



O CALCÁRIO AGRÍCOLA



Prof. ROBERTO ZAMBERLAN



Empresa de Mineração Araujo Ltda.

EMAL CALCÁRIOS

BR 471 - Km 173 | Rio Pardo | Fone 3731-7544

DOIS PRINCIPAIS ELEMENTOS PARA UMA PLANTA SAUDÁVEL

1º: ÁGUA

2º: CÁLCIO

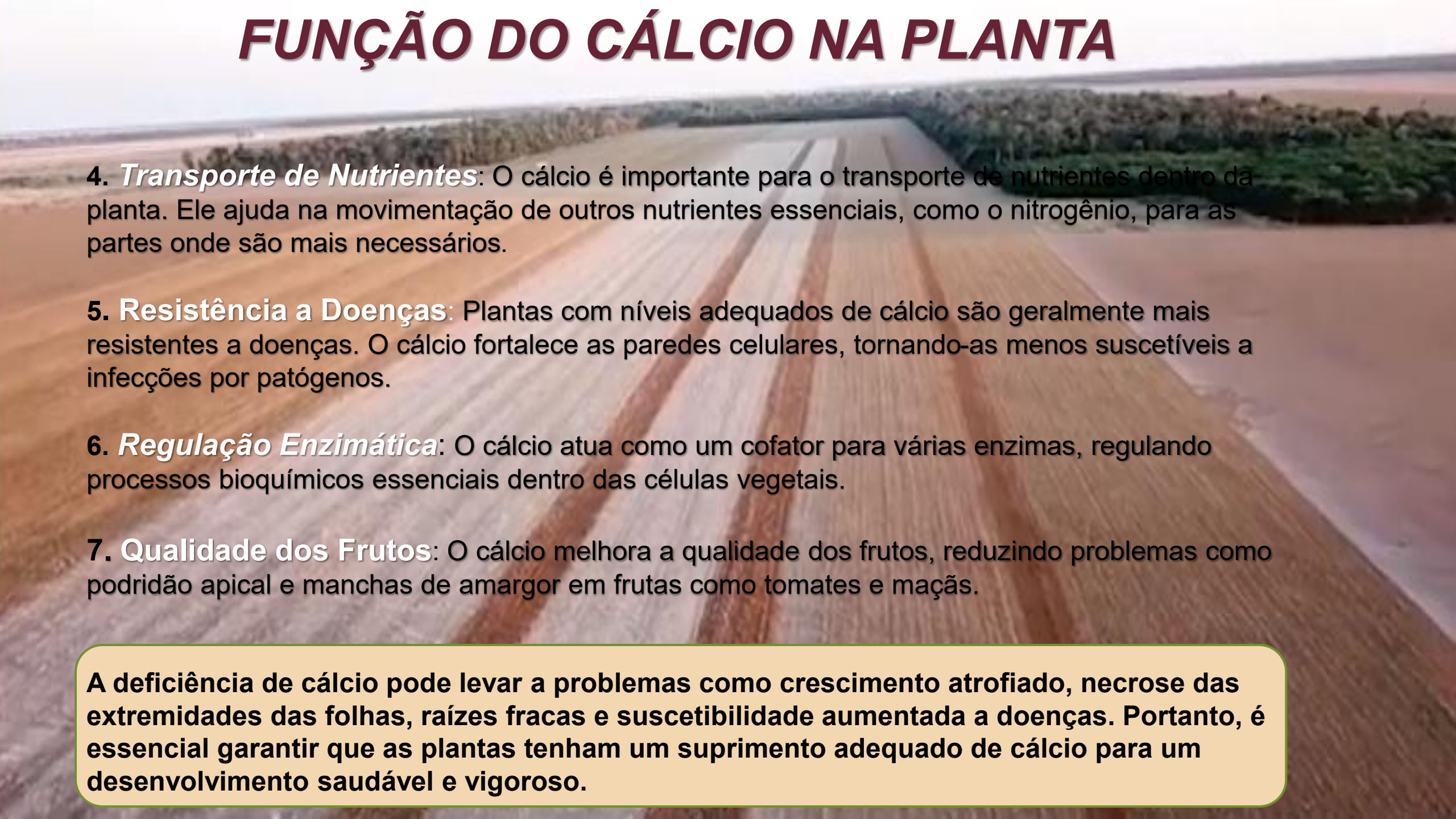
FUNÇÃO DO CÁLCIO NA PLANTA

1. Estrutura Celular: O cálcio é um componente importante das paredes celulares das plantas. Ele ajuda a manter a integridade e a rigidez das células, fortalecendo a estrutura geral da planta.

2. Divisão Celular: É necessário para a divisão celular, um processo vital para o crescimento das plantas. O cálcio atua na formação da nova parede celular durante a divisão.

3. Desenvolvimento das Raízes: O cálcio contribui para o desenvolvimento e a saúde das raízes. Ele ajuda a formar raízes fortes e saudáveis, **facilitando a absorção de água e nutrientes.**

FUNÇÃO DO CÁLCIO NA PLANTA

- 
4. ***Transporte de Nutrientes***: O cálcio é importante para o transporte de nutrientes dentro da planta. Ele ajuda na movimentação de outros nutrientes essenciais, como o nitrogênio, para as partes onde são mais necessários.
5. ***Resistência a Doenças***: Plantas com níveis adequados de cálcio são geralmente mais resistentes a doenças. O cálcio fortalece as paredes celulares, tornando-as menos suscetíveis a infecções por patógenos.
6. ***Regulação Enzimática***: O cálcio atua como um cofator para várias enzimas, regulando processos bioquímicos essenciais dentro das células vegetais.
7. ***Qualidade dos Frutos***: O cálcio melhora a qualidade dos frutos, reduzindo problemas como podridão apical e manchas de amargor em frutas como tomates e maçãs.

A deficiência de cálcio pode levar a problemas como crescimento atrofiado, necrose das extremidades das folhas, raízes fracas e suscetibilidade aumentada a doenças. Portanto, é essencial garantir que as plantas tenham um suprimento adequado de cálcio para um desenvolvimento saudável e vigoroso.

PRINCIPAIS NUTRIENTES
DE QUE AS PLANTAS SE ALIMENTAM



São todos os elementos e compostos químicos que os seres vivos consomem para manter o metabolismo em pleno funcionamento e executar as diversas atividades celulares essenciais ao seu desenvolvimento

Logo, são os combustíveis das plantas

São divididos em
Duas classes

MACRONUTRIENTES

MICRONUTRIENTES

NUTRIENTES

Os macro nutrientes

são aqueles mais exigidos pelas plantas:

CÁLCIO	MAGNÉSIO	ENXOFRE
CARBONO	HIDROGÊNIO	OXIGÊNIO
NITROGÊNIO	FÓSFORO	POTÁSSIO

Os micronutrientes são aqueles que são exigidos em menores quantidades pelas plantas:

FERRO	COBRE	MANGANÊS
ZINCO	BORO	NÍQUEL
	MOLIBDÊNIO	



O CALCÁRIO AGRÍCOLA

O QUE É ?????

