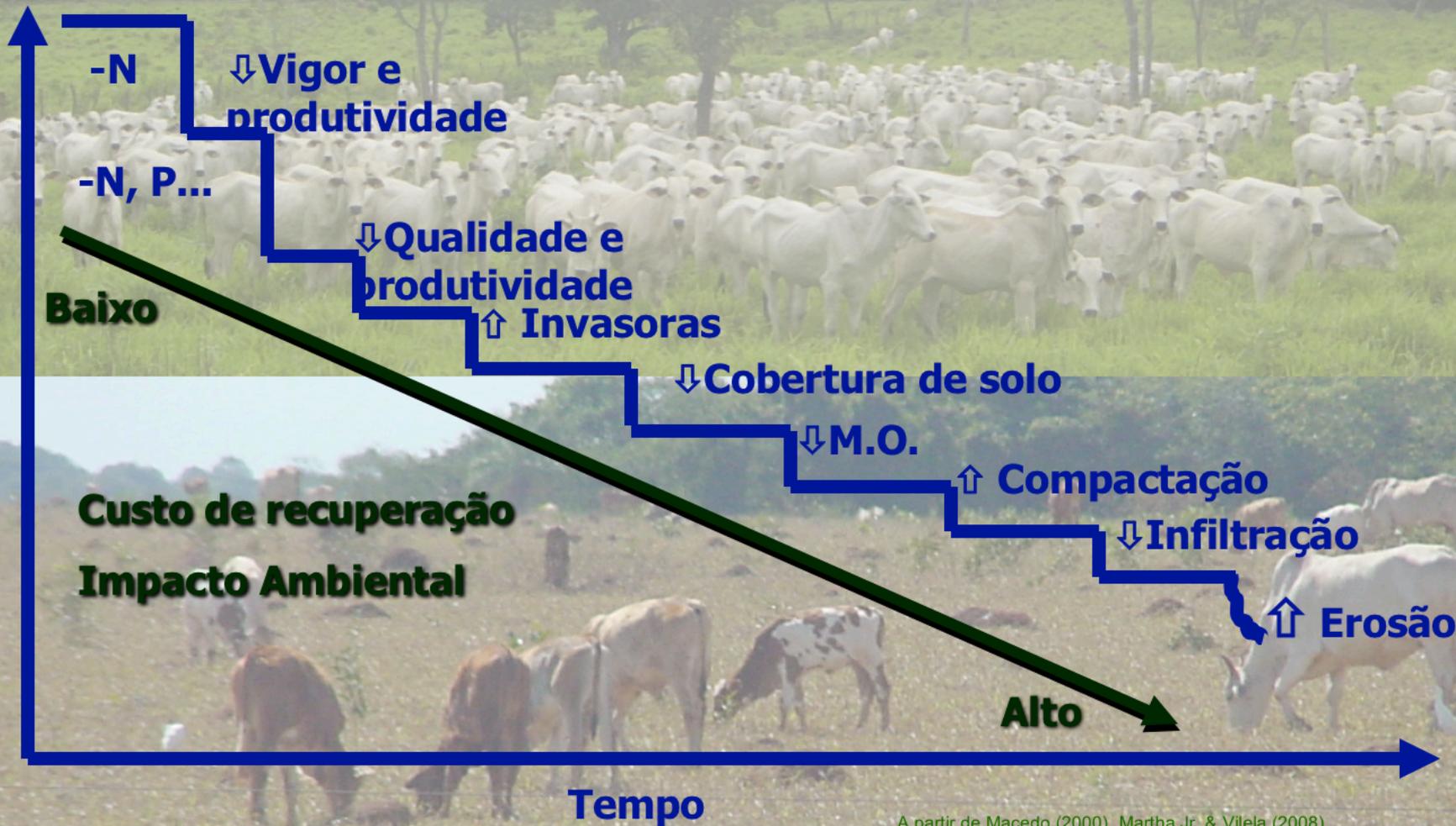
Algodão em caroço, amendoim, arroz, cevada, canola, centeio, cevada, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trigo e triticale

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 ?

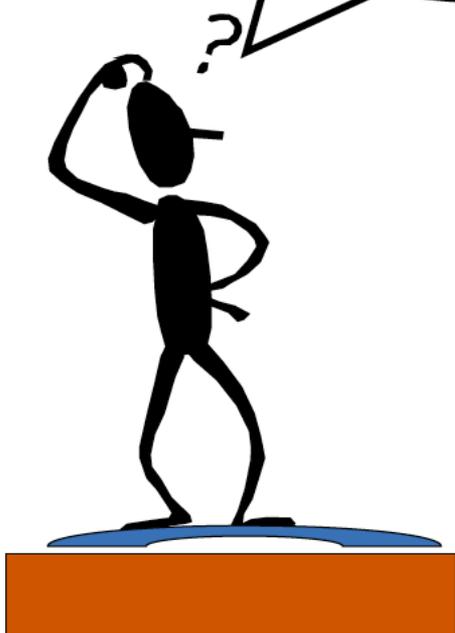
O Processo de Degradação de Pastagens



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

RECUPERAÇÃO ...
RENOVAÇÃO...

DIRETA OU
INDIRETA ?



RECUPERAR -
não trocar de espécie



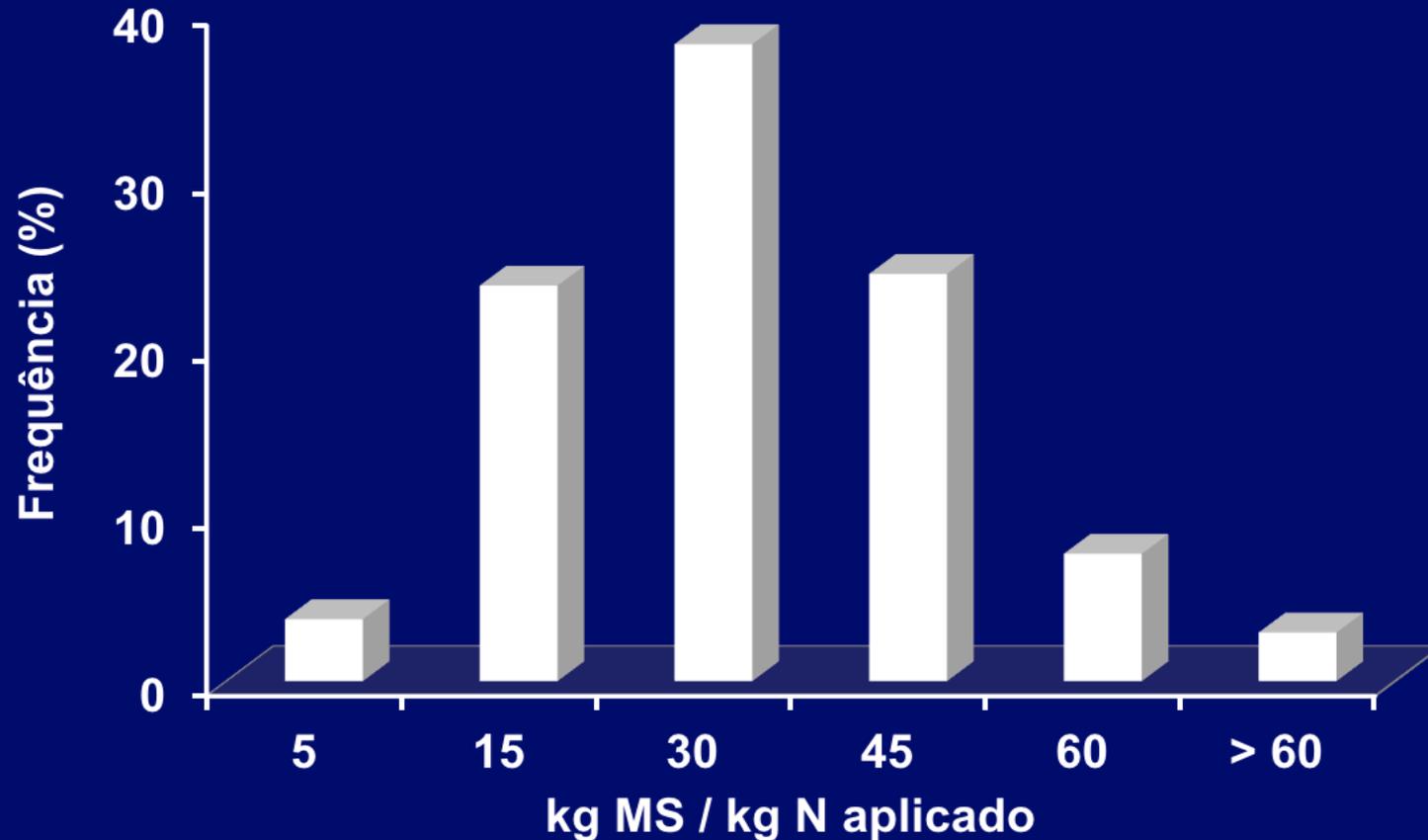
RENOVAR -
trocar de espécie



REFORMAR -
consertar parte da pastagem



RESPOSTA DE CAPINS AO NITROGÊNIO



Fonte: Martha Júnior et al. (2004)

Interpretação resultados-análise de solo

Matéria orgânica

Solos de Cerrado, camada 0 a 20 cm

Textura	Matéria Orgânica			
	Baixa	Média	Adequada	Alta
	----- dag/ kg -----			
Arenosa	< 0,8	0,8 a 1,0	1,1 a 1,5	> 1,5 (0,8)
Média	< 1,6	1,6 a 2,0	2,1 a 3,0	> 3,0 (1,7)
Argilosa	< 2,4	2,4 a 3,0	3,1 a 4,5	> 4,5 (2,6)
Muito argilosa	< 2,8	2,8 a 3,5	3,6 a 5,2	> 5,2 (3,1)

Fonte: Sousa e Lobato, 2002.



**Necessidade de N fertilizante para elevar 1 UA no período das águas
(kg N//UA, 220 dias) acima do nível base**

Manejo geral da fazenda	Manejo		Necessidade de N Kg N /ha
	Kg MS/kg N	Efic. pastejo %	
Ruim	<35	<45	130
Razoável	35-45	45-50	85
Bom	45-50	50-60	70
Muito bom	>50	>60	60

Quantidades variam de 40 a 200 kg N/ha, comercialmente amplitude seria de 60 a 170

Fonte: Martha Junior et al. 2007

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)



