



Boas Práticas para Uso Eficiente de Fertilizantes e Nutrição Mineral de Plantas Forrageiras

Eros Francisco & Valter Casarin
IPNI

Eros Francisco & Gelci Lupatini
IPNI & Unesp/Dracena



IPNI

- ✓ O “International Plant Nutrition Institute” (IPNI) é uma organização nova, sem fins lucrativos, dedicada a desenvolver e promover informações científicas sobre o manejo responsável dos nutrientes das plantas – N, P, K, nutrientes secundários, e micronutrientes – para o benefício da família humana.

The image displays a directory page for IPNI Agronomic Staff and Administrators. At the top center is the IPNI logo and the text "INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE Agronomic Staff and Administrators". Below this is a world map with color-coded regions: Americas and Oceania (green), Eastern Europe / Central Asia and Middle East (purple), and Asia and Africa (orange). Surrounding the map are numerous small portraits of staff members, each accompanied by their name, title, and contact information. The staff is organized into three main groups: Americas and Oceania Group, Eastern Europe / Central Asia and Middle East Group, and Asia and Africa Group. The bottom of the page features the IPNI logo and the full name of the institute.

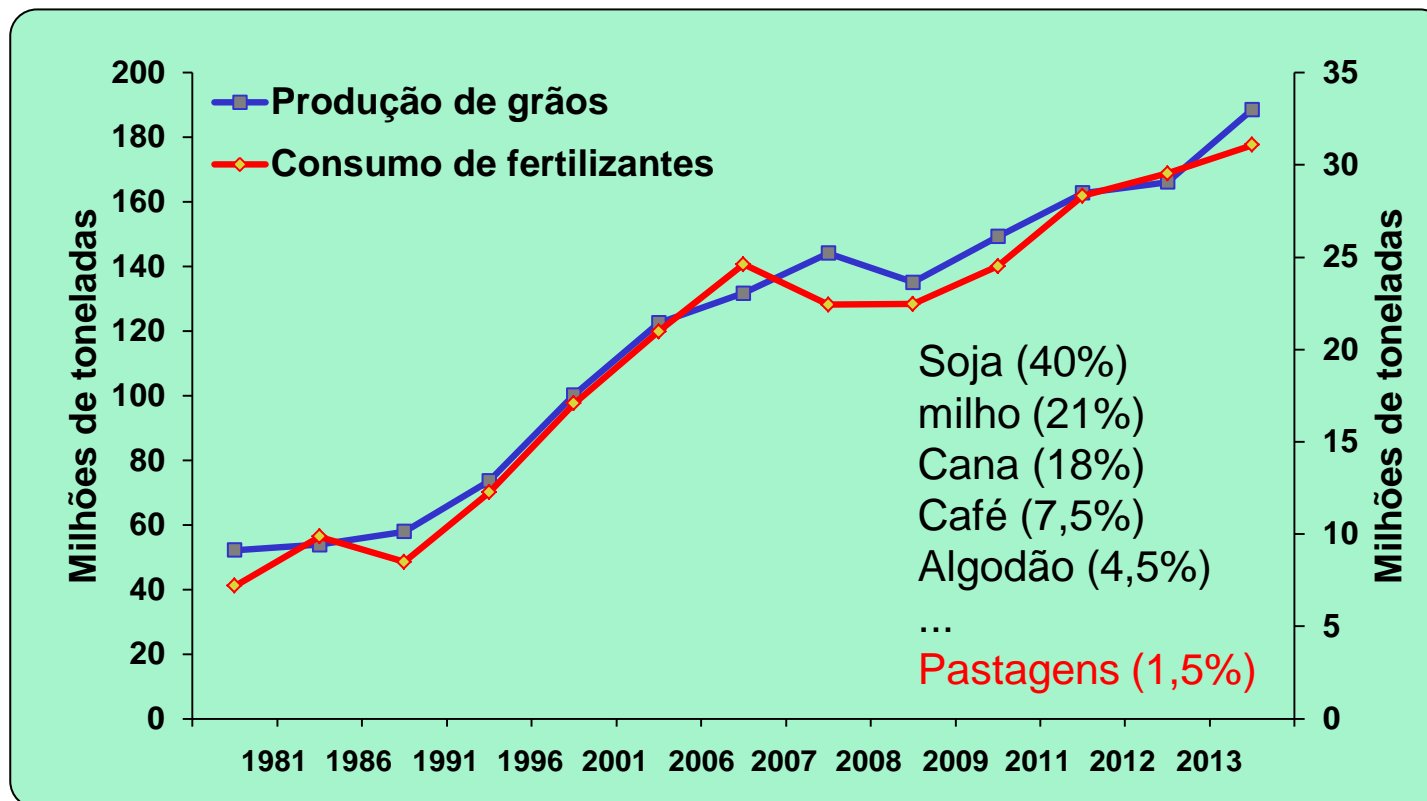
MATERIAL EDUCATIVO

<http://brasil.ipni.net>



<http://media.ipni.net/>

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

Fonte, Dose, Época e Local Certos

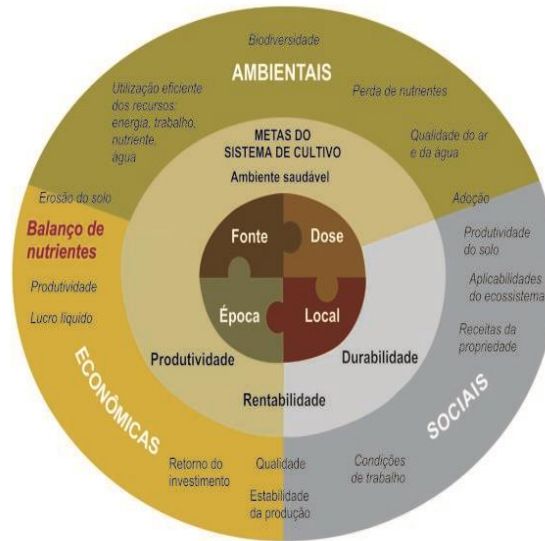
Atenção equilibrada para todos os 4Cs

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

Os 4Cs estão conectados

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





Fonte Certa

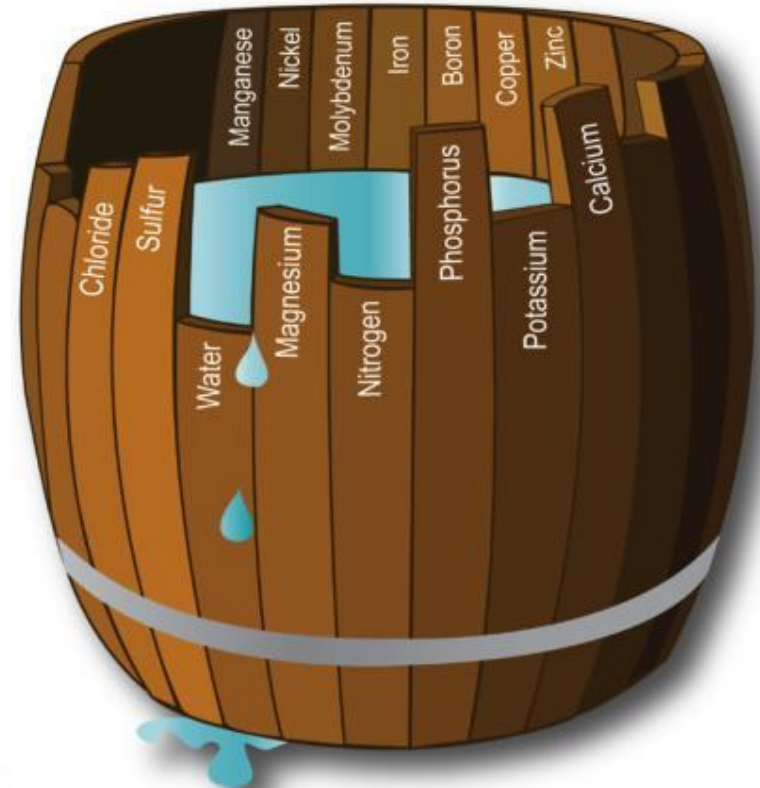


- ✓ Considerar dose, época e local de aplicação
- ✓ Fornecer nutrientes em formas disponíveis às plantas
- ✓ Respeitar as propriedades físico-químicas do solo
- ✓ Conhecer sinergismos entre nutrientes e fontes
- ✓ Conhecer compatibilidade de misturas
- ✓ Conhecer benefícios e sutilezas da associação de nutrientes



