

**Lilian Elgalise Techio Pereira
Nathalia Tami Nishida
Lucas da Rocha Carvalho
Valdo Rodrigues Herling**



Recomendações para correção e adubação de pastagens tropicais

Pirassununga

**Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
2018**



Lilian Elgalise Techio Pereira
Nathalia Tami Nishida
Lucas da Rocha Carvalho
Valdo Rodrigues Herling



Recomendações para correção e adubação de pastagens tropicais

DOI: 10.11606/9788566404227



Pirassununga

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

P436r Pereira, Lilian Elgalise Techio
Recomendações para correção e adubação de pastagens tropicais / Lilian Elgalise Techio Pereira et al. -- Pirassununga : Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, 2018.
56 p.

ISBN 978-85-66404-21-0 (impresso)

ISBN 978-85-66404-22-7 (on-line)

DOI: 10.11606/9788566404227

1. Forragicultura. 2. Pastagens - Recuperação.
3. Gramíneas tropicais. I. Título.

Está autorizada a reprodução parcial ou total desta obra desde que citada a fonte. Proibido uso com fins comerciais.

PREFÁCIO

A elaboração deste livro é uma das iniciativas de ampliação no acesso à informação e transferência de tecnologia, desenvolvida pelo Grupo de Estudos em Forragicultura e Pastagens (GEFEP) da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA-USP).

Nesta edição, nosso objetivo é fornecer instruções, de maneira simples e prática, para correção e adubação de pastagens tropicais.

Esperamos que essa iniciativa possa colaborar para o desenvolvimento dos sistemas produtivos na região, contribuir para recuperação das pastagens e, ainda, oportunizar melhorias em produtividade e persistência das gramíneas tropicais.



SUMÁRIO

SISTEMA SOLO-PLANTA-ANIMAL.....	5
Ciclagem de nutrientes.....	5
Adubação não faz milagre!.....	7
EXIGÊNCIAS DAS ESPÉCIES FORRAGEIRAS.....	9
FERTILIDADE DO SOLO.....	11
O que devo corrigir?.....	11
Quais níveis devo atingir?.....	12
TIPOS DE FERTILIZANTES.....	14
Tipos de fertilizantes.....	14
IMPLEMENTANDO PRÁTICAS CORRETIVAS.....	16
Calagem.....	16
Escolha do calcário.....	17
Formas de aplicação do calcário.....	18
Cálculo da quantidade de calcário.....	19
Gessagem.....	20
Formas de aplicação de gesso.....	21
Cálculo da quantidade de gesso.....	22
Fosfatagem	23
Potassagem.....	25
MACRONUTRIENTES.....	27
Nitrogênio (N).....	27
Recomendações para adubação nitrogenada.....	29
Fósforo (P).....	30
Recomendações para adubação fosfatada.....	33

SUMÁRIO

MACRONUTRIENTES.....	27
Potássio (K).....	34
Recomendações para adubação potássica.....	38
Enxofre (S).....	40
MICRONUTRIENTES.....	43
Micronutrientes em pastagens.....	43
Fontes de micronutrientes.....	46
Análise de solo: cuidados com a coleta de solo.....	47
Recomendação de micronutrientes.....	48
APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES.....	50
Posso misturar adubos?.....	50
Fertilizantes de liberação controlada.....	51
METAS E SUGESTÕES PARA ADUBAÇÃO DE MANUTENÇÃO....	52
REFERÊNCIAS.....	53