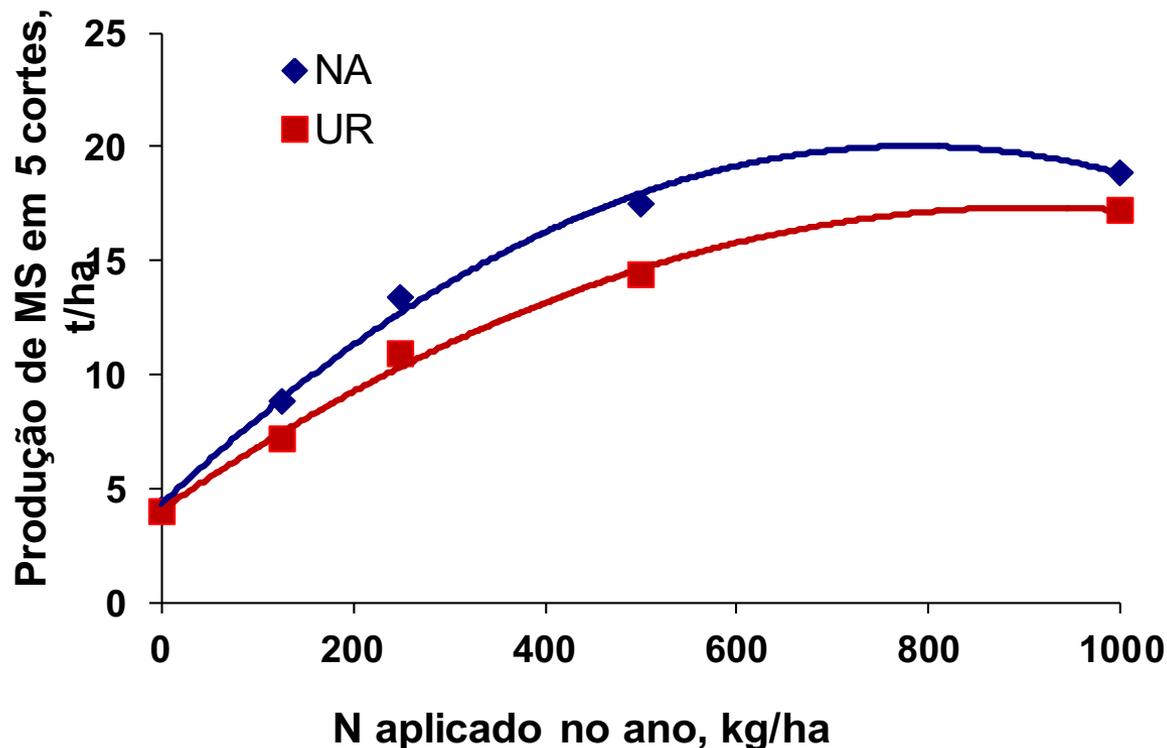
Características dos principais fertilizantes nitrogenados

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

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

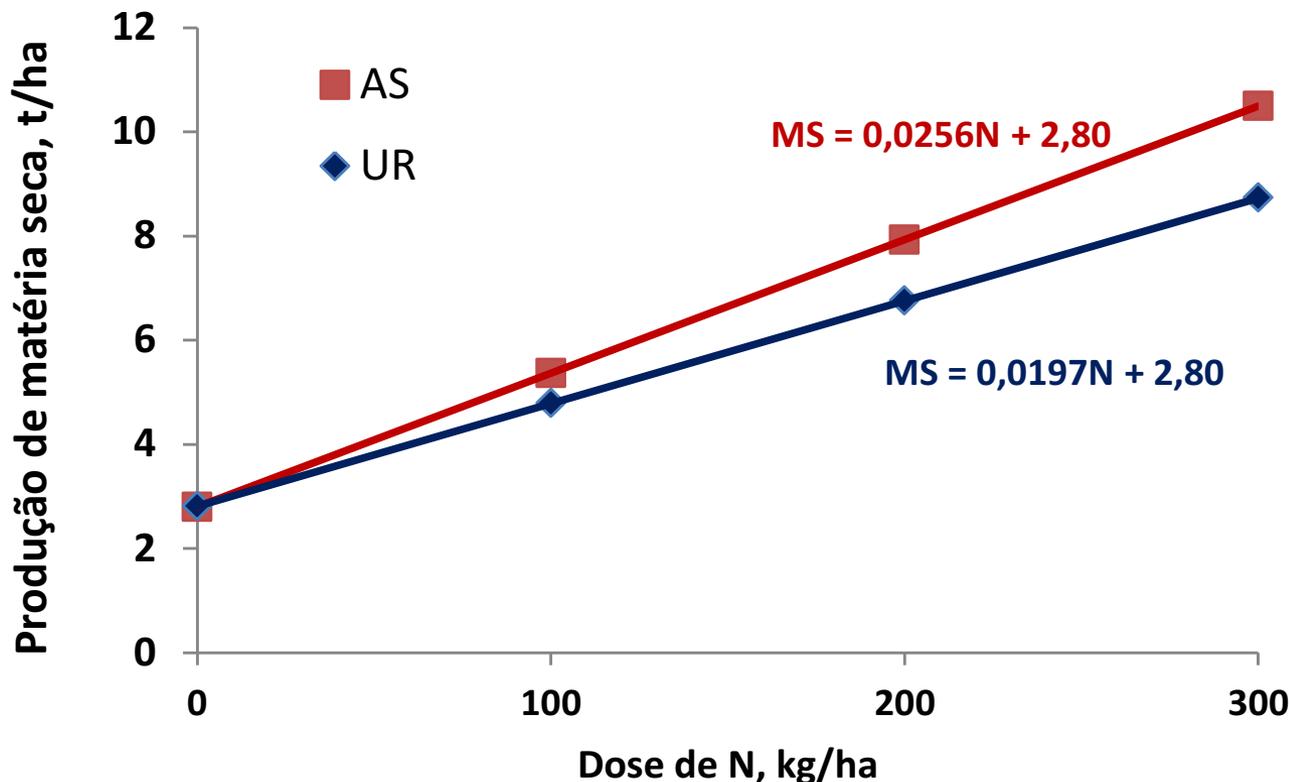
13



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

Fontes de N em capim marandu: SA foi mais eficiente

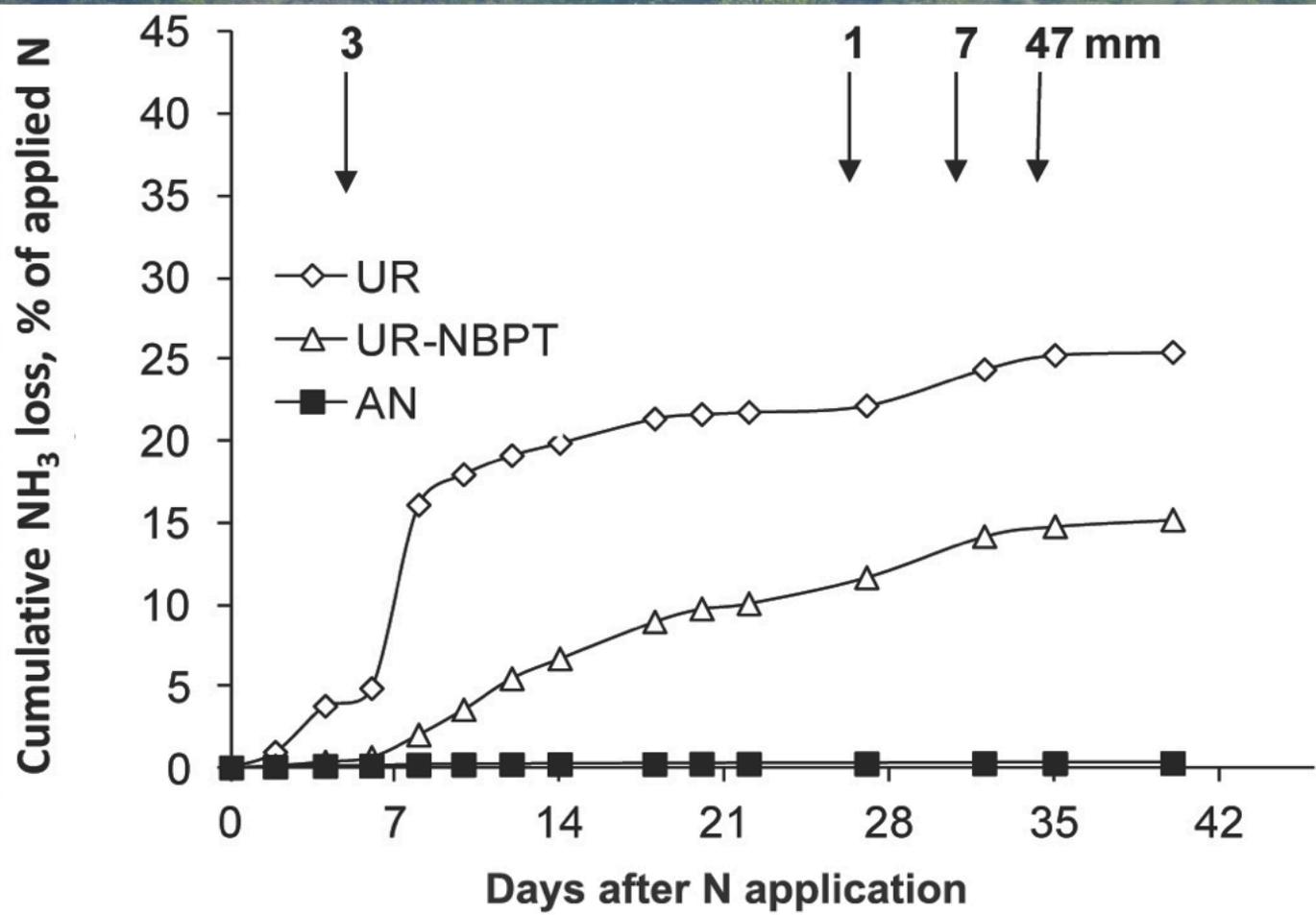
14



SA não está sujeito a perdas de NH_3 e fornece enxofre

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

Costa et al., 2010

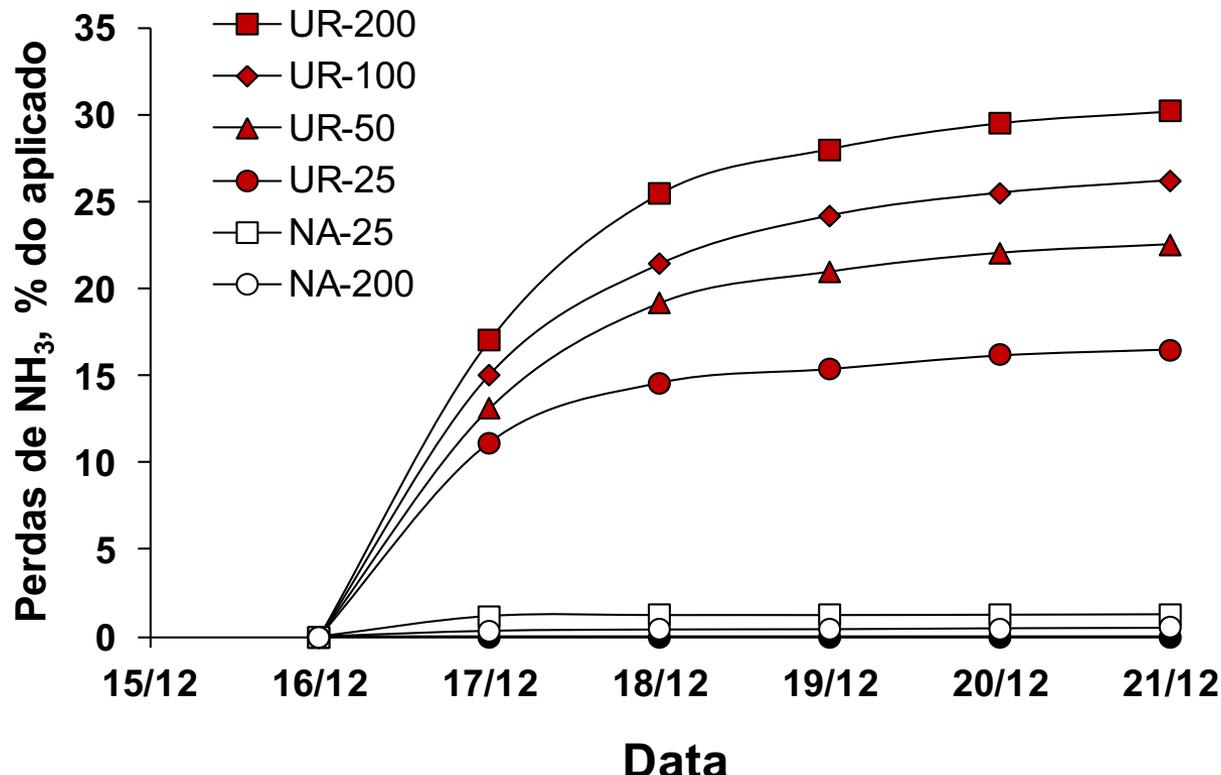


Perdas cumulativas de amônia em função da fonte aplicada.
 Fonte: Cantarella et al. (2008).