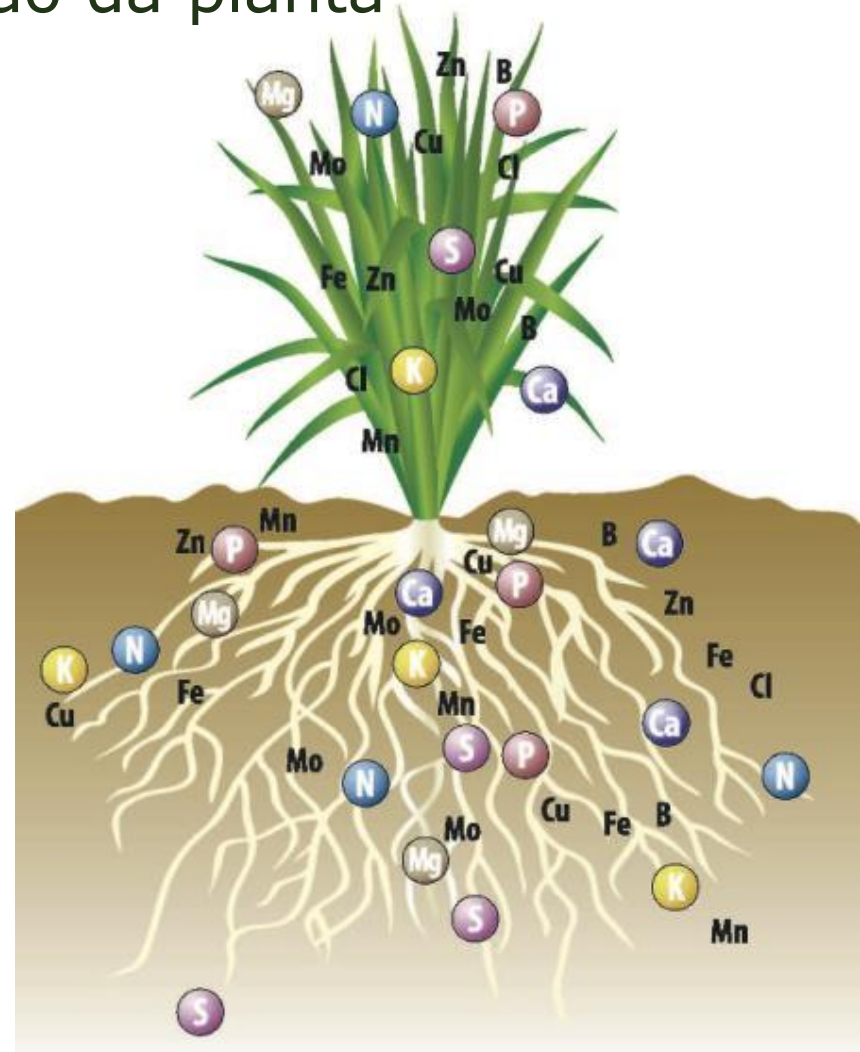
Maioria do solos não contém um balanço de nutrientes adequados para o crescimento irrestritodas plantas

- ✓ Plantas necessitam de um equilíbrio entre todos os elementos essenciais (nutrientes)
- ✓ Maioria dos solos apresenta baixa disponibilidade de pelo menos um nutriente
- ✓ Uso da fonte certa supera essas limitações



Nutrientes precisam estar em formas disponíveis para absorção da planta

- ✓ Nutrientes somente são absorvidos pelas raízes quando dissolvidos em água
- ✓ Fontes de nutrientes insolúveis não são imediatamente disponíveis para as plantas



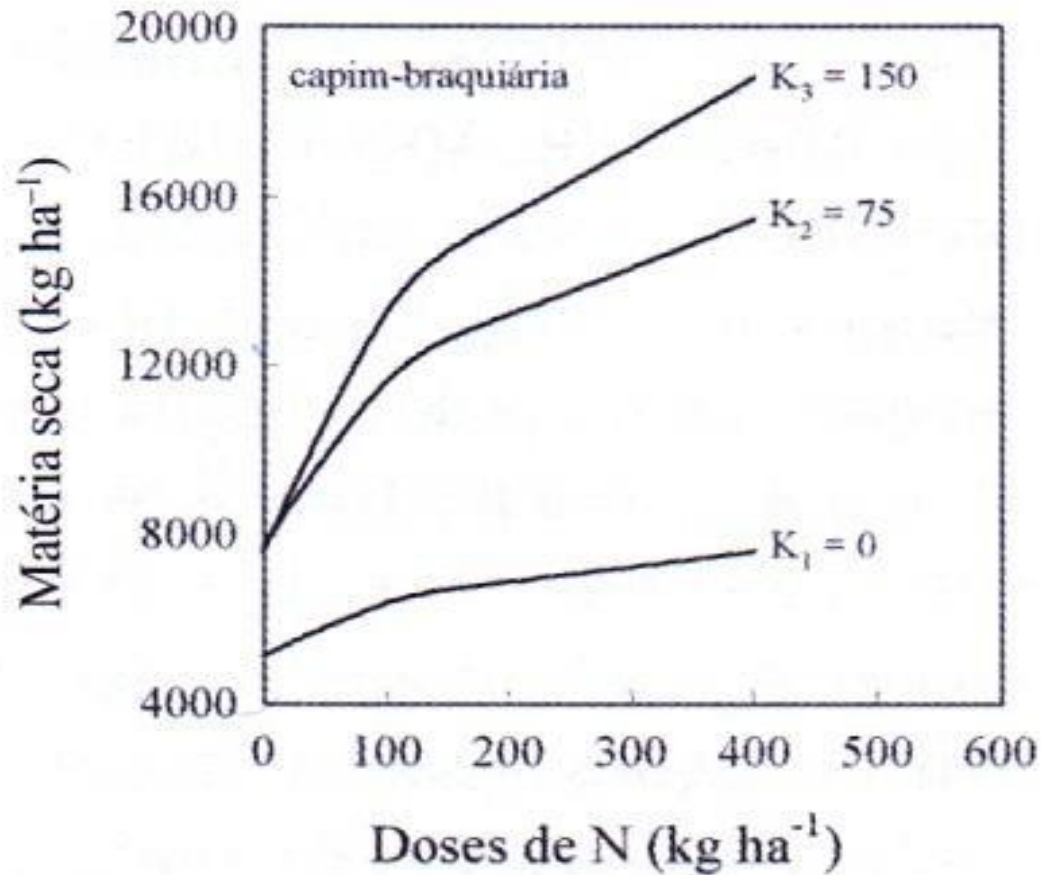
- ✓ Primeiro, determinar quais nutrientes são necessários para atingir a produtividade almejada
- ✓ Identificar as limitações potenciais de nutrientes via análise de solo e planta
- ✓ Parcelas com omissão de nutrientes podem ser úteis quando análise laboratorial não for possível