CICLAGEM DE NUTRIENTES NA PASTAGEM

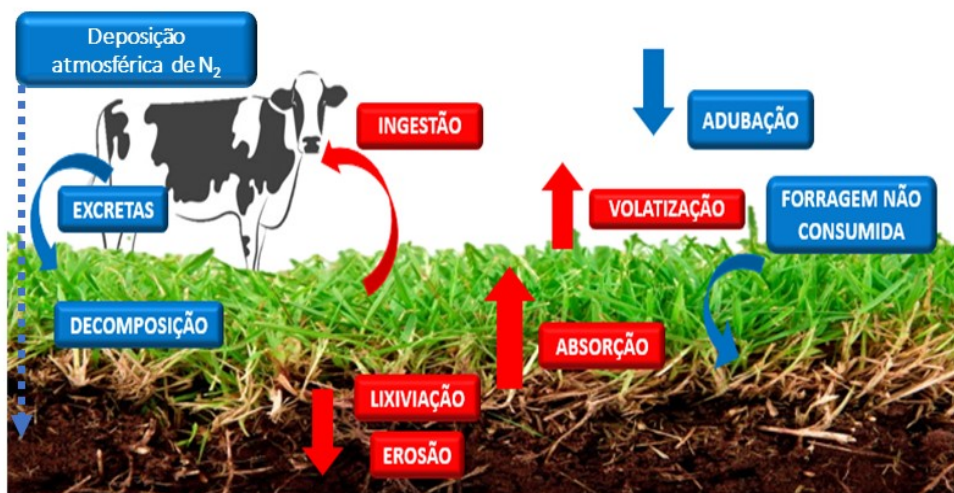
A garantia de uma boa produção das pastagens está diretamente ligada à manutenção do equilíbrio no sistema solo-planta-animal. Isso significa que todos os nutrientes extraídos pelos animais devem ser repostos.

Parte dos nutrientes extraídos pelo animal, ao consumir a forragem, fica retido no produto (cerca de 10% na carne e 25% no leite). Outra parte retorna naturalmente ao solo pela urina e decomposição das excretas e forragem não consumida.

Aguiar (2002)

Todavia, dos nutrientes que retornam ao solo pela ciclagem natural, parte é perdida por **volatilização**, principalmente o N, por **lixiviação**, por **erosão** no caso do N, K, S, Ca e Mg, e **fixação** às partículas do solo, como é o caso do P.

SISTEMA SOLO-PLANTA-ANIMAL



CICLAGEM DE NUTRIENTES NA PASTAGEM

Estima-se que entre 35% a 85% dos nutrientes que retornam ao solo via fezes, urina ou decomposição de partes da planta, incluindo as raízes, sejam perdidos.

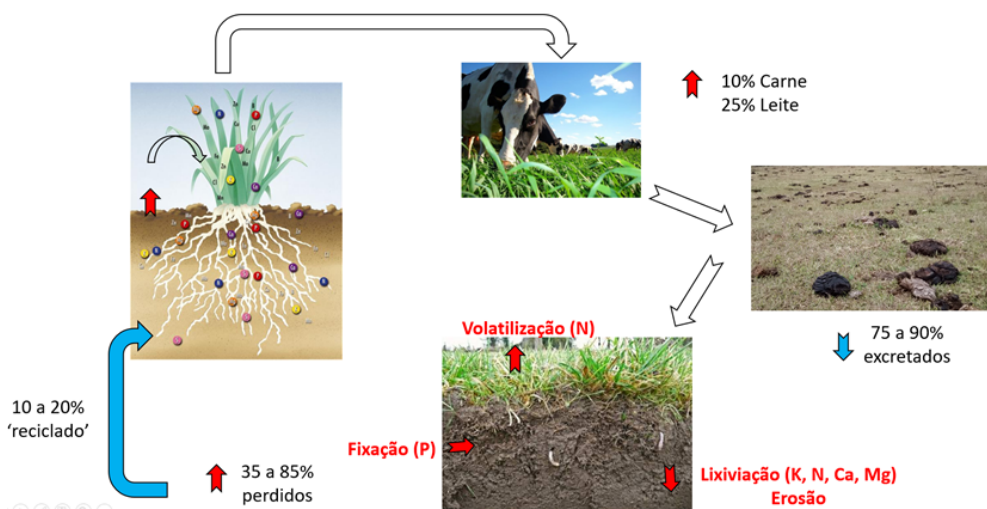
Apenas 10 a 20% dos nutrientes é efetivamente reciclado e fica disponível, novamente, para a planta.