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 NH_3**
 - **Incorporar adubo em pastagem formada não é praticável**
- **Reduzir doses/parcelar**
- **Usar aditivos para retardar a hidrólise**

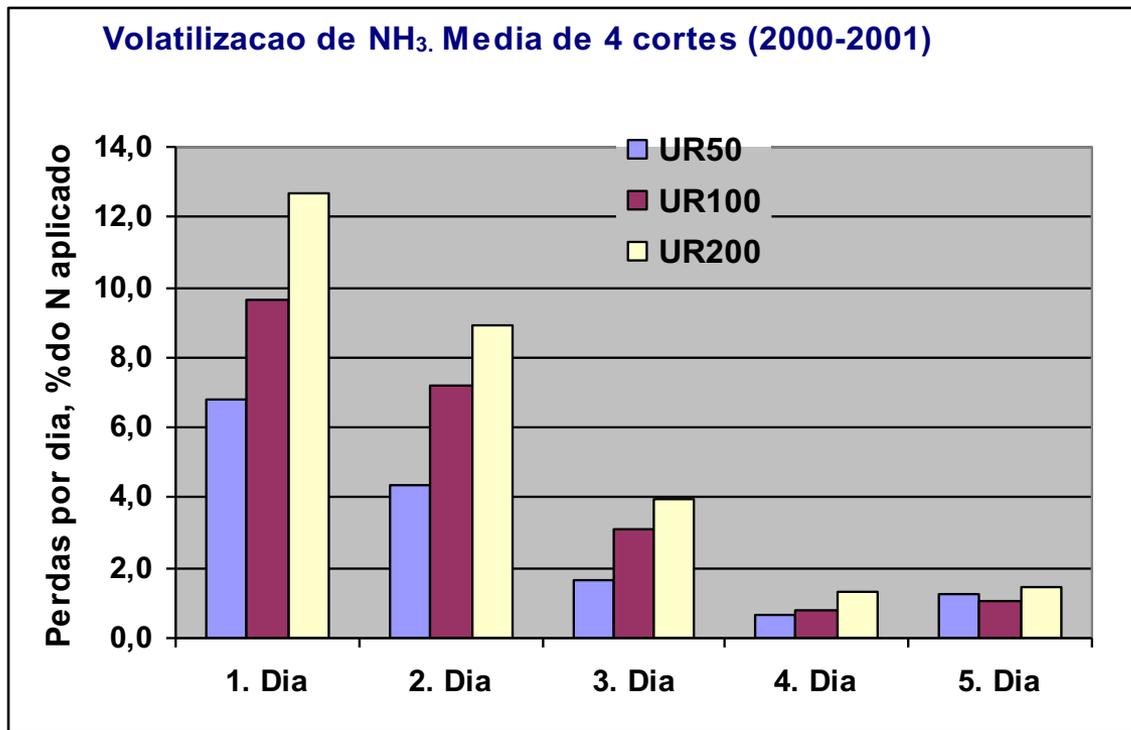
Pastagens: perdas de NH_3 proporcionais à dose de N



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 NH_3 pode ser muito rápida: pico em 1. e 2. dias nesse estudo

18



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

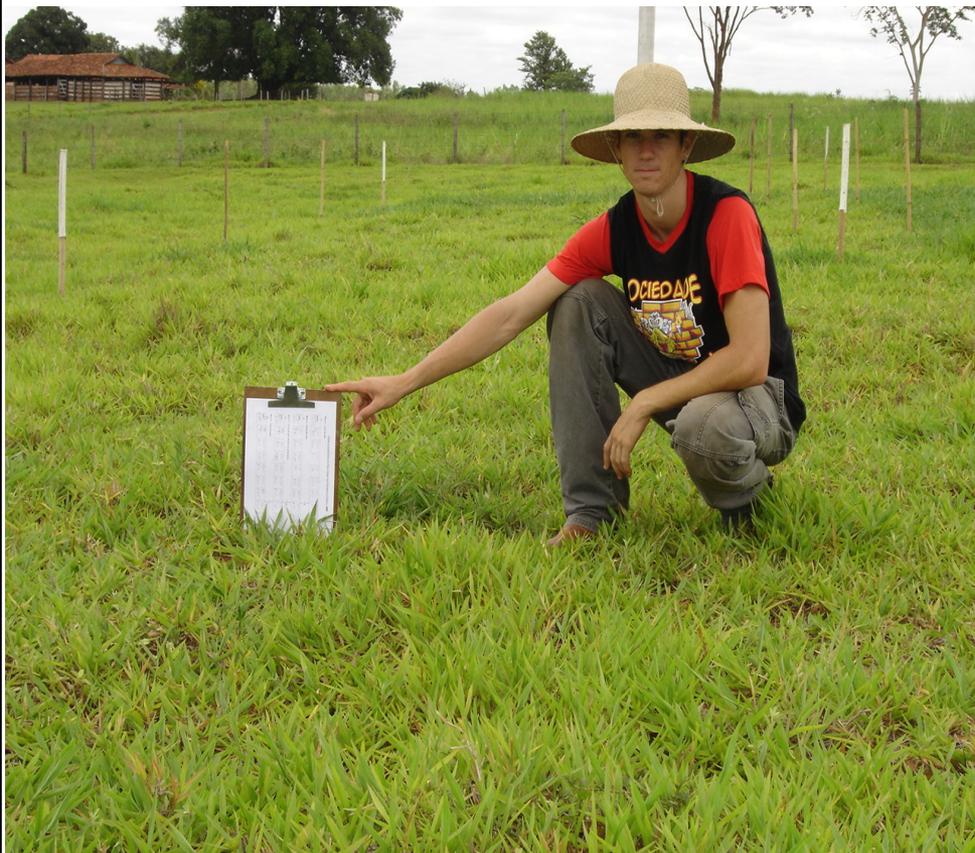
Inibidor de urease & perda de NH_3 com ureia. Pastagem de braquiária

Experimento	Perdas de por volatilização de 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)

Estudo medindo perdas por volatilização no campo



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* (*Urochloa decumbens*) em recuperação, submetido a doses de fósforo (P) e nitrogênio (N), e eficiência média da adubação.

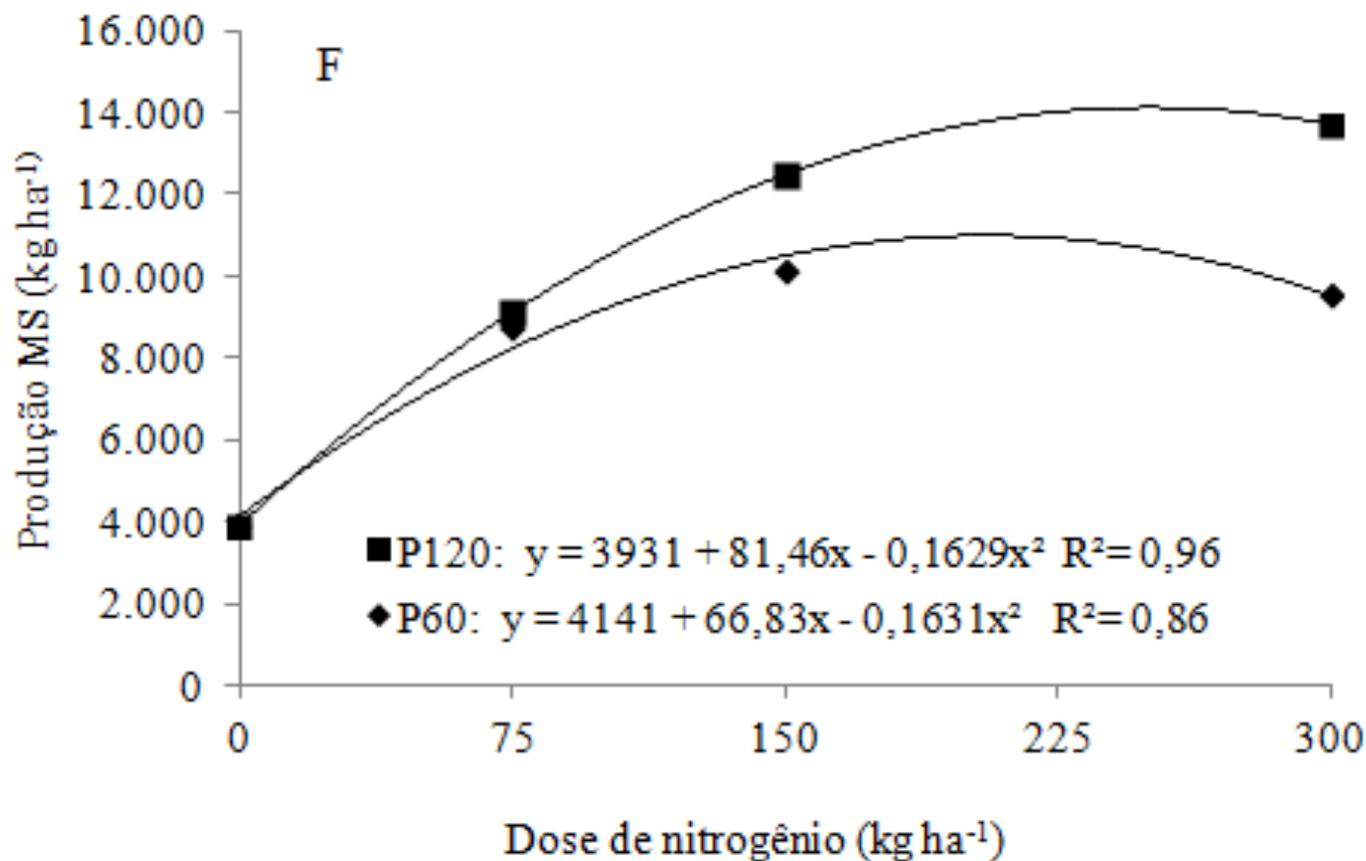
Dose de fósforo (kg P ₂ O ₅ /ha)	Dose de nitrogênio (kg N/ha)			
	0	75	150	300
Produção de massa seca (t/ha.ano)				
0	3,35	-	-	-
60	3,39	8,14	9,95	11,9
120	3,56	8,31	12,1	15,3
Eficiência da adubação (kg de MS/kg de N)				
60	-	57	39	23
120	-	61	51	32