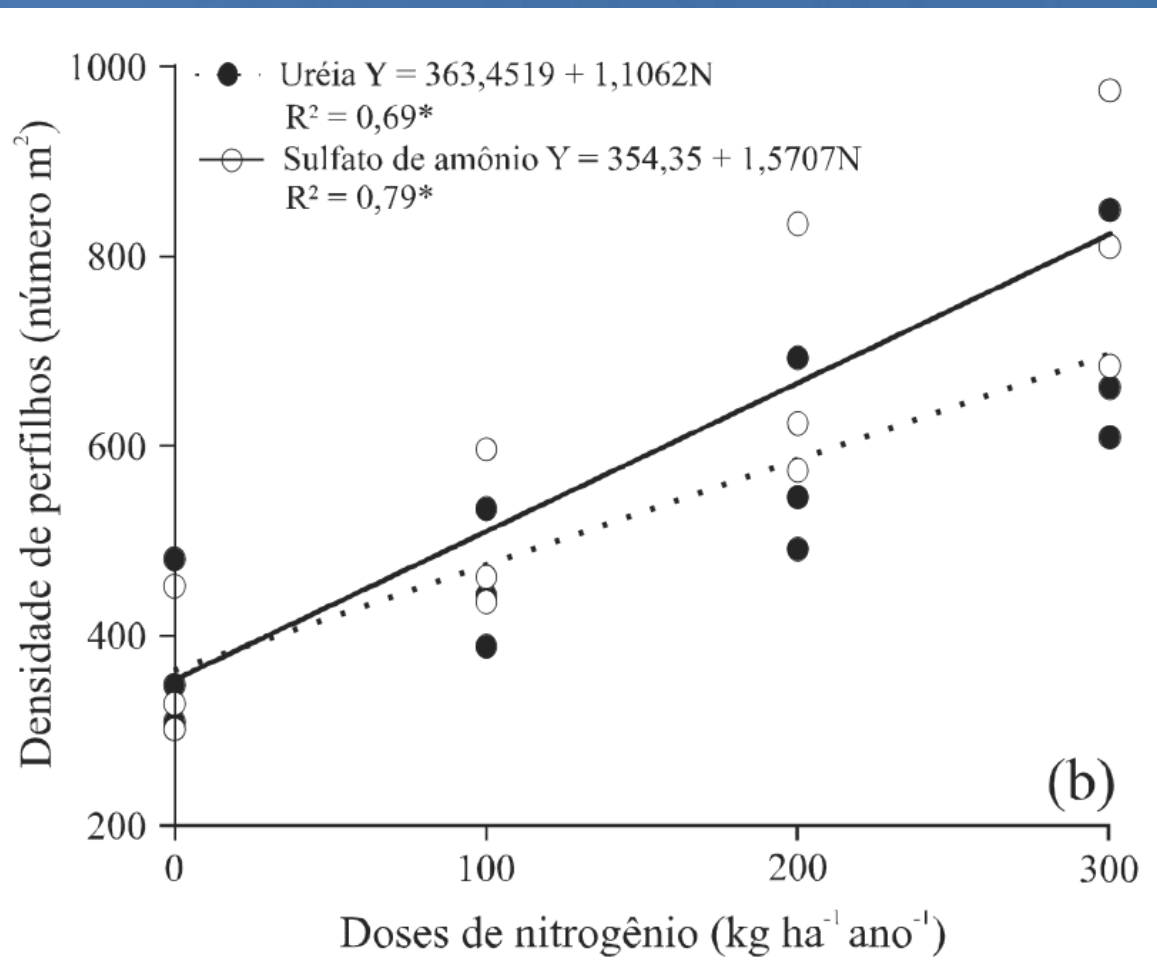
Sinergismo entre nutrientes

P ₂ O ₅ 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
Média	3,0	4,0	7,5	8,7	10,7	11,5	15,5	11,6

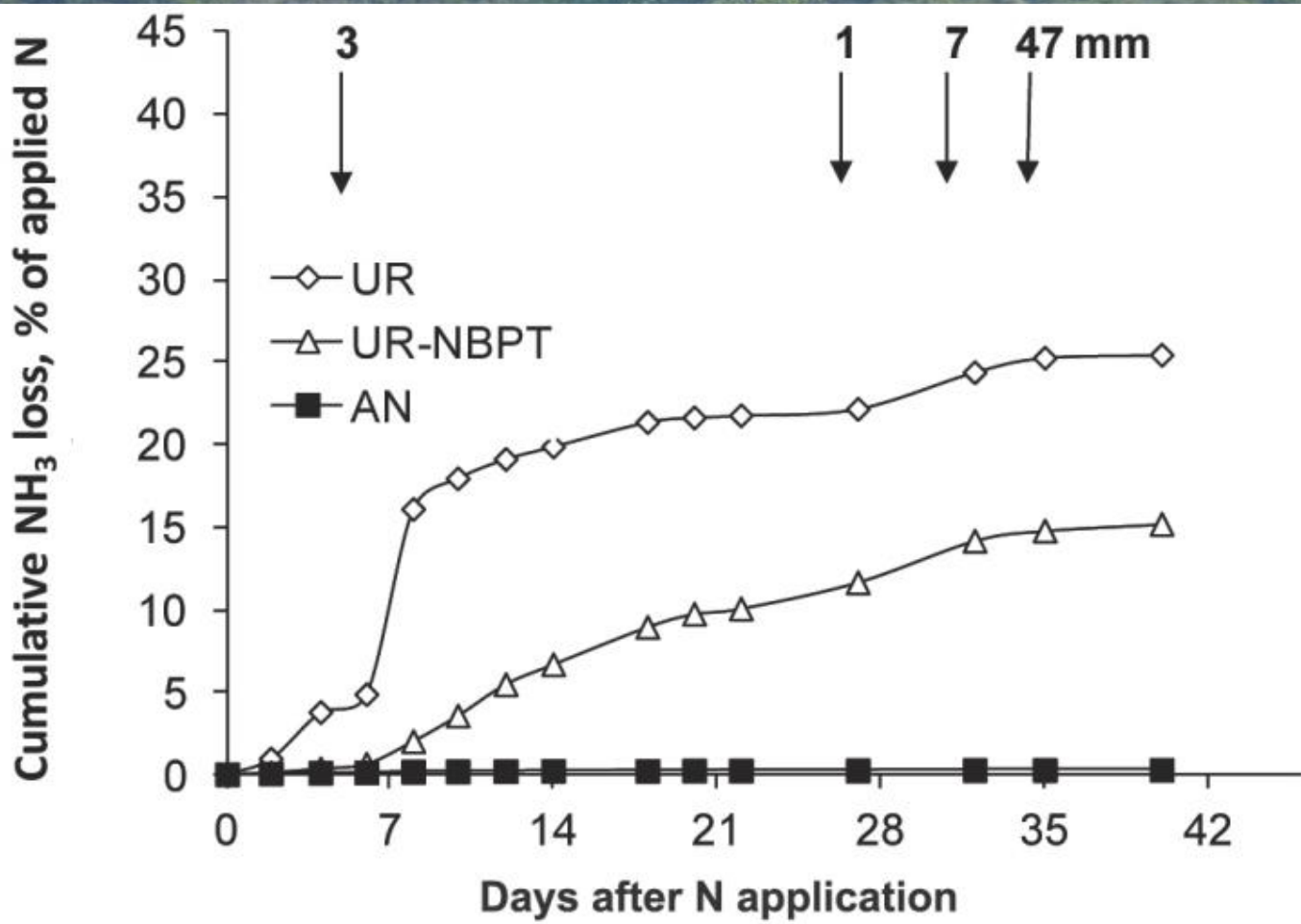
Acúmulo de matéria seca do capim *Urochloa decumbens* nos dois primeiros anos. Fonte: Lupatini et al. (2007).