Adaptado de Aguiar (2002)

As perdas de nutrientes são maiores quando:

- Há pouca matéria orgânica no solo;
- Elevada proporção de solo desnudo e pouca cobertura vegetal;
- Pastagens mal manejadas, particularmente quando ocorre super pastejo.

Assim, para mantermos as pastagens produtivas, é necessário repor os nutrientes, através da adubação do solo.



ADUBAÇÃO NÃO FAZ MILAGRE !

LEMBRE-SE

As práticas corretivas e a adubação do solo são apenas **parte dos requisitos** necessários para obtenção de sucesso do sistema de produção em pastagens.

A escolha da espécie forrageira para cada situação e o conhecimento de suas exigências são fatores essenciais para assegurar a persistência e produtividade.

De nada adianta investir na melhoria da fertilidade do solo se descuidar no manejo da pastagem

Braga (2013)



A ausência de um deles é o suficiente para degradar a pastagem



FOTO: Muniz Jr. (2008)

ADUBAÇÃO NÃO FAZ MILAGRE!!!

LEMBRE-SE:

Fatores climáticos afetam a produtividade e, por isso, devem ser considerados determinantes das decisões sobre a aplicação estratégica de práticas corretivas e/ou de adubação.

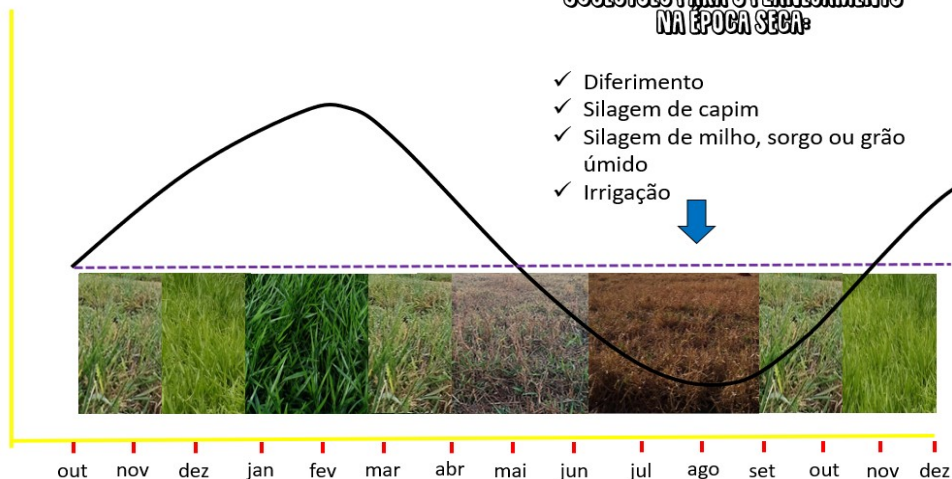
A adubação deve ser realizada nas épocas de maior potencial de resposta da planta e quando há água disponível para solubilização e absorção dos nutrientes.

A sazonalidade na produção de forragem é amplamente conhecida em diversas regiões. Nesse sentido, deve-se ter em mente que a prática da adubação **não muda** o fato de que as pastagens irão **produzir menos nas épocas frias e/ou secas** do ano.

Assim, para garantir forragem ao rebanho nas épocas de escassez, deve haver

SUGESTÕES PARA O PLANEJAMENTO NA ÉPOCA SECA:

- ✓ Diferimento
- ✓ Silagem de capim
- ✓ Silagem de milho, sorgo ou grão úmido
- ✓ Irrigação



EXIGÊNCIAS DAS ESPÉCIES FORRAGEIRAS

As espécies forrageiras são divididas em **grupos**, com base em **suas exigências nutricionais**.