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

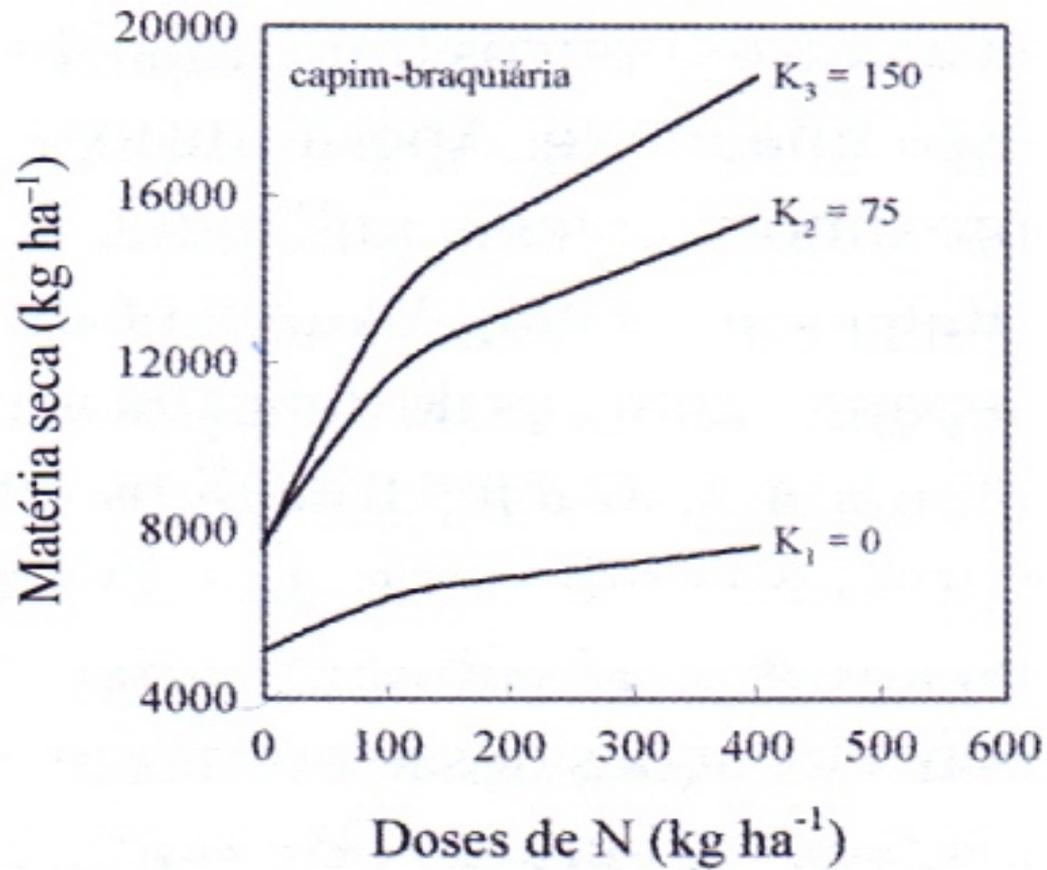
Fonte: Lupatini et al. (2010).

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

Produção total de massa seca de *U. decumbens*



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).

Dinâmica do fósforo no solo e na planta

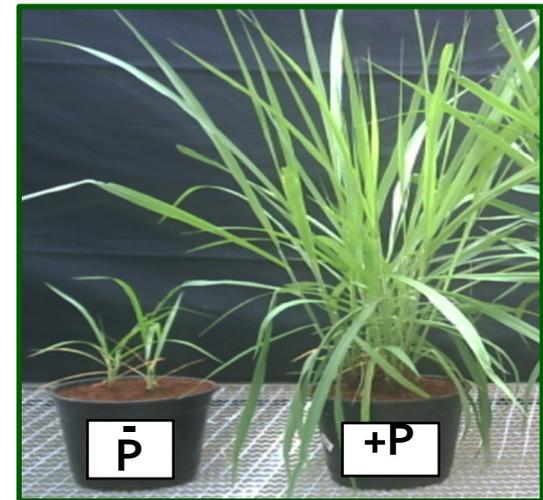
Solo

- ✓ Forma compostos insolúveis com Al e Fe (pH ácido: < 4,5) ou Ca (pH básico: > 6,5)
- ✓ Via de absorção radicular: difusão (>90%). Por isso, água é importante.
- ✓ Mobilidade: altamente imóvel
- ✓ Extratores utilizados: Melich-1 (centro-oeste, sul e sudeste) ou Resina (São Paulo)
- ✓ Fungos micorrizas aumentam a absorção radicular de P

Planta

- ✓ Função: fornecimento de energia (ATP) e divisão celular (DNA). Importante para o crescimento radicular.
- ✓ Mobilidade: altamente móvel
- ✓ Concentração: 2 a 5 g P/kg

Sintoma de deficiência (P): Plantas com porte reduzido, folhas velhas de tamanho menor que o normal e maturidade atrasada



Avaliação do estado nutricional de gramíneas forrageiras

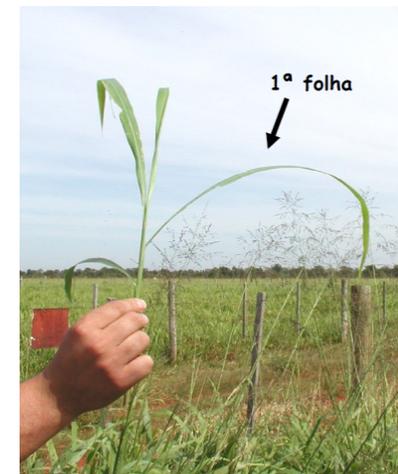
Quantidade extraída na matéria seca da parte aérea, faixa de teores de foliares e nível crítico de P de algumas gramíneas forrageiras.

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)



Interpretação dos resultados de análise química do solo

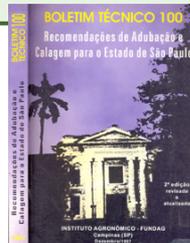
Teor de argila (%)	Teor de P no solo (mg/dm ³)				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado	Alto

Mehlich-1 (Souza e Lobato, 2004)

<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

Resina (van Raij et al., 1997)

	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
	0 - 5	6 - 12	13 - 30	31 - 60	> 60



Adubação fosfatada para formação de pastagens

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

Fonte: Martha Jr., Vilela e Sousa (2007), citado por Monteiro (2010)

Grupo do capim	Teor de P no solo – Resina (SÃO PAULO)			
	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto
Recomendação de adubação (kg P ₂ O ₅ /ha)				
Mais exigentes	100	70	40	0
Intermediários	80	60	40	0
Menos exigentes	60	40	20	0

Fonte: Werner et al. (1996), citado por Monteiro (2010)

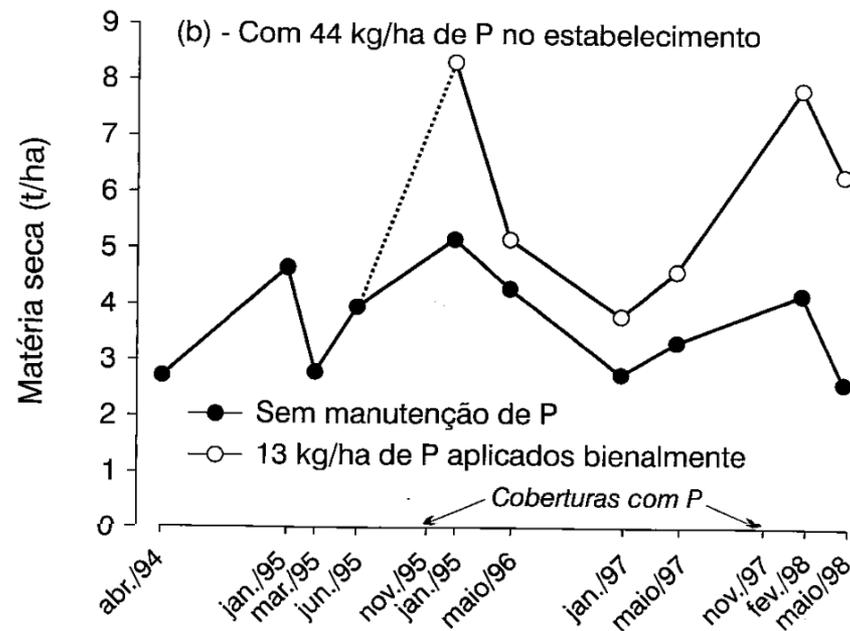
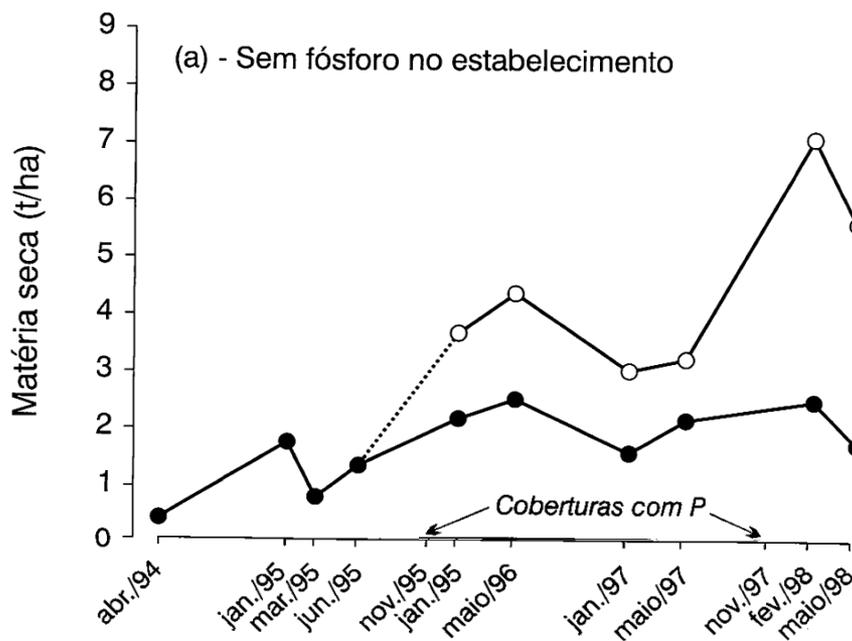
Adubação fosfatada para manutenção de pastagens

- **Minas Gerais:** recomendação em função do nível tecnológico e da disponibilidade de P no solo
 - ✓ Baixo: 0 a 40 kg P₂O₅/ha
 - ✓ Médio: 0 a 50 kg P₂O₅/ha
 - ✓ Alto: 0 a 60 kg P₂O₅/ha
- **São Paulo:** recomendação em função da exigência da gramínea e da disponibilidade de P no solo
 - ✓ Mais exigentes: 0 a 50 kg P₂O₅/ha
 - ✓ Intermediárias: 0 a 40 kg P₂O₅/ha
 - ✓ Menos exigentes: 0 a 30 kg P₂O₅/ha
- **Cerrados:** recomendação em função da modalidade de pastejo
 - ✓ Extensivo: 20 kg P₂O₅/ha, bianualmente.
 - ✓ Produção de feno: 3,5 kg P₂O₅/t.ha, reposição

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	EAR
	t/ha	%
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).