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



Densidade de perfilhos (número/m²) 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).

Matéria seca total de *B. decumbens* em um LR com diferentes fontes P fase de estabelecimento e de manutenção

Fontes	Matéria seca (kg/ha)		
	Estab.*	Manut.*	Total
Testemunha	2.276	22.150	24.426
Superfosfato triplo	7.480	31.294	38.774
FPM - termofosfato	8.787	29.637	38.424
FPM - parcialmente acidulado	6.414	31.236	37.650
FPM - natural - rocha moída	4.315	32.261	36.576
DMS 5%	1266	n.s.	3.360

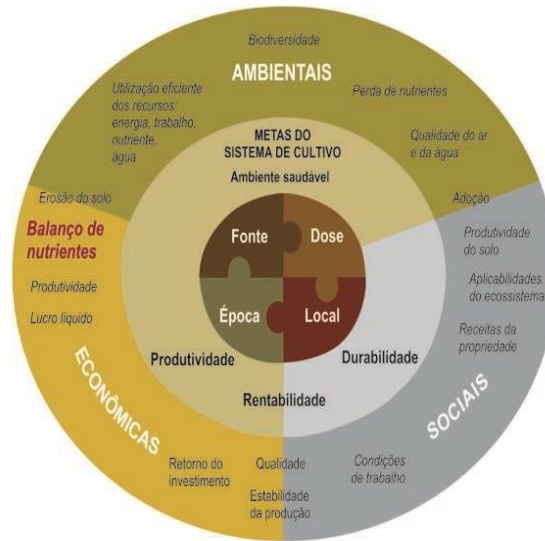
*Estabelecimento = cortes 1 e 2 ; Manutenção = cortes 3 a 11 - sem reaplicação de P;

FPM = Fosfato de Patos de Minas; Média de quatro doses e quatro repetições.

Janeiro de 1985 a Abril de 1988

Fonte: Embrapa Gado de Corte (1988).

Fonte: Macedo (2014).



Dose Certa



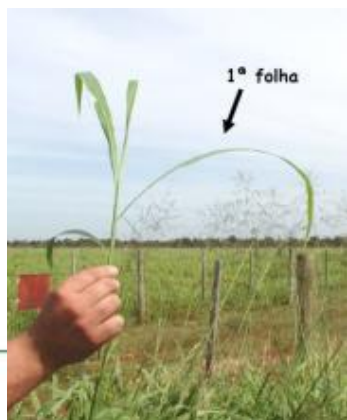
- ✓ Considerar fonte, época e local da aplicação
- ✓ Considerar a produtividade almejada
- ✓ Estimar a demanda de nutriente da planta: definição das produtividades almejada e potencial, extração de nutrientes pelas plantas
- ✓ Avaliar a oferta de nutriente do solo: amostragem e análise laboratorial, taxas de mineralização/imobilização, adsorção/dessorção, redução/oxidação, processos de absorção (interceptação radicular, fluxo de massa e difusão)
- ✓ Avaliar as fontes de nutrientes disponíveis: suprimento do solo, uso de esterco, água de irrigação, resíduos vegetais, fixação biológica N
- ✓ Estimar a eficiência de uso do fertilizante: plantas não absorvem 100% do nutriente aplicado devido aos mecanismos de perdas, fixação por componentes orgânicos e inorgânicos do solo, imobilização microbiana, lixiviação e volatilização
- ✓ Considerar os impactos no solo
- ✓ Considerar os aspectos econômicos



Quantidade de NPK extraída na matéria seca da parte aérea, 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	Quantidade extraída (kg/t)			Concentração foliar (g/kg)			Grau de exigência
	N	P	K	N	P	K	
Colonião	14	1,9	17	15-25	1,0-3,0	15-30	Muito exigente
Tifton	16	2,5	20	20-26	1,5-3,0	15-30	Muito exigente
B. brizantha	13	1,0	18	13-20	0,8-3,0	12-30	Exigente
B. decumbens	12	0,9	13	12-20	0,8-3,0	12-25	Pouco exigente

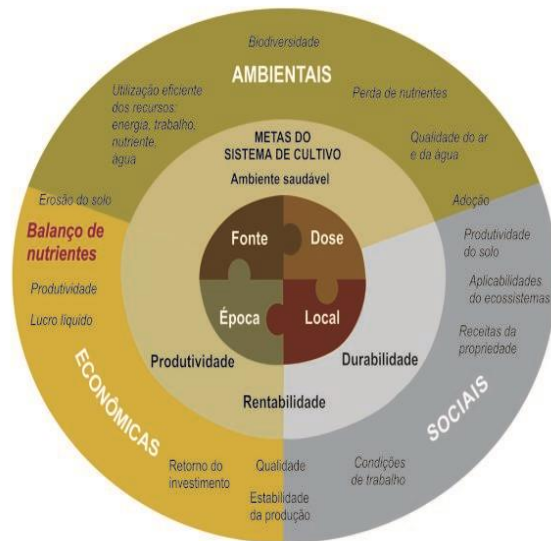


Folha diagnose: 1ª e/ou 2ª folha totalmente expandida do ápice para a base, sem a lígula, só a lâmina

Fatores que afetam a disponibilidade de nutrientes	N	P	K	S	Ca e Mg	Micro
pH do solo	x	x	x	x	x	x
Umidade	x	x	x	x	x	x
Temperatura	x	x	x	x	x	x
Aeração	x	x	x	x	x	x
Matéria Orgânica	x	x		x	x	x
Conteúdo de argila	x	x	x	x	x	x
Tipo de argila		x	x		x	x
Resíduo vegetal	x	x	x	x	x	x
Compactação do solo		x	x			
Nível do nutriente no solo		x	x		x	
Outros nutrientes		x	x		x	x
Tipo de espécie vegetal	x	x		x		x
Capacidade de troca de cátions (CTC)			x		x	x
% saturação CTC					x	

- ✓ Eficiência Agronômica (EA) = $(Y - Y_0)/F$
- ✓ Eficiência Recuperação (ER) = $(E - E_0)/F$
- ✓ A partir de parcelas de omissão de nutrientes, com EA e ER conhecidos
- ✓ $F = (Y - Y_0)/EA$ ou $F = (E - E_0)/ER$
- ✓ Manejo 4C proporciona melhoria de ambos: produtividade e EUF