Grupo I - Espécies Exigentes em Fertilidade de Solo

- Cultivares e híbridos de *Panicum maximum*:

Aruana, Tanzânia, Centenário, Colônião, Vencedor, Tobiatã, Massai, BRS Quênia, BRS Zuri, BRS Tamani, MG12 Paredão

- Cultivares e híbridos do gênero *Cynodon*:

Coastrcross, Tiftons, Jiggs

- Cultivares e híbridos de *Pennisetum purpureum*:

Napier, Cameroon, Anão, Guaçu, Mineiro, BRS Capiçu e BRS Kurumi

- Outros:

Mulato II (Convert HD364), Capim Rhodes (*Chloris gayana*); Jaraguá (*Hyparrhenia rufa*); Pangola e transvala (*Digitaria decumbens*); Quicuío (*Pennisetum clandestinum*)

Grupo II - Espécies Moderadamente Exigentes em Fertilidade de Solo

- Cultivares de *Panicum maximum*:

Greenpanic, Mombaça

- Cultivares de *Brachiaria brizantha*:

Marandu, Xaraés, BRS Piatã, Paiaguás, MG13 Braúna, BRS Ipyoporã

- Cultivares e híbridos de *Cynodon*:

Cynodon plectostachyus e cultivares e híbridos do grupo 'Estrelas'

- Outros:

Brachiaria ruziziensis, *Andropogon gayanus* (Andropogon); *Paspalum guenoarum* (Ramirez)

Grupo III - Espécies Pouco Exigentes em Fertilidade de Solo

- Cultivares de *Brachiaria decumbens*:

Comum, Basilisk, Ipean

- Cultivares de *Brachiaria humidicola*:

Comum (Quicuío da Amazônia), Tupi, Dictyoneura/Lianero

- Outros:

Paspalum notatum (Batatais ou Gramão, Pensacola); *Melinis minutiflora* (Gordura); *Setaria anceps* (Setária)

O Grupo I é o mais exigente em fertilidade de solo e, portanto, requer adubações mais frequentes e em maiores quantidades. O Grupo II representa espécies de média exigência, enquanto o Grupo III compreende espécies menos exigentes. Esses grupos serão utilizados para as recomendações de correção e adubação do solo, contidas neste livro.



EXIGÊNCIAS DAS ESPÉCIES FORRAGEIRAS

Após identificar as exigências da espécie forrageira utilizada como pastagem em sua propriedade, devemos garantir o suprimento de nutrientes. As quantidades de cada nutriente são definidas a partir de uma recomendação de adubação. Para que a recomendação seja adequada, é necessário uma **análise de solo** de sua propriedade.

As amostras deverão ser retiradas em áreas uniformes de até 10 hectares na profundidade de 20 cm, tendo antes o cuidado de limpar a superfície dos locais escolhidos, removendo as folhas e outros detritos.

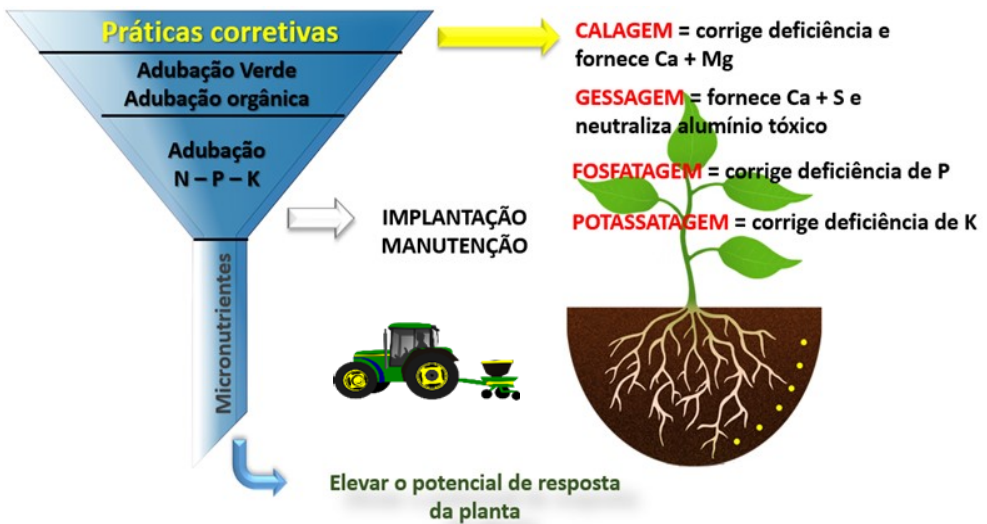
Recomenda-se a retirada de 15 a 20 amostras por gleba homogênea, que deverão ser colocadas juntas em um balde limpo, misturadas dentro do balde, retirando-se uma amostra final em torno de 500 g.