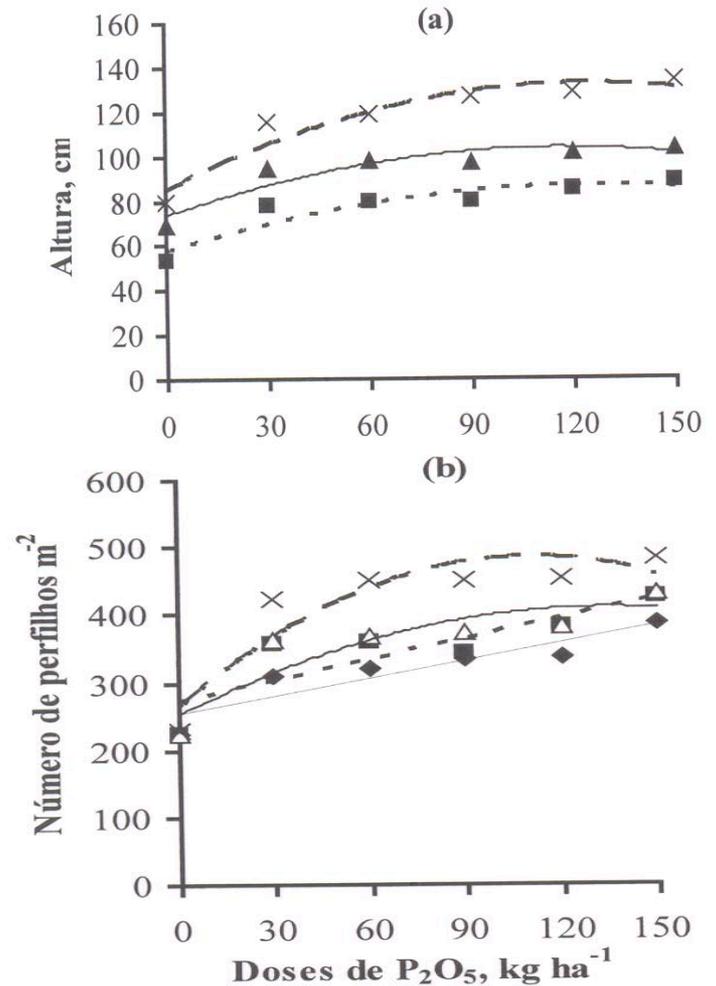
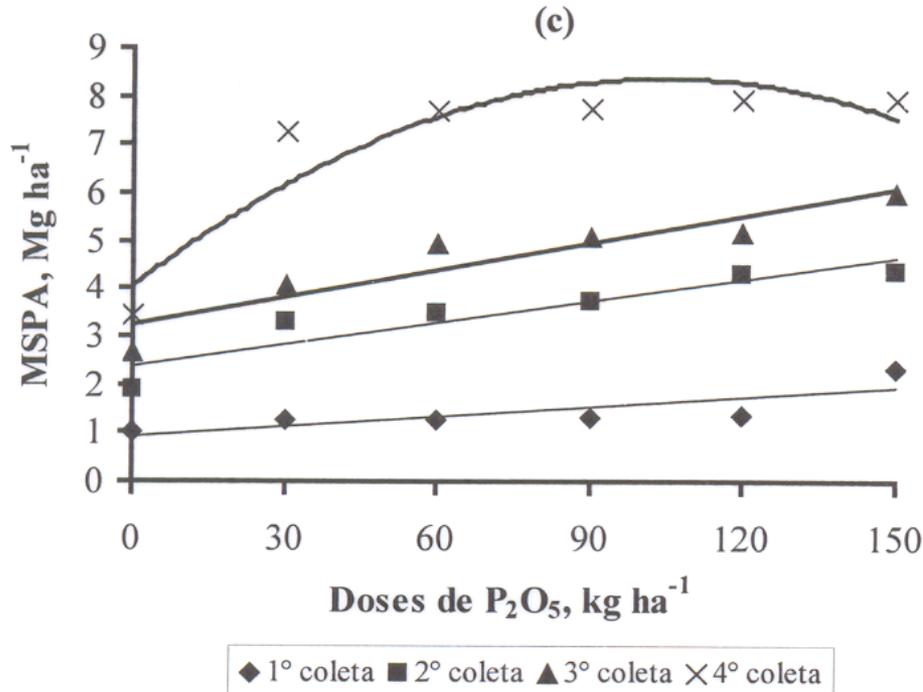
Eficiência agrônômica relativa de fosfatos naturais reativos para gramíneas forrageiras na região dos Cerrados

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

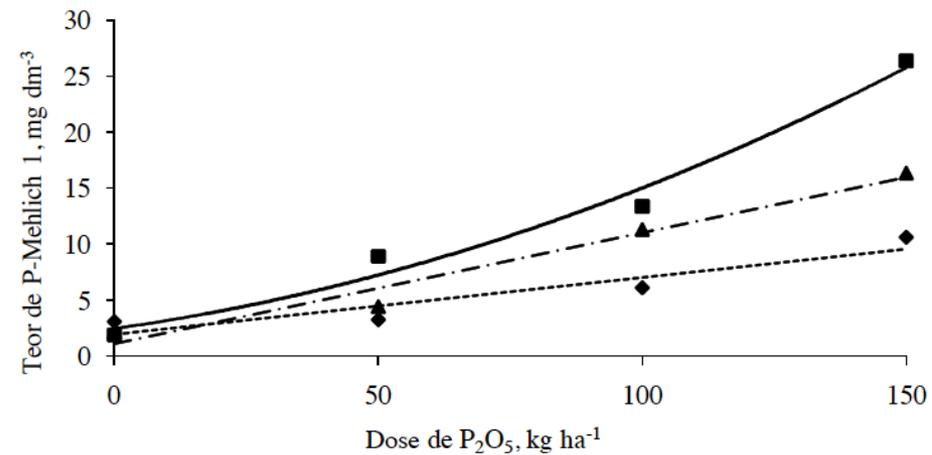
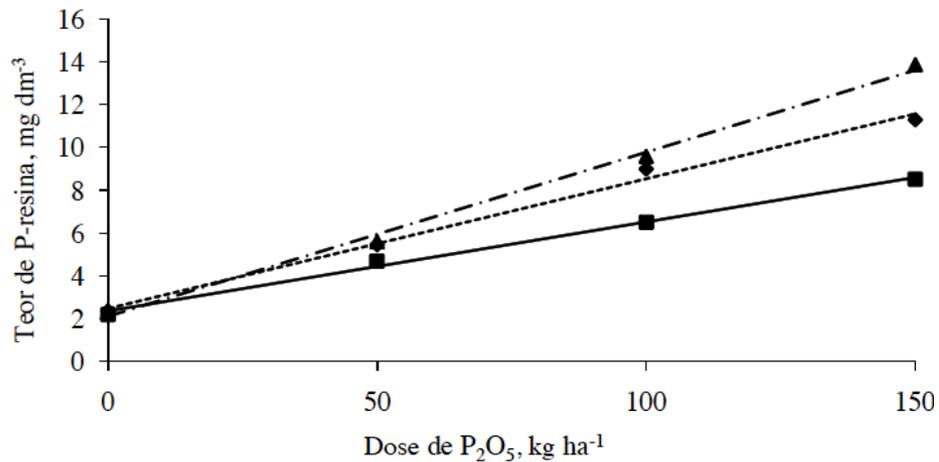


Solo argiloso com baixo P no estado de Tocantins
Coletas: 14, 21, 28 e 35 após corte de uniformização (49 DAE)

Fonte: Ferreira et al. (2008).

Adução 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)



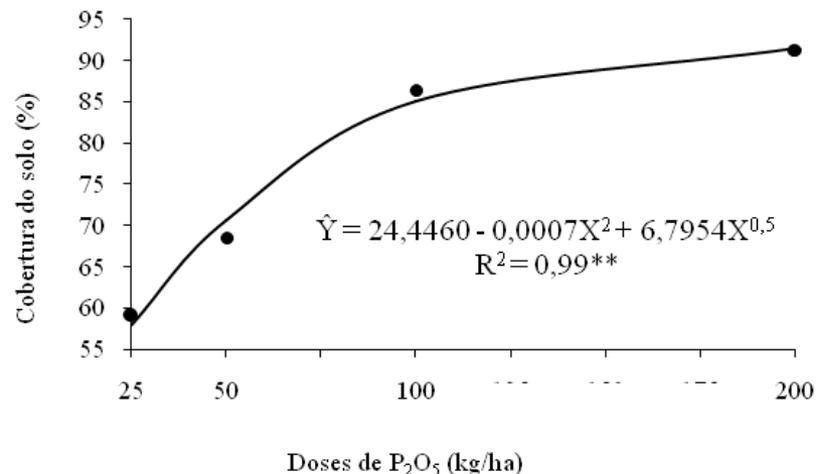
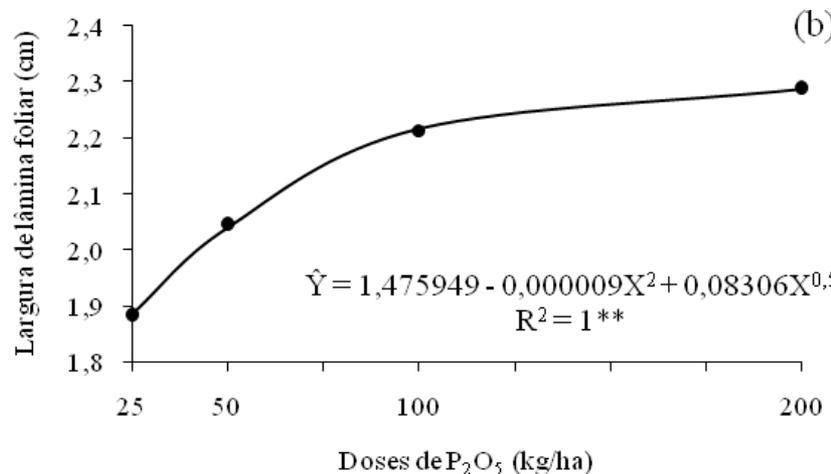
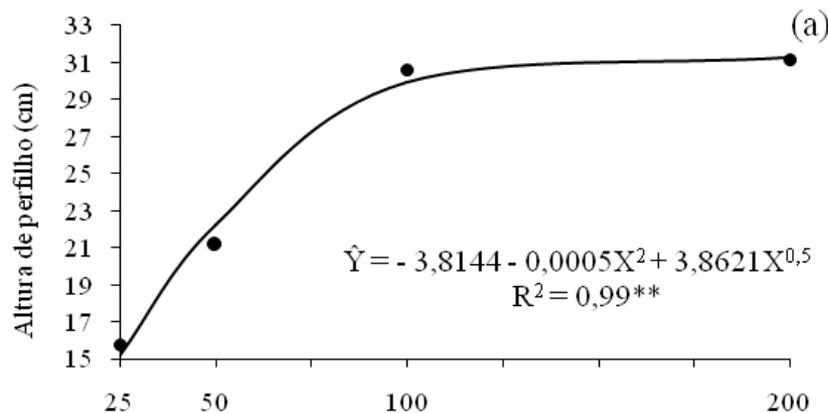
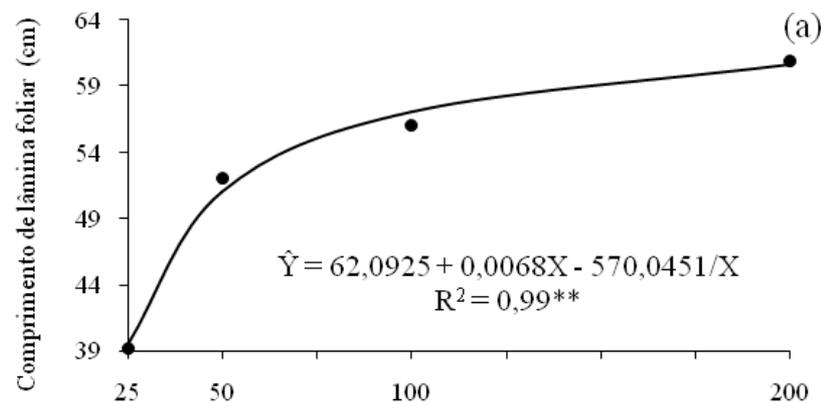
■ Hiperfosfato de Gafsa $y = 0,041x + 2,42$ $R^2 = 0,99^*$
◆ Superfosfato triplo $y = 0,061x + 2,46$ $R^2 = 0,99^*$
▲ Termofosfato magnésiano $y = 0,078x + 2,02$ $R^2 = 0,99^*$

■ 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).

Adubação fosfatada para formação de pastagens: fontes

Produção de forragem do capim Marandu em função da calagem, da fonte de P e do tempo em um Neossolo arenoso (São Paulo)

Fator	Adubação P (2 anos)	Adubação P (1 ano)	
	Produção de forragem (t/ha.ano)		
Calagem	<i>Média 2 anos</i>		
Com calagem	11,4	11,4	
Sem calagem	10,8	9,8	
Tempo			
Primeiro ano	8,1	8,1	
Segundo ano	14,0	13,0	
Fonte de P	<i>Média 2 anos</i>	<i>Primeiro ano</i>	<i>Segundo ano</i>
Superfosfato simples	11,7	8,6	12,1
Superfosfato triplo	11,8	9,1	12,4
Termofosfato magnesiano	9,7	6,7	12,5
Testemunha degradada	4,7	3,2	6,1

Fonte: Oliveira et al. (2007).