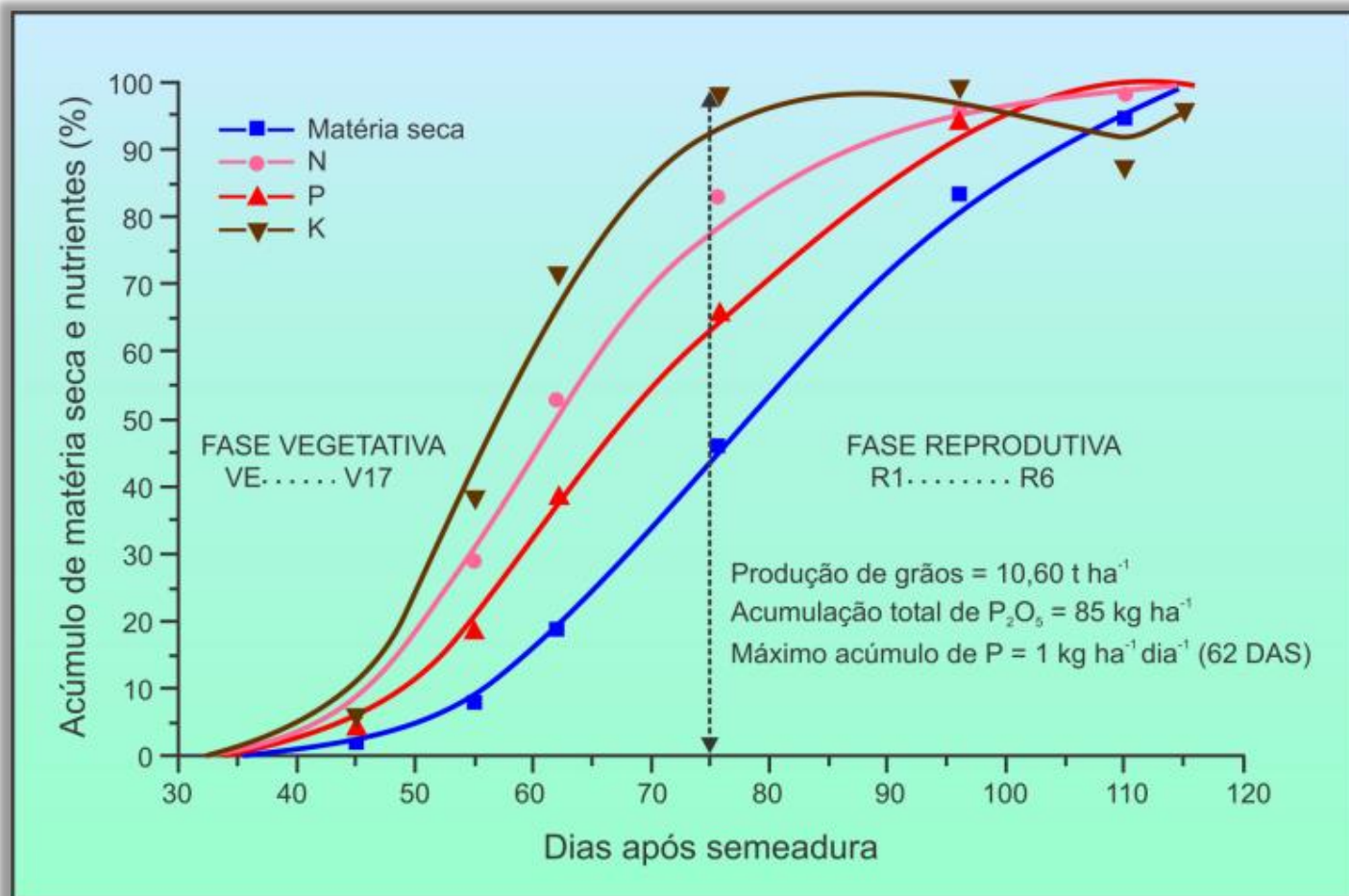


Época Certa

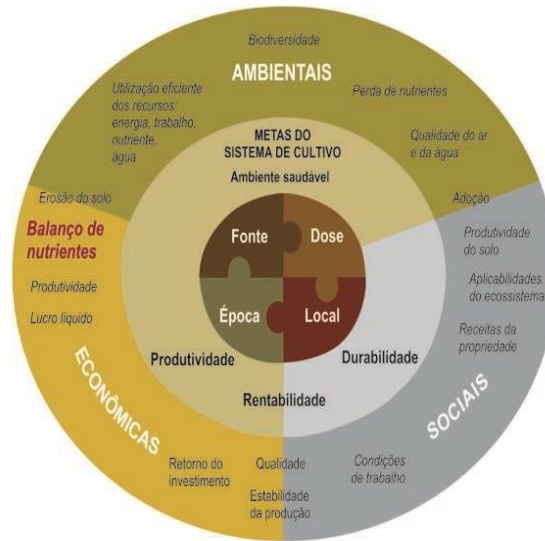


- ✓ Considerar fonte, dose e local de aplicação
- ✓ Considerar a disponibilidade de água no solo
- ✓ Avaliar o ritmo de crescimento da planta
- ✓ Considerar a dinâmica de oferta do nutriente do solo: solos com baixa CTC requerem maior ênfase na época certa de aplicação; ocorrem imobilizações ou outros processos que podem diminuir a disponibilidade do nutriente momentaneamente ou com o tempo ? Ex. N (microrganismos) e P (pH do solo)
- ✓ Conhecer a dinâmica das perdas de nutrientes do solo: perdas de N e P apresentam alto risco ambiental; mecanismos diferentes de perdas para N (lixiviação, desnitrificação e escoamento) e P (escoamento)
- ✓ Determinar a logística operacional das aplicações: tamanho da propriedade, rendimento operacional da máquinas e qualidade de aplicação





Acúmulo de matéria seca, nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea de plantas de milho. Fonte: adaptado de Karlen et al. (1987).



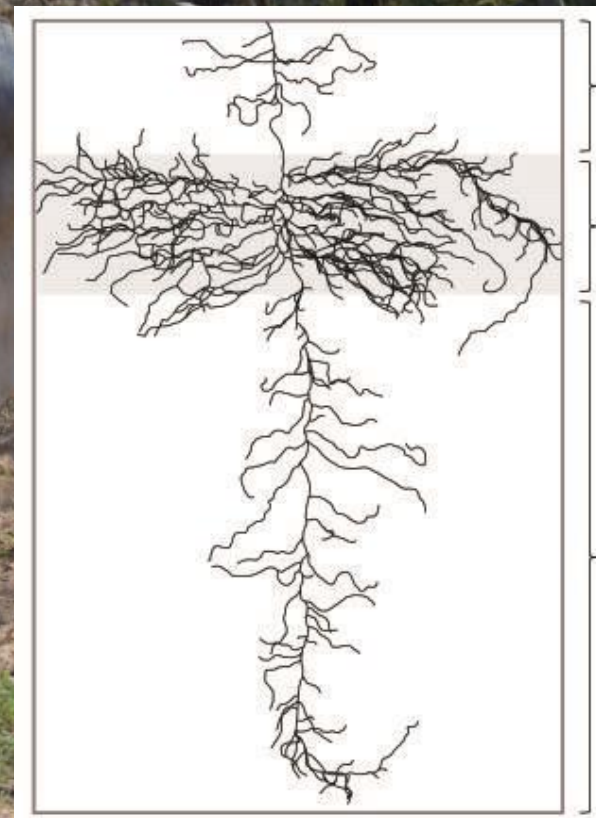
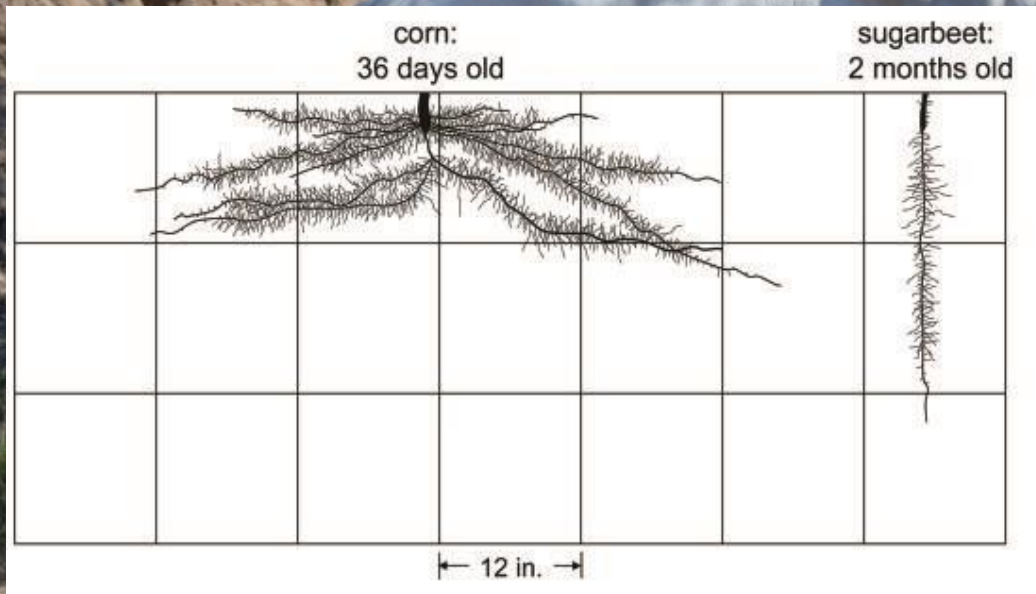
Local Certo