- *É uma rocha sedimentar composta de*
- ***CARBONATO DE CÁLCIO e***
- ***CARBONATO DE MAGNÉSIO.***



QUAIS SÃO OS TIPOS DE CALCÁRIO

- Os **calcários** são classificados com relação à concentração de MgO
- **CALCÍTICOS** (menos de 5%),
- **MAGNESIANOS** (5% a 12%) e
- **DOLOMÍTICOS** (acima de 12%).
- A qualidade do produto será função de suas **características químicas** (PRNT – Poder Relativo de Neutralização Total) e **físicas** (tamanho das partículas).



QUAL O MELHOR TIPO DE CALCÁRIO

- *Aquele que sua análise de solo determinar.*

Se a relação Ca/Mg não estiver em 3:1 corrija de acordo com a necessidade,
Caso a relação estiver harmônica, a recomendação será sempre de

CALCÁRIO DOLOMÍTICO



CALCÁRIO DOLOMÍTICO

- Apesar da enorme importância que o Cálcio tem nas plantas, não podemos desconsiderar o Magnésio, que também é um MACRO NUTRIENTE extremamente importante para o seu desenvolvimento.
- Por isso, sempre recomendamos o
- ***CALCÁRIO DOLOMÍTICO,***
- como um fertilizante a mais,
- ***sem custo adicional.***





BENEFÍCIOS DO MAGNÉSIO



- É um macro nutriente e sua principal função é ser o átomo central da molécula de clorofila (*que responsável pela absorção de luz e transferência de energia na fotossíntese*), nas folhas verdes das plantas.
- A mobilidade do nutriente permite que ele seja transportado de folhas mais velhas para tecidos novos e pontos de crescimento, favorecendo o sistema radicular e auxiliando na formação de raízes.
- O magnésio também auxilia no acúmulo de sacarose das folhas, ou seja, amplia o acréscimo de açúcar em frutos. As plantas, em geral, necessitam entre 1,5 a 3,5 g de magnésio por kg de massa seca para condições de ótimo desenvolvimento.



DEFICIÊNCIA



- O sintoma de deficiência de magnésio é caracterizado pelo amarelecimento das folhas velhas e pela dependência da intensidade luminosa sobre as folhas.
- A deficiência pode ocorrer em solos ácidos e/ou em solos que receberam elevadas doses de potássio.
- Para a planta, desencadeará problemas na eficiência da fotossíntese. Em cereais, por exemplo, pode resultar em redução do número de grãos por espiga. Já no pasto, a deficiência é conhecida pelo termo "Grass Tetany", caracterizada por favorecer baixos níveis de magnésio no sangue de animais.
- Vale lembrar que quanto mais folhas saudáveis maior será a área fotossíntese ativa e maiores chances de aumento e/ou manutenção de rendimento das culturas.



GRASS TETANY

- **A tetania das gramíneas é uma doença metabólica que envolve a deficiência de magnésio, que pode ocorrer em animais ruminantes como bovinos de corte, bovinos e ovinos, geralmente após o pasto em pastagens de capim que cresce rapidamente, especialmente no início da primavera.**

Tetania da grama – Um distúrbio complicado com uma prevenção fácil: 11 de maio de 2022 – Dr. Jeff Lehmkuhler, professor de extensão da Universidade de Kentucky e Dra. Michelle Arnold, Laboratório de Diagnóstico Veterinário do Reino Unido.

A clássica “tetania da grama” é um distúrbio de progressão rápida e potencialmente fatal causado por baixo nível de magnésio no sangue, também conhecido como “hipomagnesemia”. Geralmente é visto em vacas de corte mais velhas e lactantes ao pastar grama jovem e succulenta no início da primavera, particularmente durante o tempo frio e chuvoso.

DEFICIÊNCIA DE MAGNÉSIO



FÓSFORO (P)



O fósforo é um nutriente essencial para as plantas e desempenha vários papéis importantes em seu desenvolvimento e crescimento.

Aqui estão algumas funções principais do fósforo nas plantas:

1.Energia: *O fósforo é um componente crucial do ATP (adenosina trifosfato), que é a principal molécula de armazenamento e transferência de energia nas células das plantas. O ATP é fundamental para processos como fotossíntese, respiração e síntese de biomoléculas.*

2.Fotossíntese: *O fósforo participa na conversão de energia luminosa em energia química durante a fotossíntese. Ele é um componente dos compostos que transportam energia durante este processo.*

3.Divisão Celular: *É necessário para a divisão celular e o desenvolvimento de novos tecidos vegetais. Sem fósforo suficiente, o crescimento das plantas pode ser prejudicado.*

FÓSFORO (P)



4. Desenvolvimento Radicular: O fósforo é vital para o desenvolvimento e crescimento das raízes. Plantas com deficiência de fósforo tendem a ter sistemas radiculares mal desenvolvidos.

5. DNA e RNA: O fósforo é um componente dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), que contêm as informações genéticas necessárias para o desenvolvimento e reprodução das plantas.

6. Maturação de Frutos e Sementes: O fósforo também é importante para a maturação de frutos e a formação de sementes, garantindo a continuidade da espécie vegetal.

Uma deficiência de fósforo pode resultar em crescimento lento, folhas roxas ou escuras, e produção reduzida de frutos e sementes. Portanto, é fundamental garantir que as plantas tenham uma quantidade adequada de fósforo para seu desenvolvimento saudável.

FOSFATO NATURAL

A partir de MAIO/2026 o Rio Grande do Sul iniciará a produção de FOSFATO NATURAL a base de 12% de P_2O_5 com uma Jazida em Lavras do Sul e o beneficiamento em CAÇAPAVA DO SUL, reduzindo consideravelmente o custo para o produtor;

Destinado a uma **construção de fertilidade sistêmica**, deverá ser aplicado sobre o solo antes da devida correção do pH com CALCÁRIO AGRÍCOLA, fornecendo P_2O_5 de forma contínua às plantas durante todo ano, disponível em todo solo e não somente na linha, oferecendo o nutriente onde estiver, durante todo ciclo.