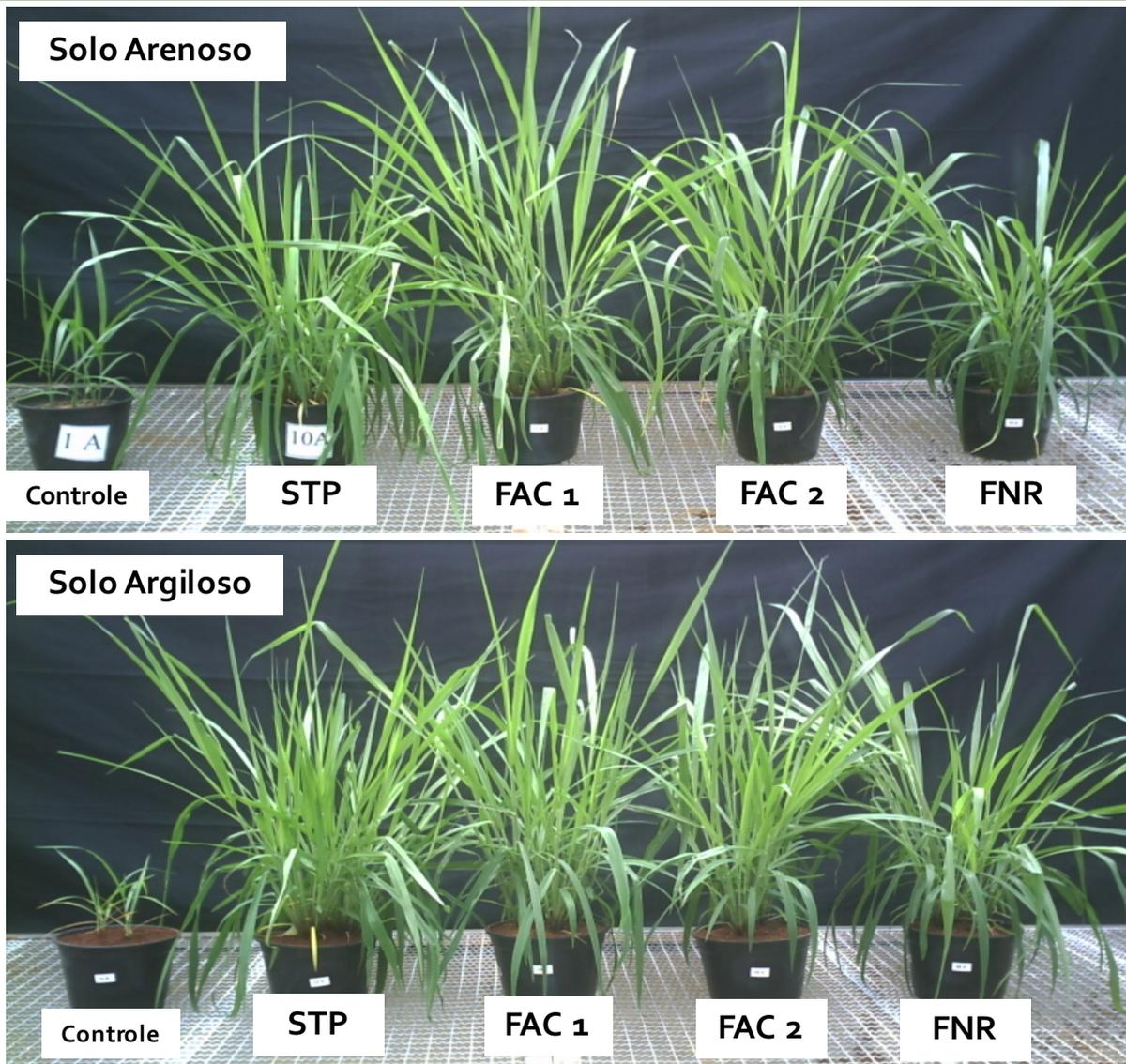
Comparação de fontes de P para *B. brizantha* em dois tipos de solo

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).

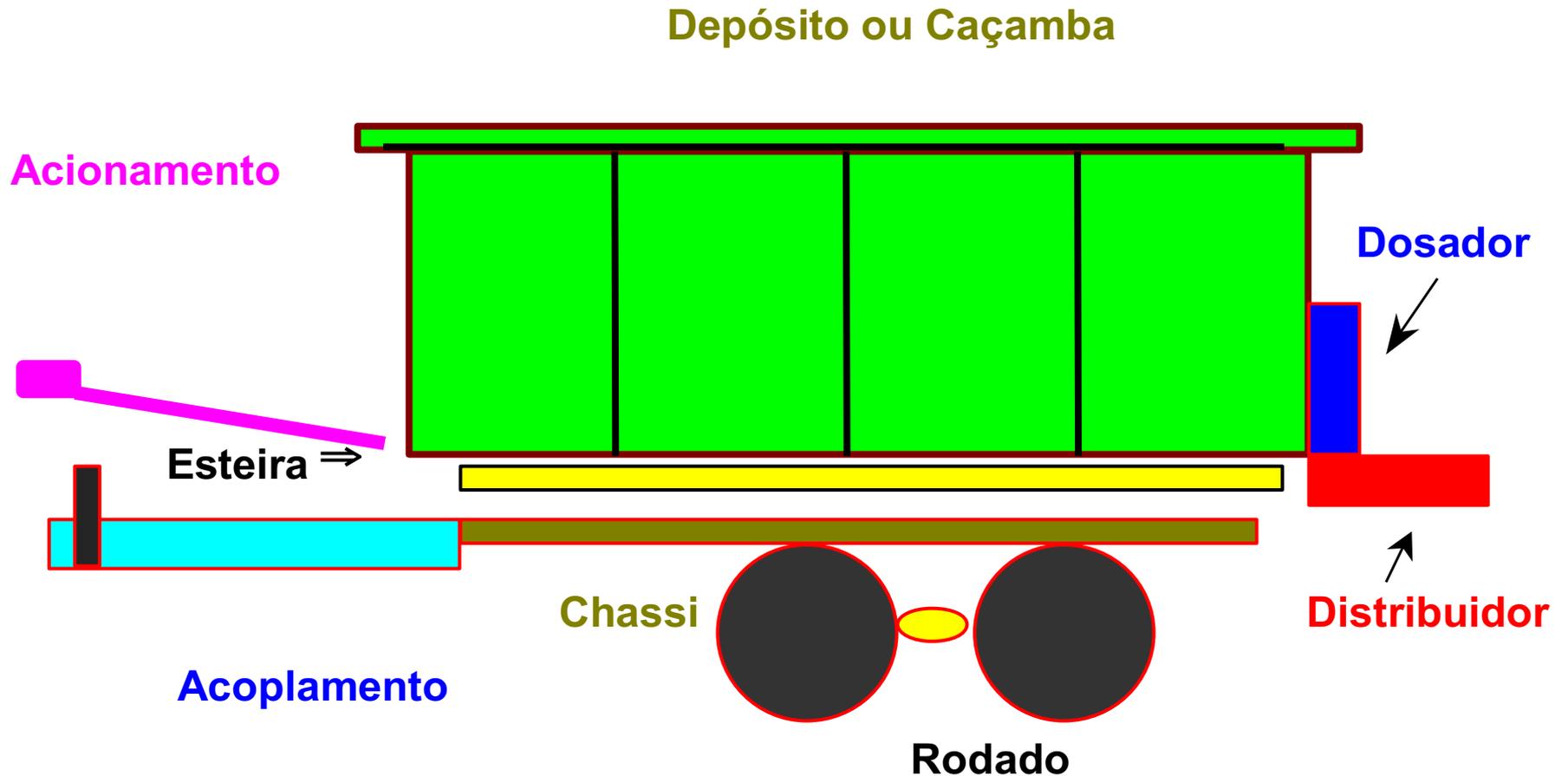
Uso de nutrientes: *pastagens*

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

APLICADORES DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS



1. MÁQUINAS APLICADORAS

MECANISMO DOSADOR: FLUXO DE PRODUTO DO DEPÓSITO PARA O DISTRIBUIDOR

TIPOS: 1) GRAVIMÉTRICO

DOSAGEM VARIÁVEL: $f(\)$ ALTURA DE CARGA

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS - REGULAGEM

TIPOS: Ex. COCHO

2) VOLUMÉTRICO

DOSAGEM CONSTANTE. TIPOS:

- a) ESTEIRA
- b) ROTOR DENTEADO/ROSETA
- c) PRATO GIRATÓRIO
- d) HELICOIDAL

1. MÁQUINAS APLICADORAS

MECANISMO DISTRIBUIDOR: APLICAÇÃO EFETIVA DO PRODUTO, ORIUNDO DO DOSADOR, AO CAMPO

- A) QUEDA LIVRE:**
 - em linha
 - em área total
- B) CENTRÍFUGO COM 01 ou 02 discos**
 - em área total
 - em faixa
- C) PENDULAR:**
 - em área total
 - em faixa
- D) LANÇAMENTO MECÂNICO:**
 - área total
- E) TURBINA:**
 - em linha

1. MÁQUINAS APLICADORAS

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS



CENTRÍFUGO COM DOIS DISCOS COM DOSADOR VOLUMÉTRICO TIPO ESTEIRA LONGITUDINAL CENTRAL

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

44

**QUEDA LIVRE COM DOSADOR VOLUMÉTRICO TIPO
ESTEIRA LONGITUDINAL CENTRAL**

**INOVAÇÕES
TECNOLÓGICAS**



**DISTRIBUIDOR PNEUMÁTICO COM DOSADOR
VOLUMÉTRICO TIPO ESTEIRA LONGITUDINAL**

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

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

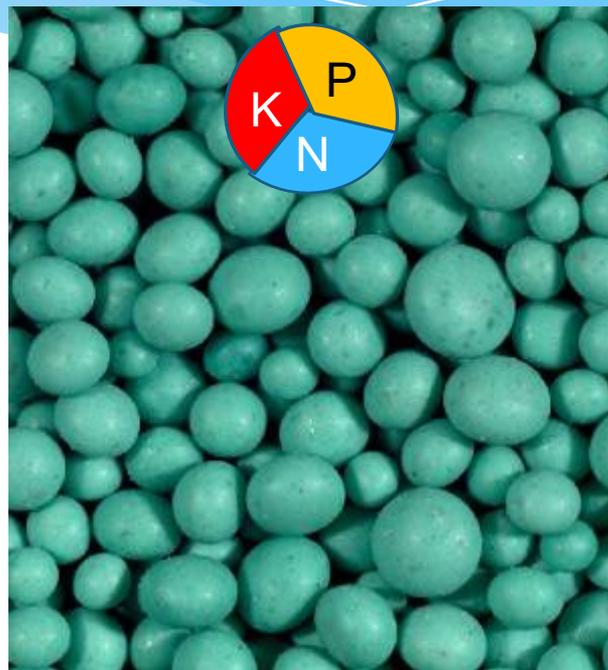
Uma mistura com diferentes tamanhos, formatos e densidades !