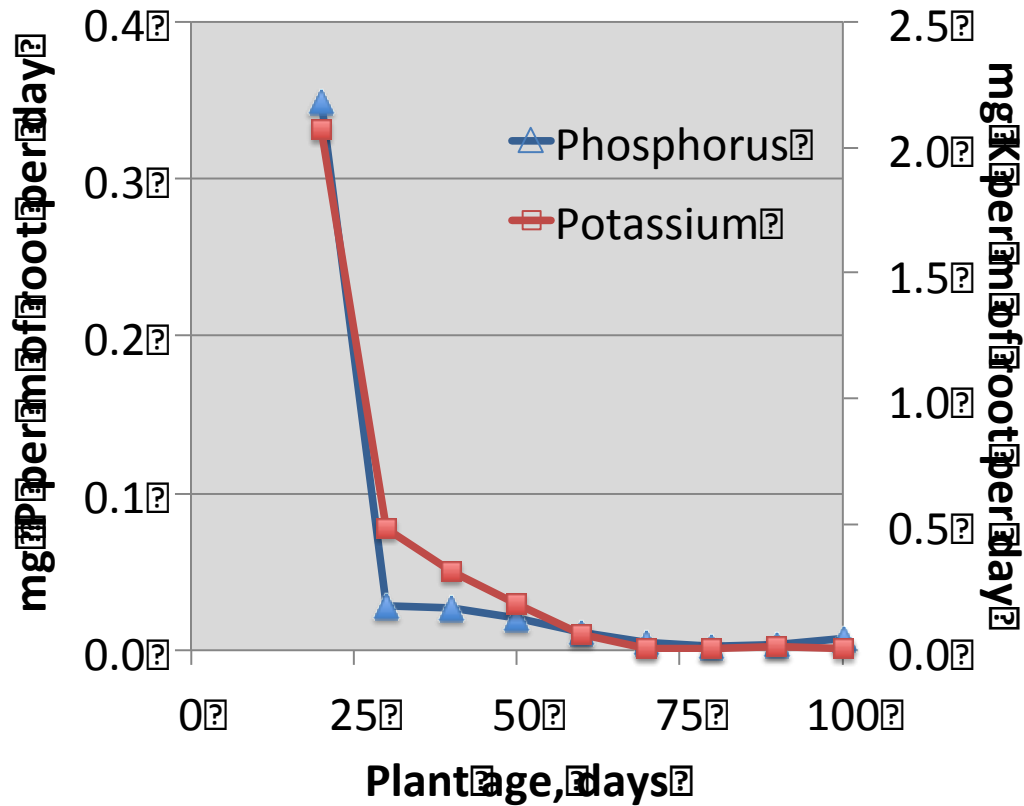
- ✓ Considerar fonte, dose e época de aplicação
- ✓ Considerar onde as raízes das plantas estão crescendo
- ✓ Considerar as reações químicas do solo
- ✓ Atender os objetivos do sistema de cultivo
- ✓ Manejar a variabilidade espacial



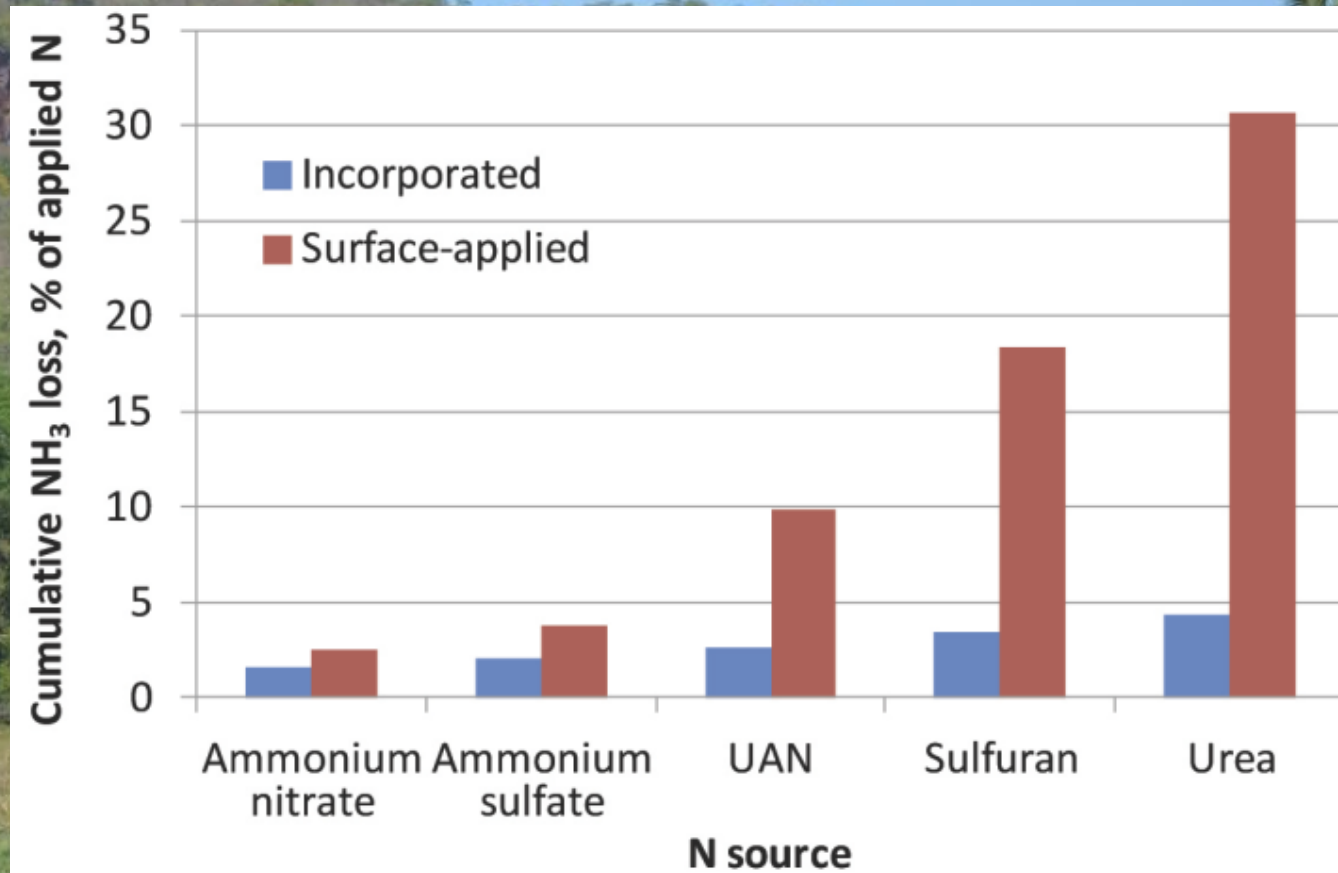
Arquitetura e plasticidade das raízes



Drew, 1975



Alterações na taxa de absorção de P e K. Fonte: Mengel e Barber (1974).



Perdas cumulativas de N em função das fontes fertilizantes.
 Fonte: Lara-Cabezas et al. (1997).