Extremamente indicado em pastagens, tanto naturais como cultivadas;

Iniciará com uma produção de 50.000t/ano com uma usina para 300.000t/ano

A CALAGEM

- ***Porque corrigir o solo***

- ***Quando corrigir o solo***

- ***Como corrigir o solo***

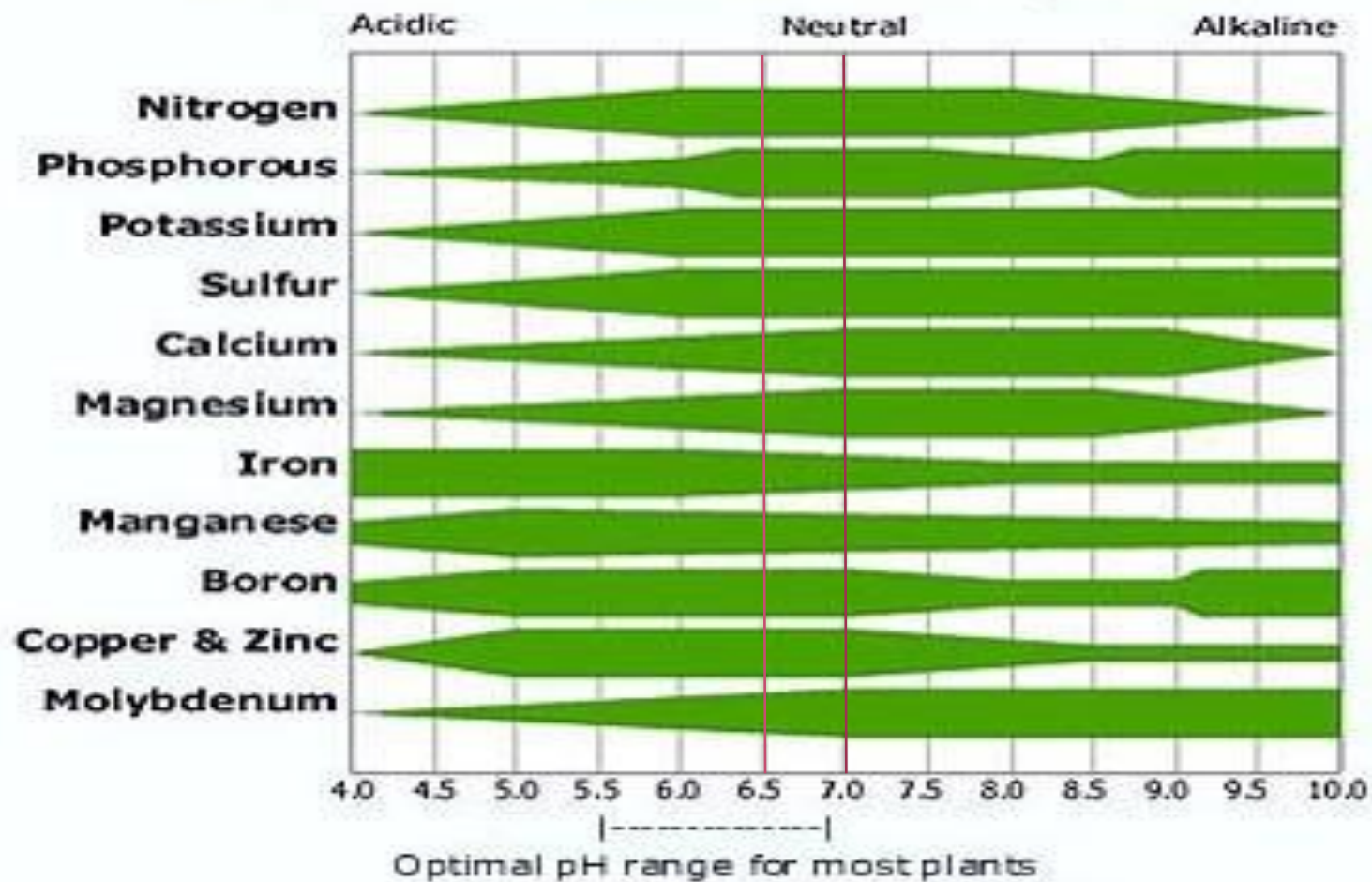


TABELA DE APROVEITAMENTO DO FERTILIZANTE

NUTRIENTES	pH					
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
NITROGÊNIO	20	50	75	100	100	100
FÓSFORO	30	32	40	50	100	100
POTÁSSIO	30	35	70	90	100	100
ENXOFRE	40	80	100	100	100	100
CÁLCIO	20	40	50	67	83	100
MAGNÉSIO	20	40	50	70	80	100
MÉDIA	26,7	46,2	64,2	79,5	93,8	100