Risco de segregação e aplicação desuniforme no campo

MISTURA GRANULADA OU COMPLEXA

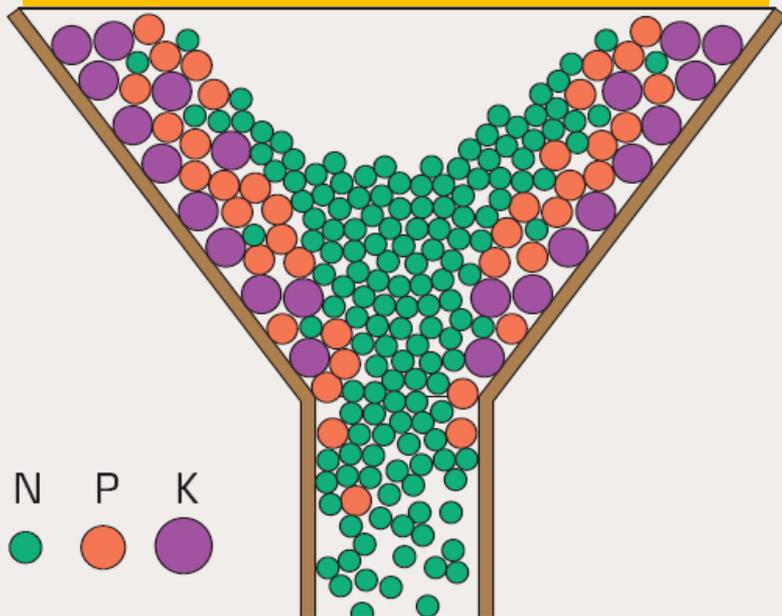
Todos os nutrientes no mesmo grão



Aplicação uniforme dos nutrientes

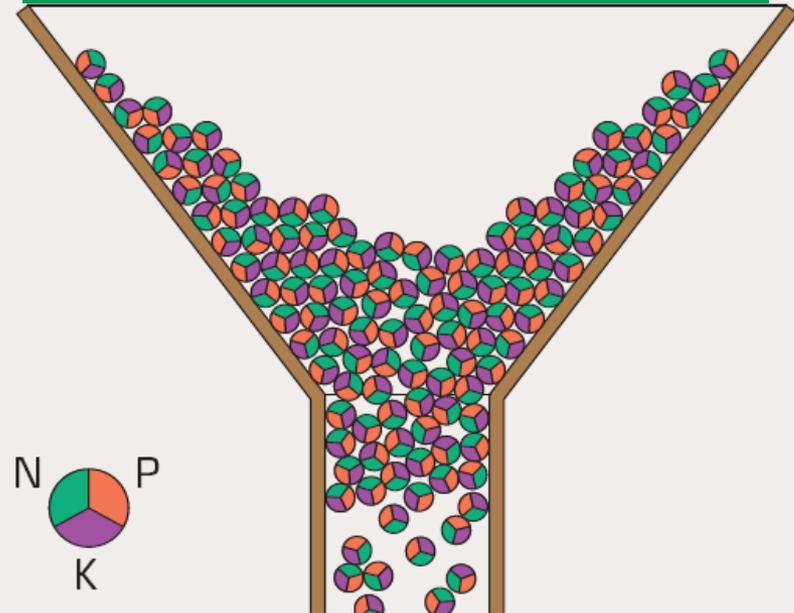
UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO: SEGREGAÇÃO NO PROCESSO DE ESCORRIMENTO

MISTURA DE GRÂNULOS



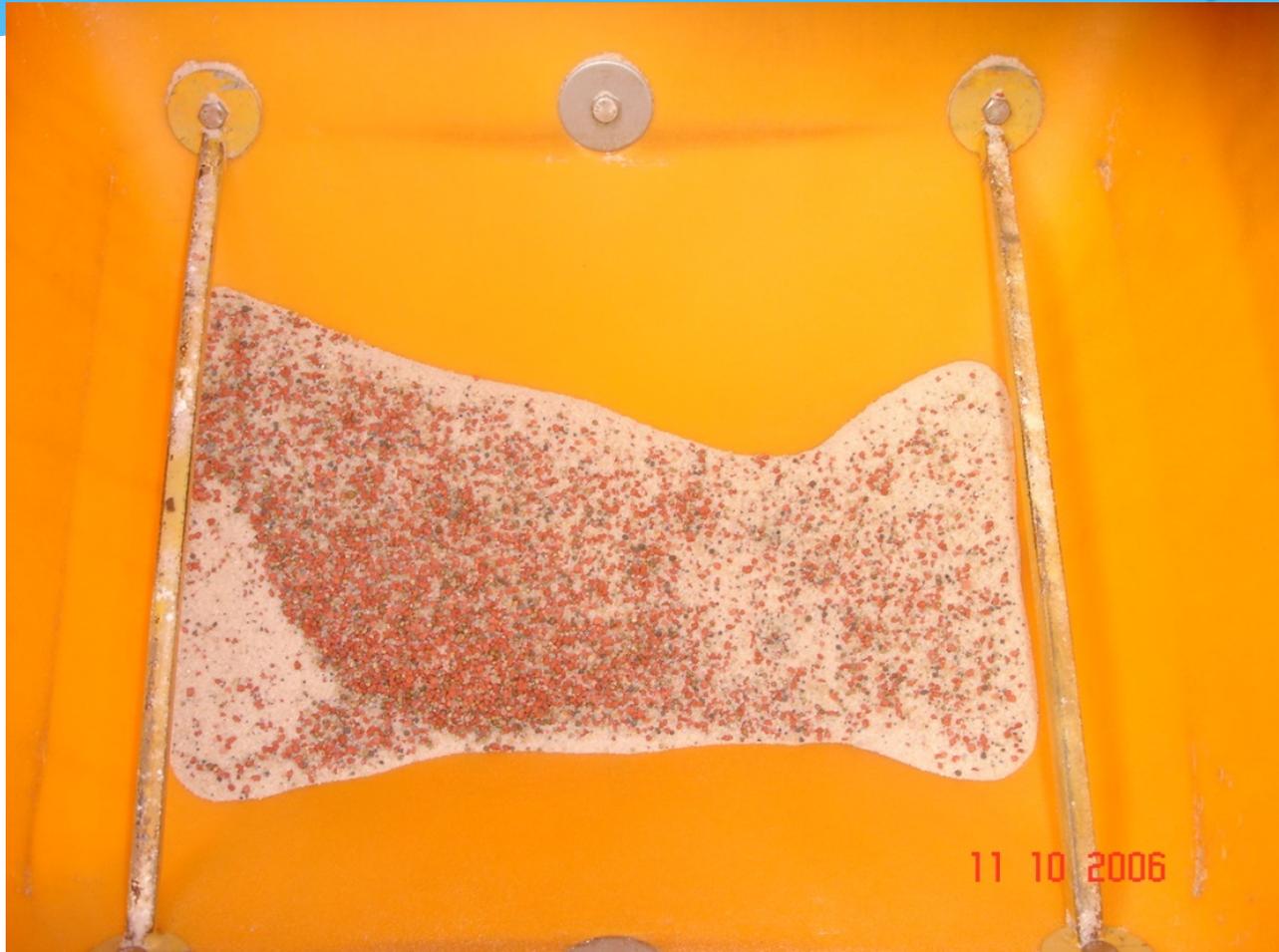
Resultado: Segregação de nutrientes
Lavoura desuniforme

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



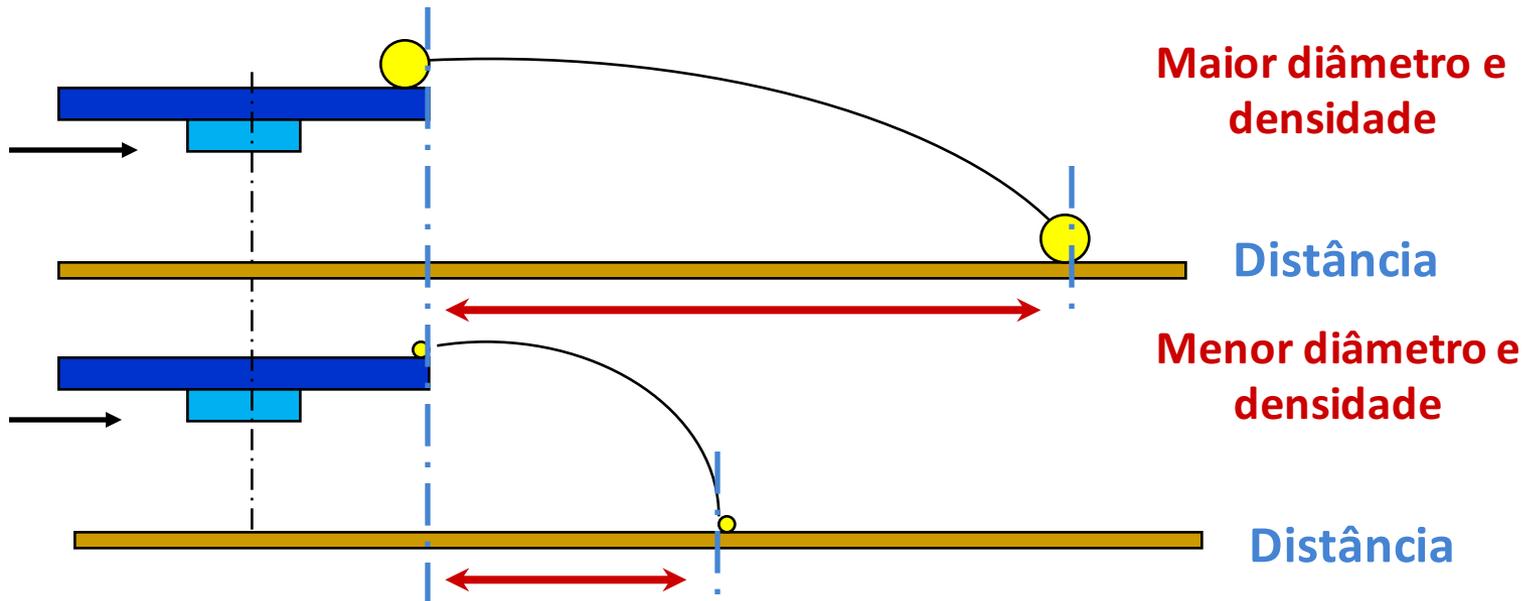
GRANULOMETRIA X SEGREGAÇÃO

A) Na embalagem: transporte e manuseio

• Sacaria 50 kg e Big Bag (500 a 1.000 kg)