MACRONUTRIENTES (g/kg)	MICRONUTRIENTES (mg/kg)
<p>PRIMÁRIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Nitrogênio (N) -Fósforo (P) -Potássio (K) 	<ul style="list-style-type: none"> -Boro (B) -Cloro (Cl) -Cobre (Cu) -Ferro (Fe) -Manganês (Mn)
<p>SECUNDÁRIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Enxofre (S) -Cálcio (Ca) -Magnésio (Mg) 	<ul style="list-style-type: none"> -Molibdênio (Mo) -Níquel (Ni) -Silício (Si) -Zinco (Zn)



O QUE DEVO CORRIGIR?

A primeira etapa para ajustar a fertilidade, a fim de atender as exigências da espécie que você possui, é corrigir as deficiências do solo. O conjunto de práticas a serem implementadas nessa etapa são denominadas **práticas corretivas**. Essas práticas devem ser adotadas quando se deseja recuperar pastagens degradadas, por ocasião da implantação de uma nova espécie forrageira em um solo de baixa fertilidade, ou se a pastagem já formada não recebe nenhum tipo de correção e adubação há algum tempo.



Adaptado de Luz et al. (2001)

A correta recomendação da quantidade de calcário e as doses de nutrientes para correção do solo devem ser baseadas no resultado da análise do solo da propriedade!



QUAIS NÍVEIS DEVO ATINGIR?

As práticas corretivas, a estratégia de aplicação e as doses de adubação a serem adotadas devem se basear no resultado da análise do solo.

As faixas "muito baixo e baixo" representam a maior parte dos solos brasileiros, ou seja, solos pobres em nutrientes. Nesses casos, a adubação de correção será definida a fim de elevar os níveis dos nutrientes pelo menos até o teor crítico, considerado adequado ao desenvolvimento da cultura de interesse.

Para correção e elevação dos níveis de P e K, o fertilizante será aplicado de uma só vez, sendo, assim, denominada adubação de **correção total**.

Essa estratégia não é indicada para solos muito arenosos, quando os teores de P ou K forem muito baixos ou baixos, pois as quantidades de adubo de correção somadas àquelas de manutenção poderão ser muito altas.

Isso pode acarretar em perdas de nutrientes por lixiviação.



Adaptado de Gianello & Wiethölter (2004)



QUAIS NÍVEIS DEVO ATINGIR?

A recomendação para esses casos é a utilização da adubação corretiva gradual.

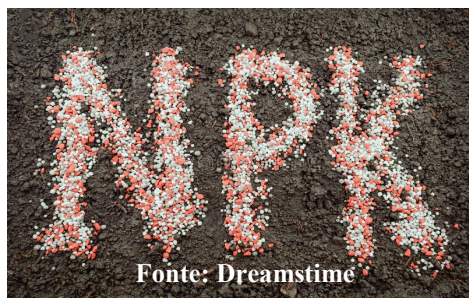
A adubação de correção deve ser feita ao menos a **cada três anos**, quando uma nova análise vai demonstrar se há necessidade de uma nova correção com quantidades menores de fertilizantes.



Após a correção do solo, a **adubação de manutenção** tem por objetivo repor os nutrientes retirados pela cultura e àqueles que foram perdidos. Em pastagens estabelecidas, a adubação de manutenção será aplicada de forma parcelada na época de crescimento da pastagem, após a

saída dos animais ou a cada 30 dias. O ideal é que uma parcela seja aplicada após cada ciclo de pastejo.