Tipos de Variabilidade Espacial

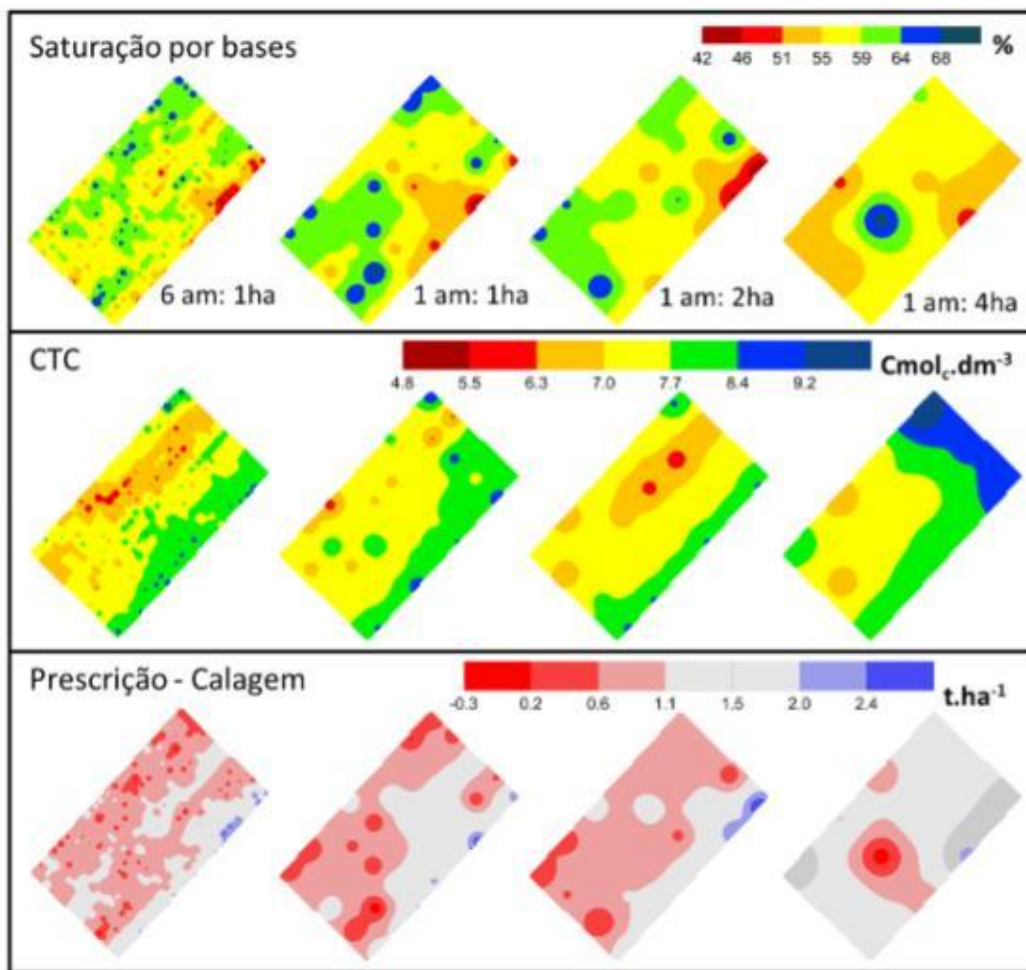


Induzida por operação agrícola



Processo natural

Fonte: Leandro Gimenez, Fundação MT (2014).



Mapas de atributos químicos do solo e da recomendação de calagem em função da intensidade amostral. Fonte: Leandro Gimenez, Fundação MT (2012).

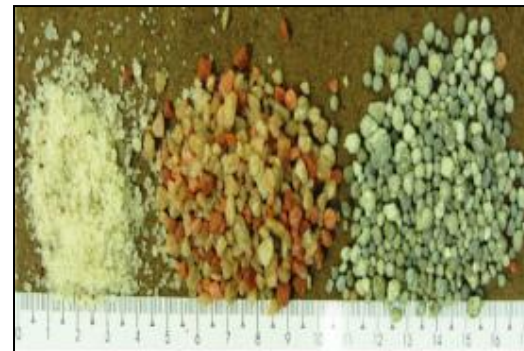


**FONTE: MÁRCIO VERONESE, FUNDAÇÃO MT/PMA
(2012)**

Caracterização do equipamento de distribuição de fertilizantes a lanço

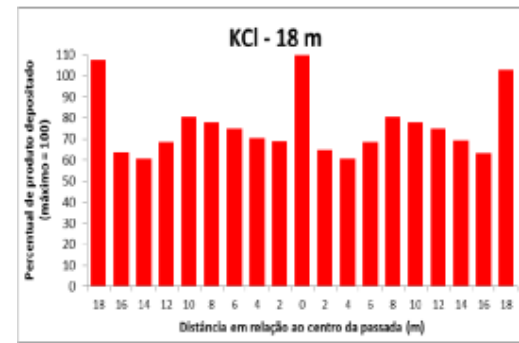
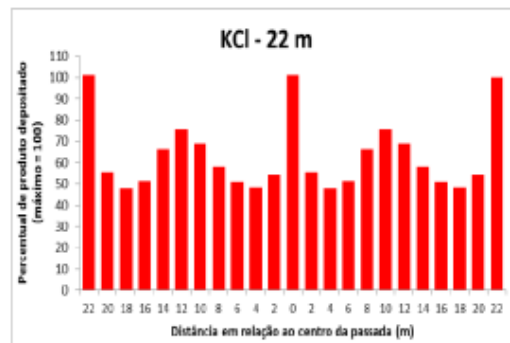


Caracterização do fertilizante aplicado: formato e densidade de partícula

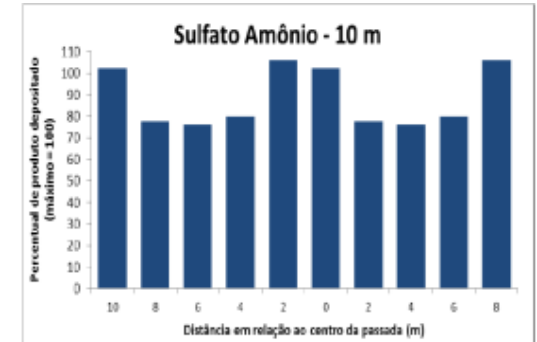
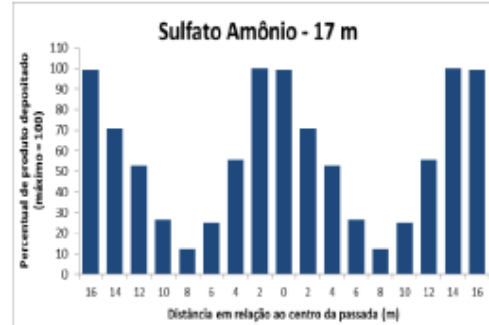
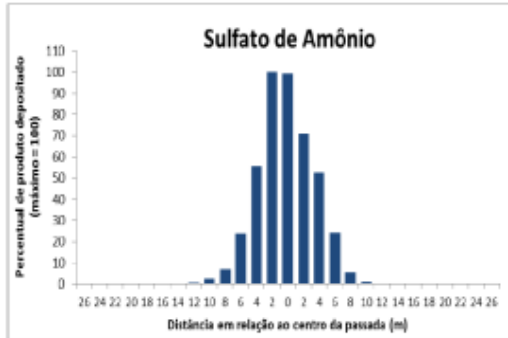