B) Na aplicação

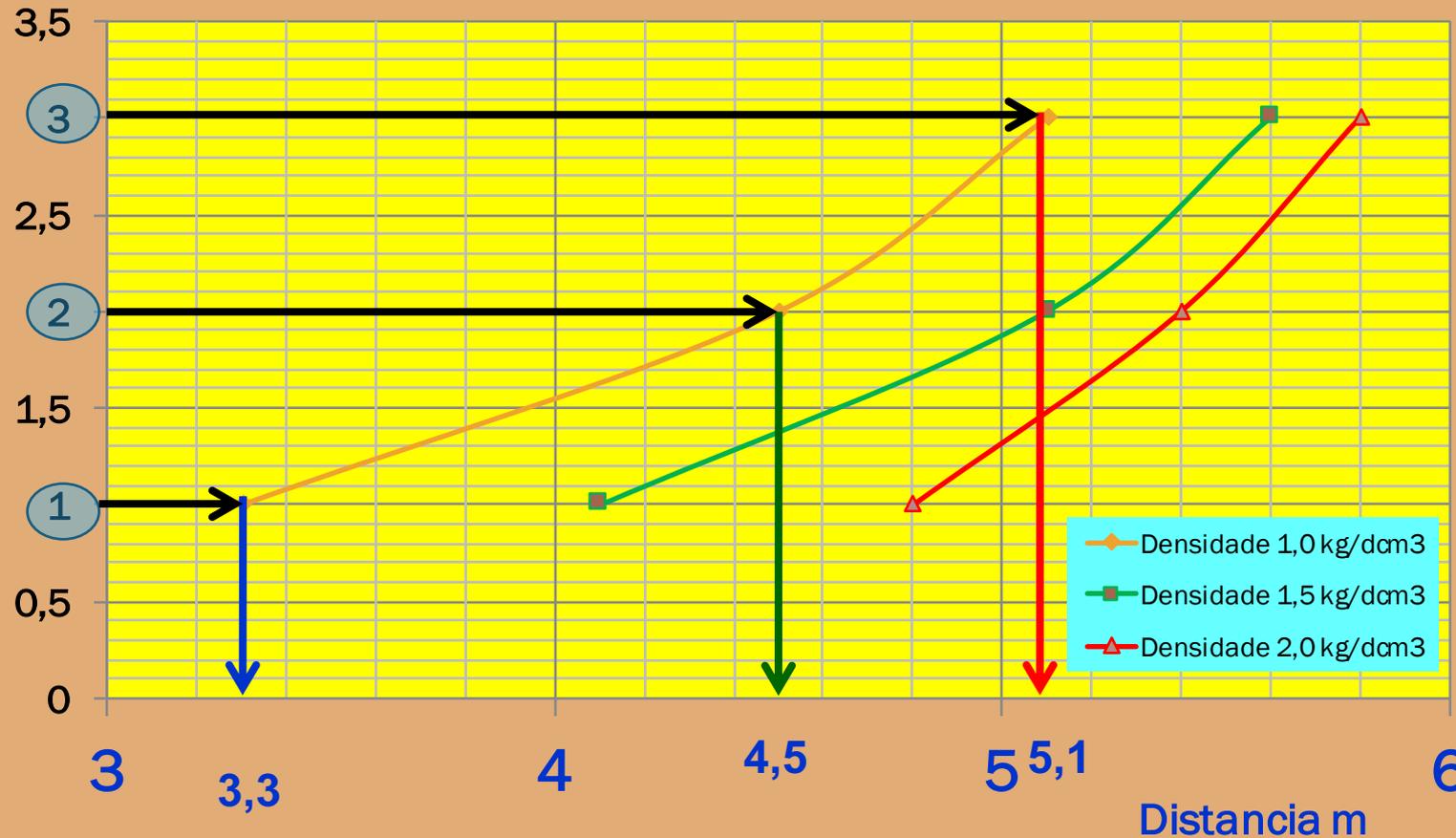
• Lançamento mecânico: Distância f (tamanho e densidade)



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

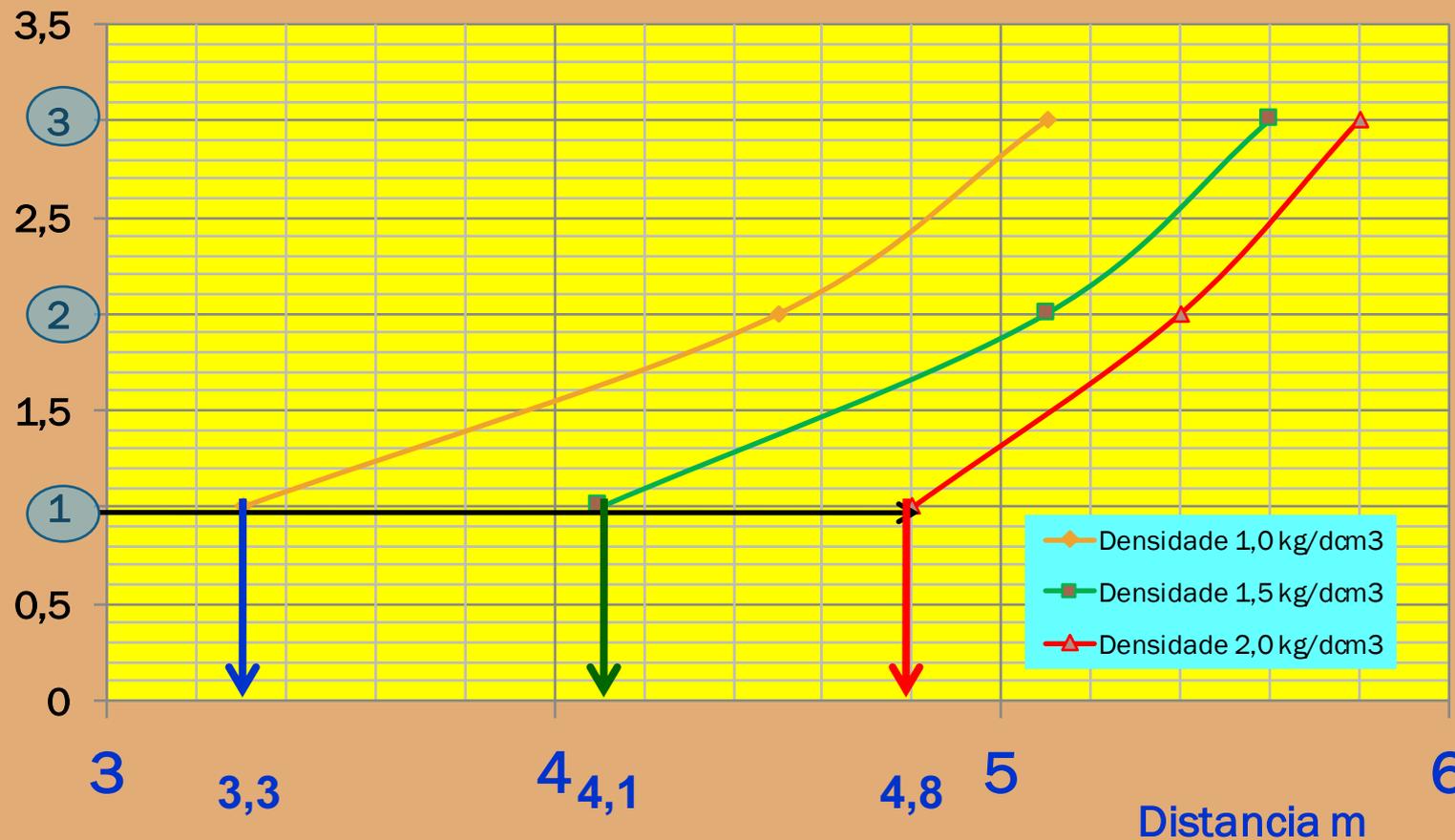
Tamanho mm

Lançamento em função da Granulometria

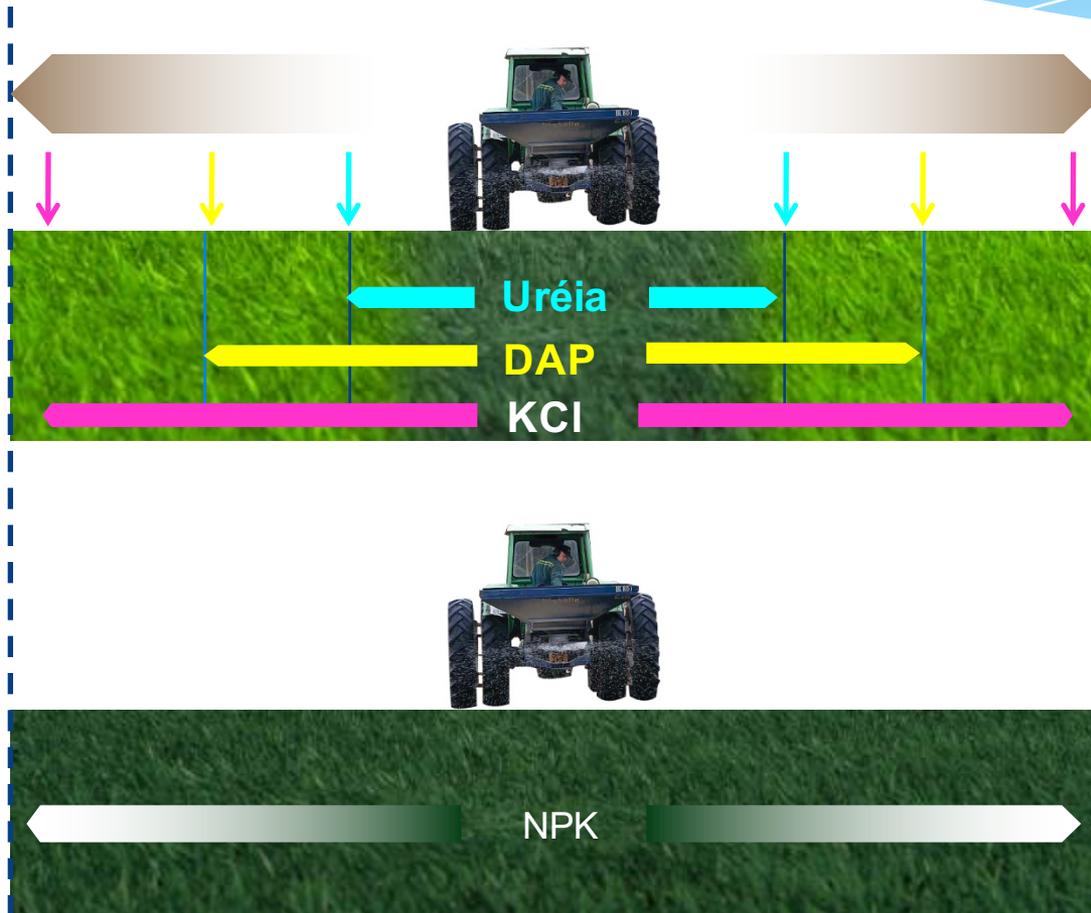


DISTANCIA (m) DE LANÇAMENTO DE PARTICULAS EM FUNÇÃO DO TAMANHO E DENSIDADE

Tamanho mm Lançamento em função da Densidade do Fertilizante

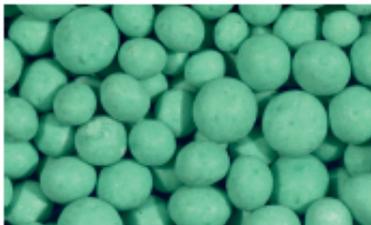


Largura de aplicação

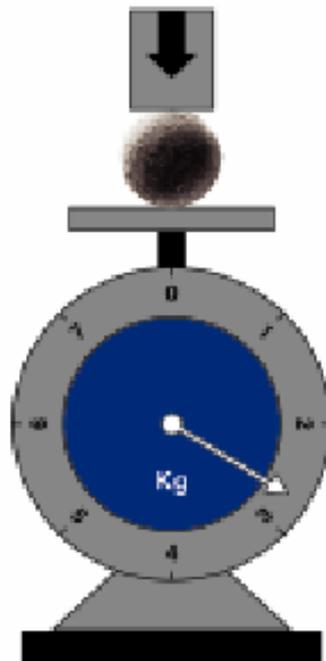


- A largura de aplicação de partículas leves como a uréia é menor do que as mais pesadas como DAP e KCl.

DUREZA DOS GRÂNULOS



Crushing strength measurement



Type	Crushing strength kg								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
NPK (CI)	25-7-7			█	█				
	25-7-7			█					
NPK (S)	20-11-11				█				
	16-11-14				█				
NP	21-7-14					█			
	15-15-15						█		
	12-11-18S					█	█		
Misc.	26-14					█			
	23-23						█	█	
Misc.	CN-granule							█	
	AN-prill			█					
	Urea-prill	█							

IMPORTANTE PARA EVITAR A FORMAÇÃO DA FRAÇÃO “PÓ”

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



IPNI

INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

Website:

<http://brasil.ipni.net>
efrancisco@ipni.net

Telephone:

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