Fonte: Lab SOLUM

Plant Nutrient Availability Chart



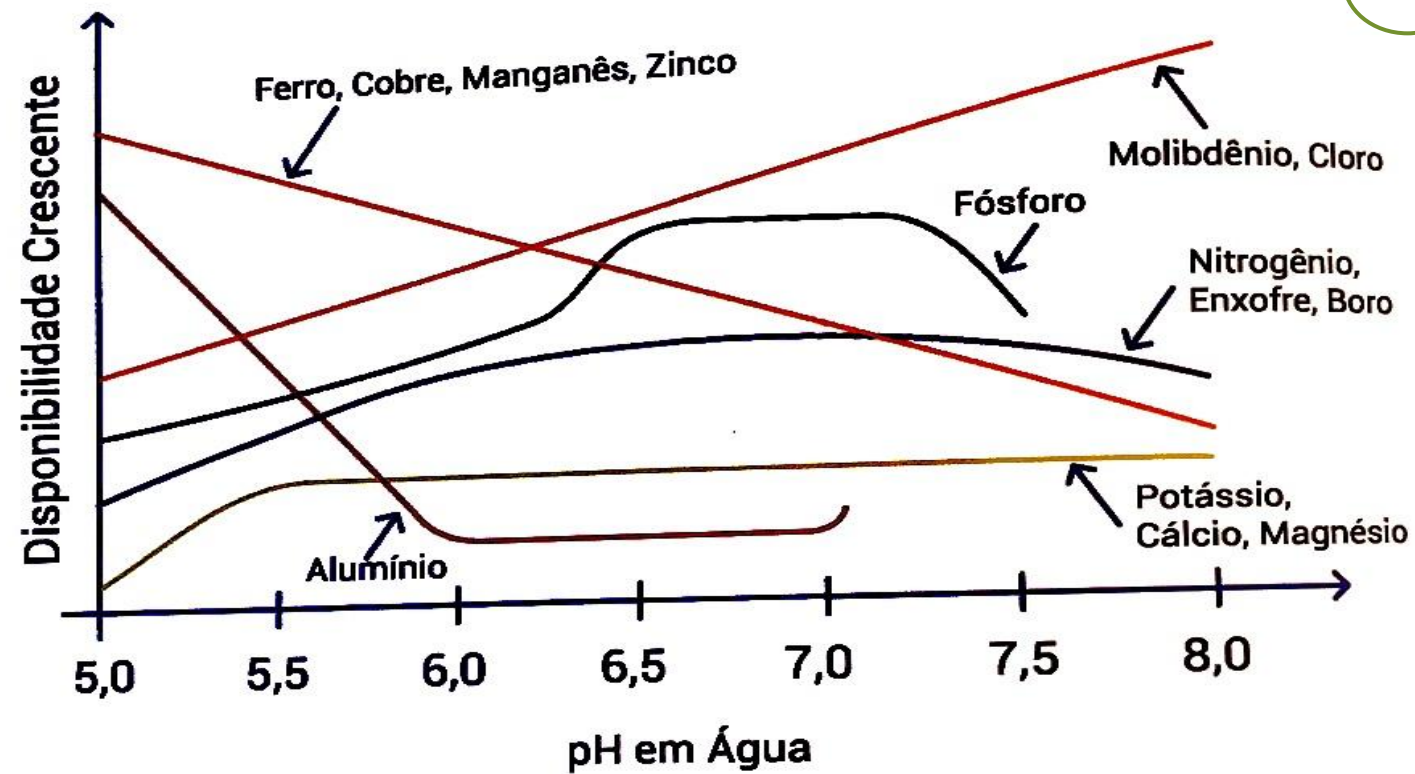


Figura 3

Efeito do pH na disponibilidade dos nutrientes e do alumínio no solo (Malavolta, 1981).

Dose de calcário necessária para elevar o pH do solo considerando como base o índice SMP obtido na camada de 0 a 20 cm profundidade. Doses calculadas para calcário com PRNT 100%. Adaptado de COMISSÃO... (2016).

Índice SMP	pH em água (1:1) desejado*										
	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5
Dose de calcário com PRNT 100% (Ton ha ⁻¹)											
4,4	15,0	16,2	17,4	18,6	19,8	21,0	22,6	24,2	25,8	27,4	29,0
4,5	12,5	13,5	14,4	15,4	16,3	17,3	18,6	20,0	21,3	22,7	24,0
4,6	10,9	11,7	12,6	13,4	14,3	15,1	16,1	17,1	18,0	19,0	20,0
4,7	9,6	10,3	11,1	11,8	12,6	13,3	14,1	15,0	15,8	16,7	17,5
4,8	8,5	9,2	9,9	10,5	11,2	11,9	12,7	13,4	14,2	14,9	15,7
4,9	7,7	8,3	8,9	9,5	10,1	10,7	11,4	12,1	12,8	13,5	14,2
5,0	6,6	7,3	7,9	8,6	9,2	9,9	10,6	11,3	11,9	12,6	13,3
5,1	6,0	6,6	7,2	7,9	8,5	9,1	9,7	10,4	11,0	11,7	12,3
5,2	5,3	5,9	6,5	7,1	7,7	8,3	8,9	9,5	10,1	10,7	11,3
5,3	4,8	5,3	5,9	6,4	7,0	7,5	8,1	8,7	9,2	9,8	10,4
5,4	4,2	4,7	5,2	5,8	6,3	6,8	7,3	7,9	8,4	9,0	9,5
5,5	3,7	4,2	4,7	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,6
5,6	3,2	3,6	4,1	4,5	5,0	5,4	5,9	6,4	6,8	7,3	7,8
5,7	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,6	7,0
5,8	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,5	5,9	6,3
5,9	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,8	5,2	5,6
6,0	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	4,9
6,1	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0	4,3
6,2	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7
6,3	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1
6,4	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6
6,5	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1
6,6	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6
6,7	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2
6,8	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
6,9	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2
7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Adaptado por interpolação das doses da análise conjunta baseada em Murdock et. al. (1969), Kaminski (1974), Scherer (1976), Ernani & Almeida (1986), Anjos et. al. (1987) e Ciprandi et. al. (1994).

* Cores nas colunas representam as metas de produtividade para as culturas de soja, milho, trigo e silagem apresentadas na Tabela 1.



POR QUE CORRIGIR O SOLO ?

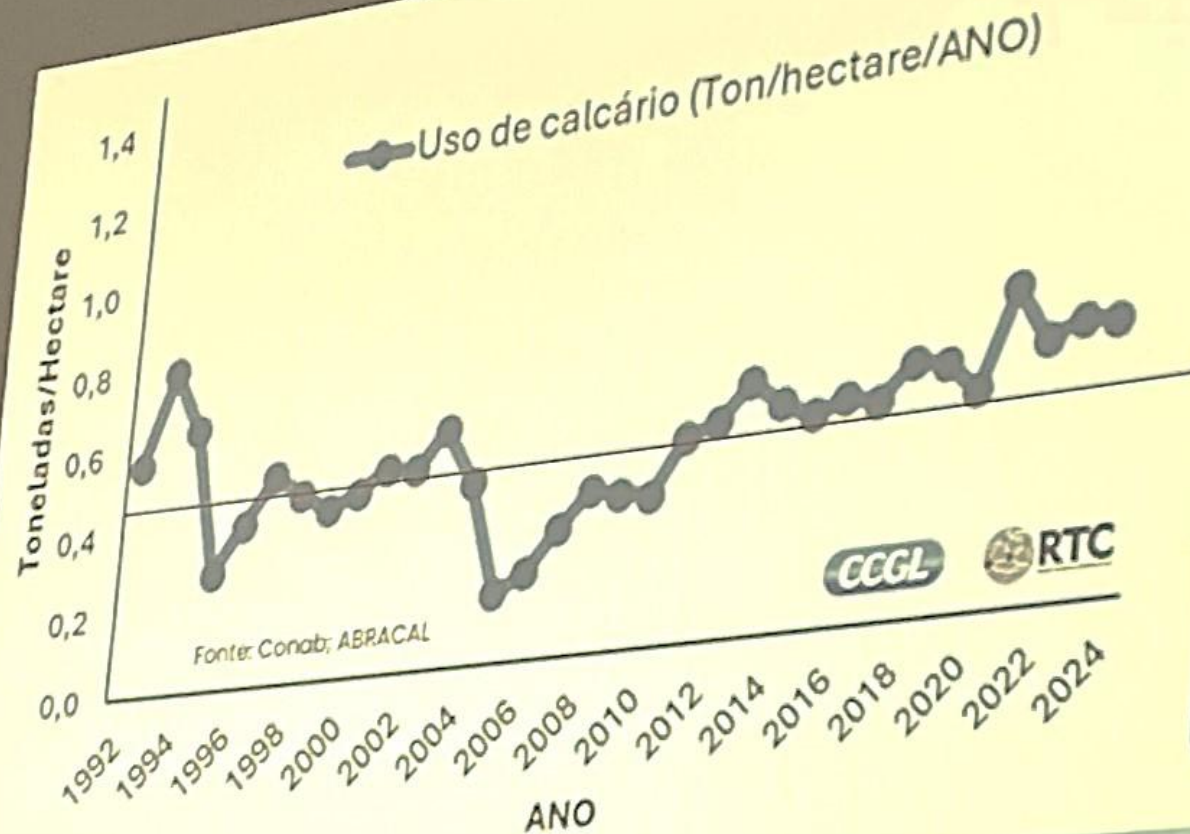
- ✓ Corrige a acidez do solo (pH) fornecendo Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg);
- ✓ Atua como fertilizante de macro nutrientes
- ✓ Estimula o desenvolvimento de microrganismos;
- ✓ Eliminam os efeitos tóxicos do Manganês (Mn), Ferro (Fe) e Alumínio (Al), presentes nos solos ácidos;
- ✓ Aumenta a eficiência da adubação;
- ✓ Proporciona maior crescimento radicular, aumentando absorção de nutrientes e água;
- ✓ Maior resistência a veranicos e maior produtividade;
- ✓ Além desses benefícios, é importante frisar que o custo com calagem representa cerca de 5% do custo com a produção total. Esse custo é muito baixo comparado aos efeitos positivos que a calagem pode trazer para sua propriedade.
- ✓ Baixo custo do produto;