Avaliação da distribuição e definição da faixa de aplicação

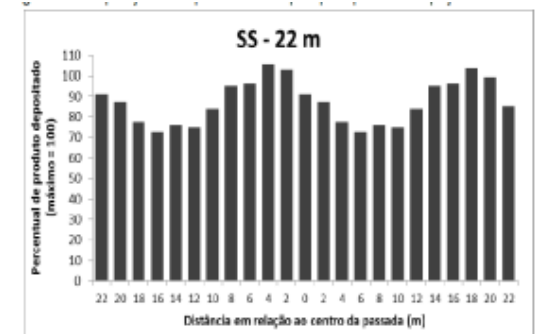
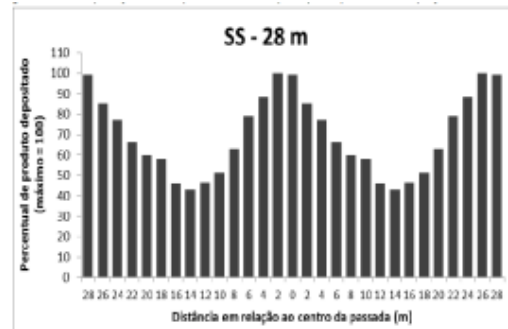
Cloreto de potássio (KCl)



Sulfato de Amônio (SA)



Superfosfato Simples (SSP)



Fonte: Fundação MT/PMA (Safrá 11/12)



Composição granulométrica da formulação 20-00-20 em função da largura da faixa de aplicação. Fonte: Leandro Gimenez, Fundação MT (2012).

<http://brasil.ipni.net/article/BRS-3288>

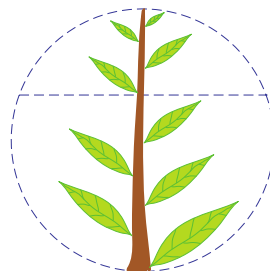
- ✓ Não facilmente observados em situação de campo
- ✓ Deficiências severas são raras
- ✓ Deficiências moderadas são comuns
- ✓ Deficiências combinadas são possíveis
- ✓ Perda de produtividade sem sintomas é possível
- ✓ Sintoma presente sem prejuízo à produtividade é possível



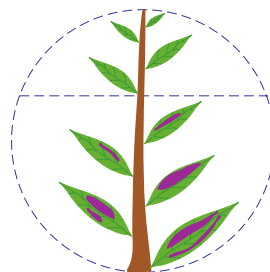
Sintomas genéricos de deficiência nutricional

1. Mudança de coloração em folhas mais velhas

Nitrogenio (N): Folhas velhas de coloração amarelada (clorose), as plantas com crescimento reduzido e poucos perfilhos



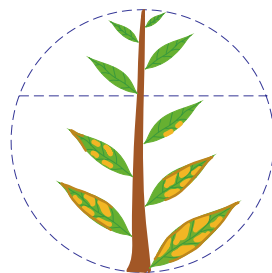
Fósforo (P): Plantas com porte reduzido, folhas velhas de tamanho menor que o normal e maturidade atrasada



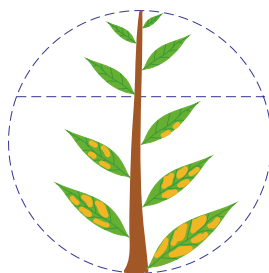
Sintomas genéricos de deficiência nutricional

1. Mudança de coloração em folhas mais velhas

Potássio (K): folhas velhas apresentando amarelecimento das bordas, evoluindo para o bronzeamento (morte das células)



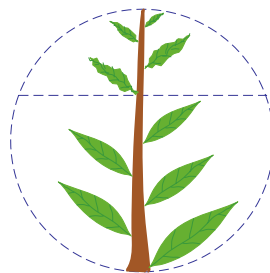
Magnésio (Mg): folhas velhas com amarelecimento internerval, enquanto nervuras mantêm-se verdes



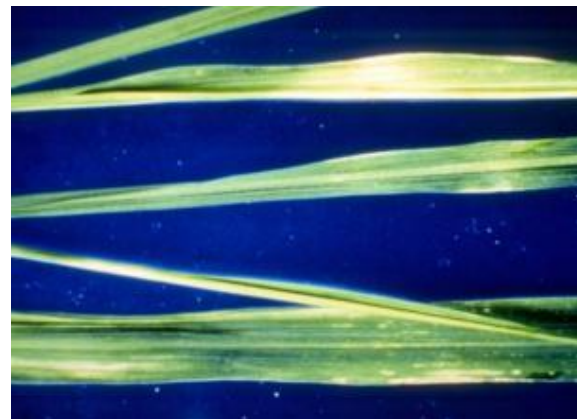
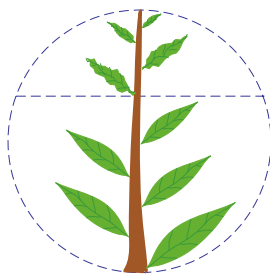
Sintomas genéricos de deficiência nutricional

2. Mudança de coloração em folhas novas

Cálcio (Ca): baixa mobilidade na planta, folhas primárias atrasadas, ponta das folhas e raízes atrofiadas e deformadas, morte de estrutura floral



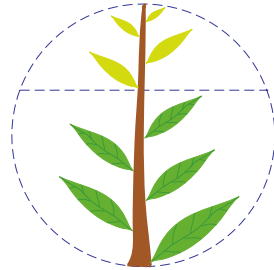
Boro (B): baixa mobilidade na planta, pontos de crescimento e tecidos jovens afetados, pode ocorrer amarelecimento internerval e lesões; má formação de flores e sementes



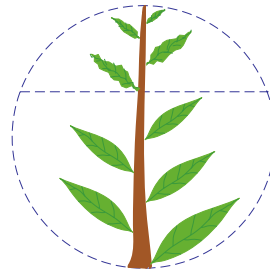
Sintomas genéricos de deficiência nutricional

2. Mudança de coloração em folhas novas

Enxofre (S): folhas jovens apresentam coloração verde claro, incluindo as nervuras



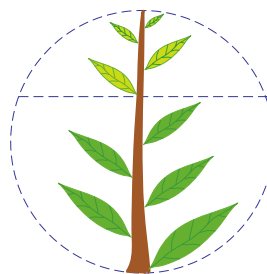
Zinco (Zn): clorose internerval pronunciada; faixas esbranquiçadas ao lado da nervura central



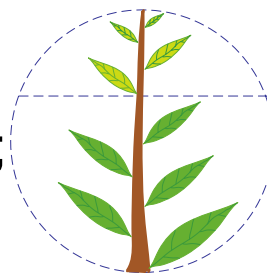
Sintomas genéricos de deficiência nutricional

2. Mudança de coloração em folhas novas

Ferro (Fe): Clorose internerval com nervuras verdes



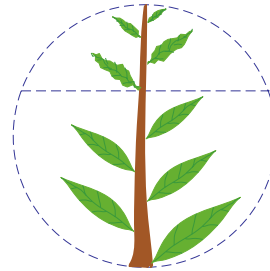
Manganês (Mn): folhas amareladas, com nervuras verdes; podem ocorrer pintas cinzas (necrose)



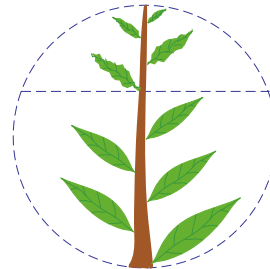
Sintomas genéricos de deficiência nutricional

2. Mudança de coloração em folhas novas

Cobre (Cu): folhas com amarelecimento uniforme ou murchas, com ou sem clorose



Molibdênio (Mo): folhas murchas com necrose ao longo das margens



Fonte, Dose, Época e Local

- ✓ Cada aplicação de fertilizante envolve os 4Cs
- ✓ Os 4Cs estão completamente conectados
- ✓ O manejo 4C tem impacto direto nos resultados de produtividade e eficiência de uso de fertilizantes



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



INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

Website:

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

Telefone:

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