REACIDIFICAÇÃO NATURAL DO SOLO

Lavoura de alta produtividade (SOJA-TRIGO-MILHO)

Manutenção:
~1300 kg
Calcário/ha/ano





Média de uso:
480
KG/HA/ANO

Necessidade
1300
KG/HA/ANO

Se você está
APLICANDO

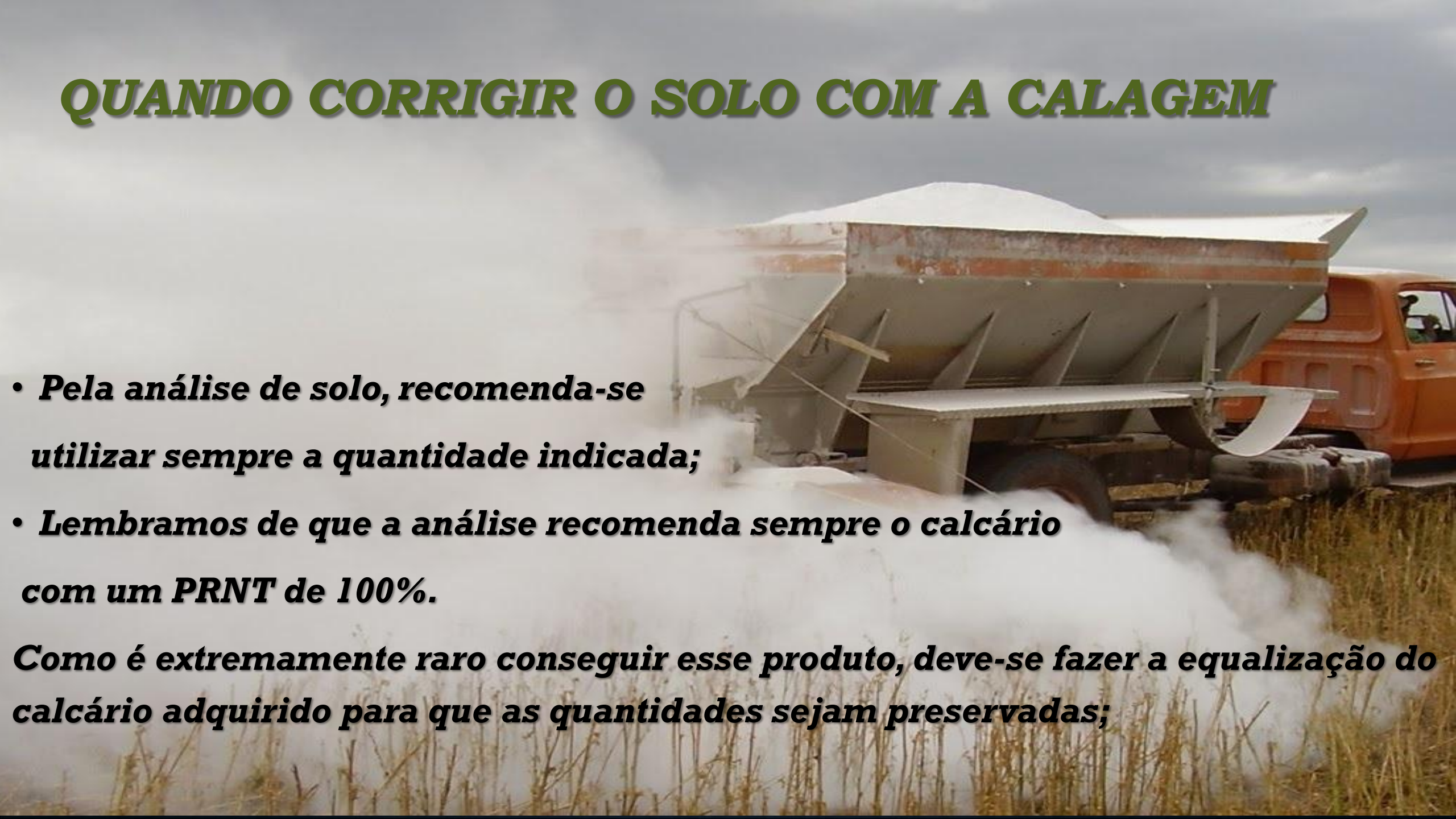
MÉDIA = pH baixando
NECESSIDADE = Mantendo pH
A MAIS = Elevando pH

CORASSA (2024)

QUANDO CORRIGIR O SOLO COM A CALAGEM

- ***Pela análise de solo, recomenda-se utilizar sempre a quantidade indicada;***
- ***Lembramos de que a análise recomenda sempre o calcário com um PRNT de 100%.***

Como é extremamente raro conseguir esse produto, deve-se fazer a equalização do calcário adquirido para que as quantidades sejam preservadas;



AMOSTRAGEM DO SOLO



- A coleta de amostras para análise de solo deve ser representativa de toda a área.
- Para isso, dentro de cada gleba deve-se realizar a extração de amostras simples, através de um caminhar em zig-zag.
- As amostras simples devem ter o mesmo volume de solo e coletadas na mesma profundidade, posteriormente homogeneizadas para a formação de uma amostra composta.

DEFINIÇÃO DA DOSAGEM DE CALCÁRIO

- Logo depois, com o resultado da análise em mãos é possível definir o tipo de calcário que será utilizado, se será com mais ou com menos magnésio.
- A dose que será empregada deverá ser calculada em função da cultura que será implantada.
- Uma das formas de se classificar o calcário é pelo seu poder relativo de neutralização total (PRNT).
- Dessa forma, quanto maior for o valor do PRNT, menor deve ser a quantidade necessária de calcário a ser aplicada.
- Assim, em geral os valores são distribuídos conforme os dados a seguir em função do tipo de calcário e seu PRNT. Os tipos são:
 - **A:** PRNT de 45% a 60%
 - **B:** PRNT de 60,1% a 75%
 - **C:** PRNT de 75,1% a 90%
 - **D:** PRNT acima de 90%



COMO CORRIGIR O SOLO COM A CALAGEM?

- A princípio, a calagem deve ser realizada 3 meses antes do plantio da lavoura.
- O calcário deve incorporado uniformemente ao solo, até a profundidade de 20 cm, pode ser distribuído sobre a palha da ultima colheita, ou com aração e gradagem (plantio convencional).
-



Cálcio em profundidade é muito importante:

Foto: Júnior Cezar Resende (2021).



Experimento de abertura de áreas, em Formiga, MG, em 2021. **Parcela sem calcário, com elevada acidez e alto Al trocável (morte das plantas)!**

São as camadas paralelas à superfície do solo.



O Camada de restos de plantas e animais na superfície do solo.

A Primeiro horizonte mineral do solo, mais escuro, por conter mais húmus que os horizontes B e C.

B Horizonte formado por partes bastante desagregadas da rocha-mãe, estando abaixo do horizonte A.

C Horizonte formado por partes pouco desagregadas da rocha-mãe, com presença de materiais que ainda estão se transformando em solo.

R Rocha-mãe que, submetida ao intemperismo, se desagrega e se decompõe, dando origem ao solo.

Aspecto visual: raízes das plantas de milho de 2ª safra, consorciado com braquiária versus doses de calcário



Obs.: fotos são apenas qualitativas, pois não tem medidas

Fotos: Flávio Moraes



Qual a profundidade que você quer para suas raízes?



COMO REALIZAR A CALAGEM

Quando for aplicar pela primeira vez, para implantar o sistema de plantio direto, recomenda-se:

1. Aplicar a dosagem indicada pela análise, corrigido o PRNT do produto que será usado.

2. Se for até 5 t/ha, aplicar de uma só vez

3. Caso seja mais de 5 ton/ha, aplicar em duas vezes, realizando uma gradagem ou aragem antes de aplicar a segunda vez;

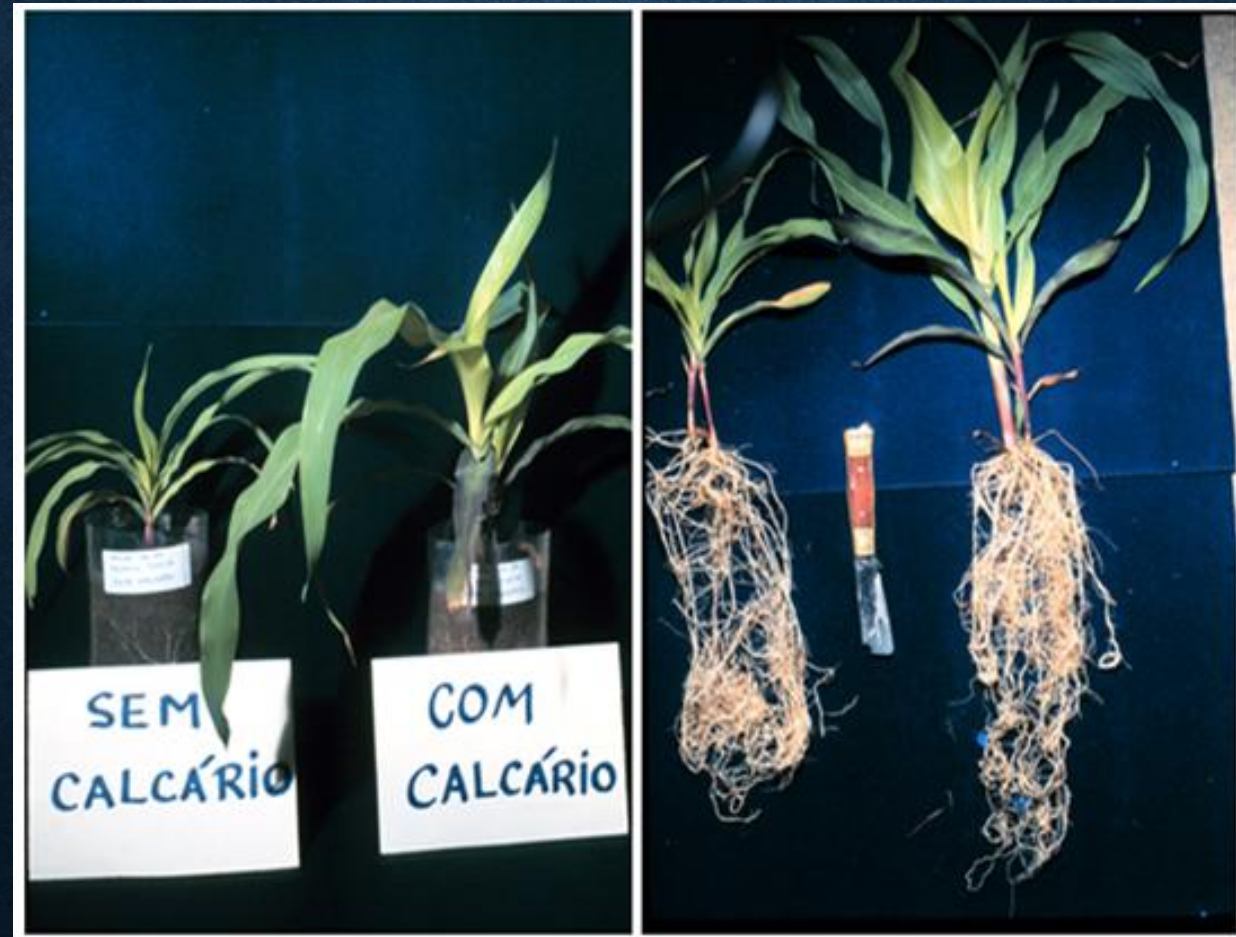
OBS: Experimentos científicos estão sendo realizados no estados de Minas Gerais, em lavouras de soja, em que a primeira dosagem é incorporada a uma profundidade de 40cm COM EXCELENTES RESULTADOS



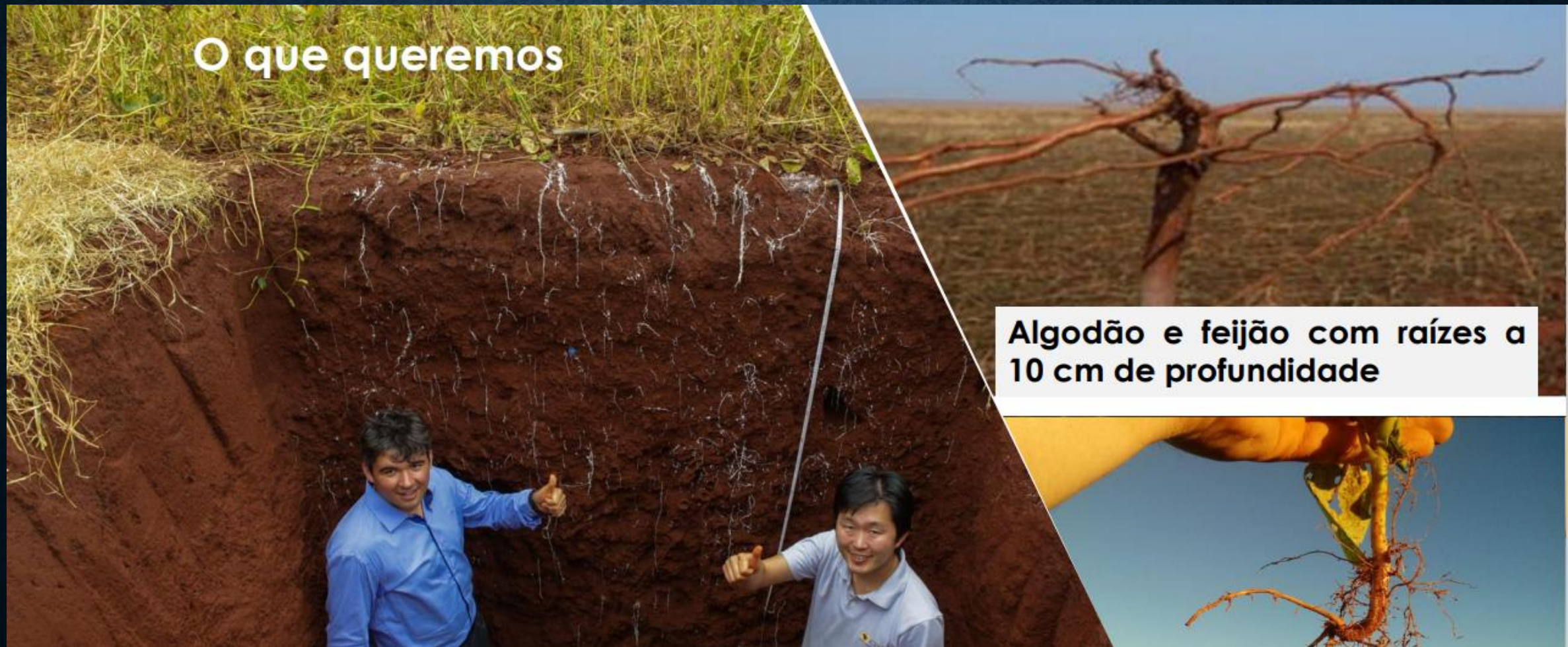
DÚVIDAS E MITOS SOBRE O CALCÁRIO

- *1. O calcário pode ser deixado a céu aberto de um ano para o outro?*
- *2. Pode-se usar calcário antes do plantio?*
- *3. O Calcário estraga se deixar muito tempo sem aplicar?*
- *4. A lavoura de arroz necessita de calagem,*
uma vez que a água corrige a acidez?
- *5. Pode-se usar calcário em árvores?*

APLICAÇÃO DE UMA COLHER DE SOPA DE CALCÁRIO DOLOMÍTICO EM UM VASO COM PLANTAS DE MILHO



FERTILIDADE DO SOLO COM CALAGEM A 40 CM



Cultura do sorgo durante veranico x doses de calcário

Controle



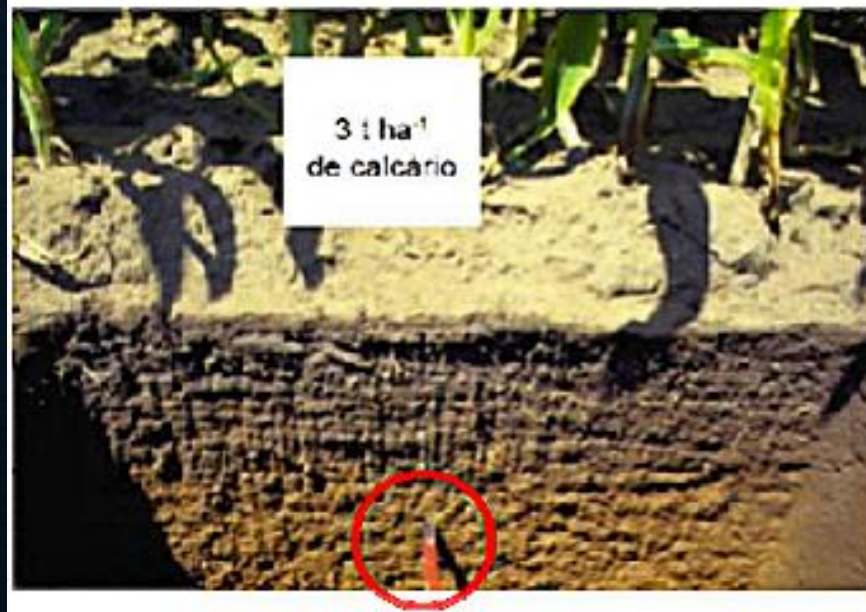
Dose: 3 t ha⁻¹ de calcário



Dose: 9 t ha⁻¹ calcário



Aumento do sistema radicular do milho em função da calagem (da absorção de N)



Fonte: Quaggio et al. (1991), citados por Van Raij (2011).

E COMO USAR A CALAGEM PARA A CONSTRUÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO?

DESAFIOS:

- 1. O CALCÁRIO apresenta BAIXA MOBILIDADE em solo (de 1 a 10 cm/ano)***
- 2. Época de aplicação e incorporação: depende de água para ser solubilizado e um bom contato com o solo, preferencialmente 3 meses antes do plantio***
- 3. Na abertura de solos ácidos, o calcário deve ser incorporado profundamente e bem misturado ao solo;***



“RESULTADOS EXPERIMENTAIS MOSTRAM QUE PARA ATINGIR PRODUTIVIDADES MÁXIMAS, AS DOSES DE CALCÁRIO E DE GESSO DEVERIAM SER DUAS VEZES MAIORES DO QUE AS RECOMENDADAS” VAN RAIJ (2011)

Aplicação de
calcário (ano de
2012) = $10,0 \text{ t ha}^{-1}$



Calcário incorporado com grade
32 polegadas a cerca de 30 cm
e subsolagem até 40 cm.

Primeiro ano com soja,
produzindo 70,9 sacas/ha.

GLEBA DE SOJA COM ALTA PRODUTIVIDADE

Lavoura de Feijão de 1º ano
(jan/2019), sob área de pastagem
degradada



- **Gleba de 96 hectares:**
 - ❑ **Ano de 2015 (abertura): 7 t/ha de calcário**
 - ❑ **Safra 2015/16: 60 sacas / ha de soja.**
 - **Ano de 2016: 3 t/ha de calcário + 3 t/ha de gesso;**
 - **Safra 2016/17: 96 sacas / ha de soja.**

PORTANTO,

SE VOCÊ QUER PRODUZIR MAIS

SE VOCÊ QUER PRODUZIR MELHOR

SE VOCÊ QUER AUMENTAR O SEU LUCRO

USE CALCÁRIO SEM MEDO



CALCÁRIO É A PRIMEIRA PROVIDÊNCIA

ETAPAS NA PRODUÇÃO DE CALCÁRIO AGRÍCOLA

1. Limpeza do estéril
2. Furação
3. Carregamento com explosivos
4. Desmonte
5. Transporte à britagem
6. Britagem Primária
7. Britagem Secundária
8. Moagem
9. Peneniramento
10. Estocagem

LIMPEZA DO ESTÉRIL



PERFURAÇÃO



CARREGAMENTO COM EXPLOSIVOS



DESMONTE



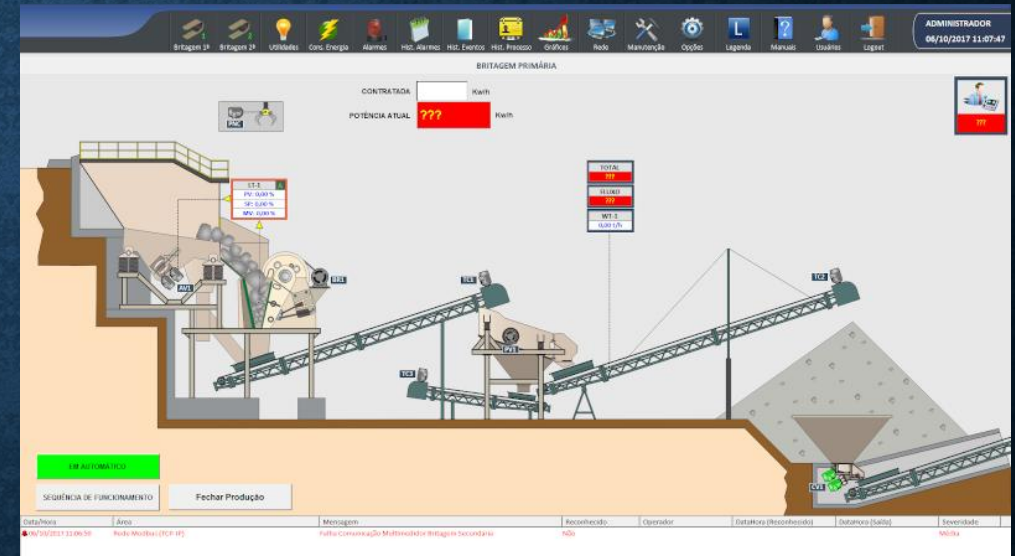
TRANSPORTE



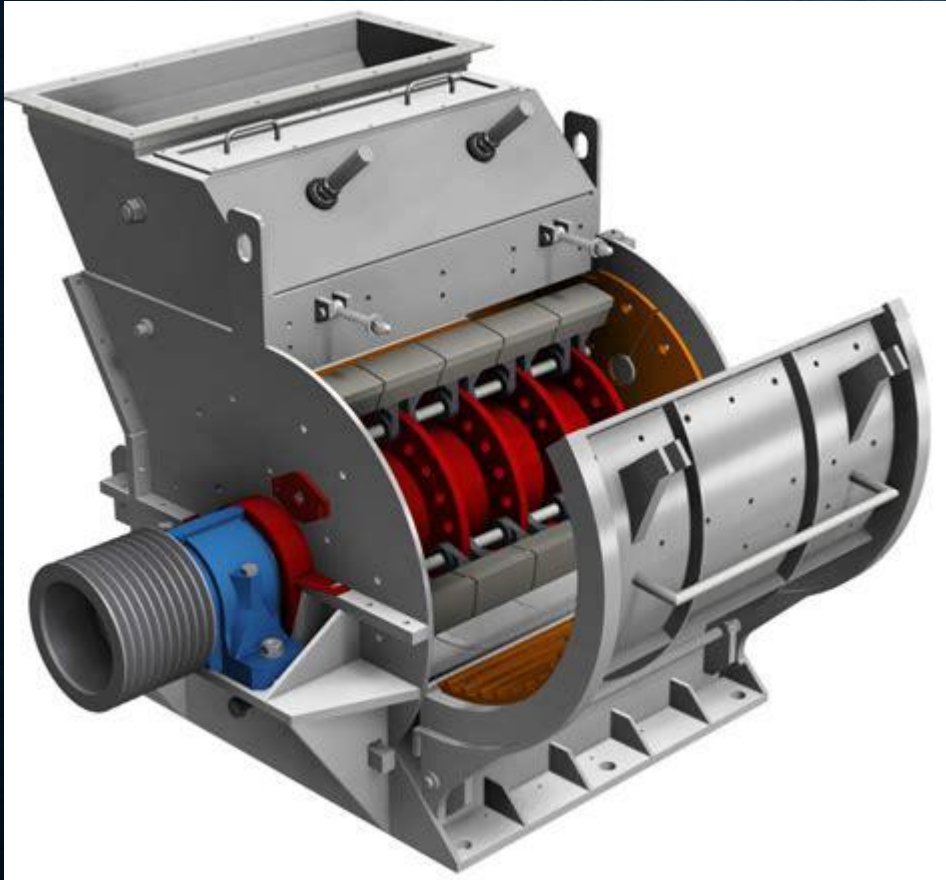
BRITAGEM PRIMÁRIA



BRITAGEM SECUNDÁRIA



MOAGEM



PENEIRAGEM



ESTOCAGEM