A adubação de manutenção deve ser feita anualmente



A **adubação de reposição** será adotada quando os teores de nutrientes no solo estiverem acima do nível crítico. Assim, essa adubação irá repor os nutrientes extraídos pela planta e, ao mesmo tempo, manter os teores do solo sempre elevados.

(Braga, 2013)



TIPOS DE FERTILIZANTES

Um **fertilizante** é toda substância orgânica ou mineral, natural ou sintética, que pode fornecer um ou mais nutrientes para as plantas. A adubação do solo pode ser feita por meio do uso de fertilizantes diversos, dependendo da disponibilidade na região. O fertilizante **sintético**, também chamado de mineral, são sais inorgânicos de diferentes solubilidades, e podem ser simples (uréia), mistos (como as fórmulas comerciais NPK), e complexos (aqueles que possuem vários nutrientes em um mesmo grânulo).

TIPOS DE FERTILIZANTES

SINTÉTICO



Foto: Scalia (2018)

VERDE



Foto: EMBRAPA - Auras, Nátia Élen

ORGÂNICO



Foto: Projeto Verdejar (2016)

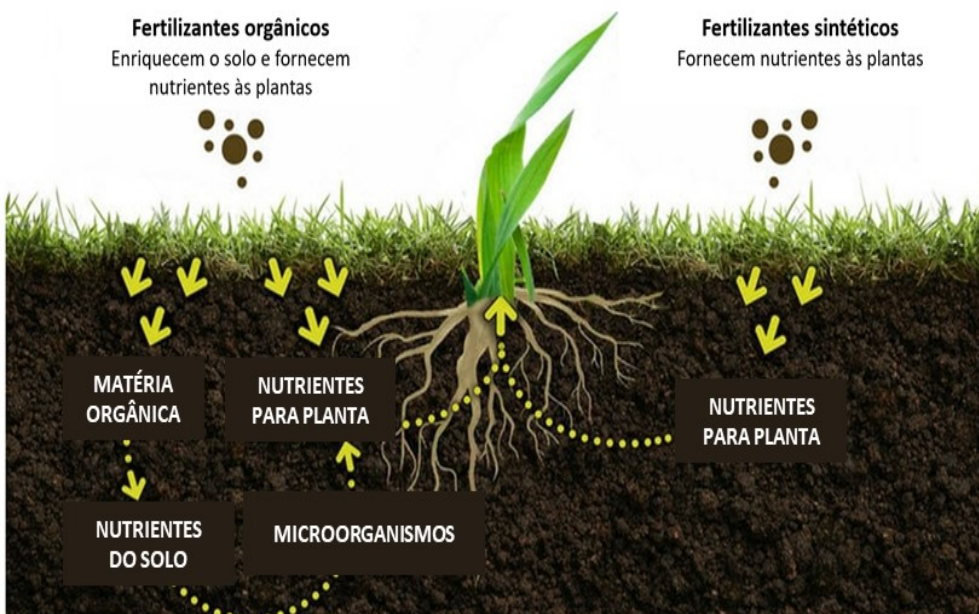
Adubos verdes são plantas utilizadas para melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo. As leguminosas são mais utilizadas porque se decompõe mais rápido, e são capazes de se associar à bactérias fixadoras que transferem o N para o solo.

Fertilizantes orgânicos são de origem vegetal ou animal, sólidos ou líquidos, como esterco, cama de aviário, farinhas, cascas e restos de vegetais, e devem passar por um processo de **compostagem**, para que os nutrientes possam ser disponibilizados às plantas.



TIPOS DE FERTILIZANTES

Há diferenças entre os fertilizantes orgânicos e sintéticos quanto sua composição, vantagens e desvantagens. Os **fertilizantes orgânicos** irão nutrir o solo e alimentar os microorganismos contidos nele e que, futuramente, liberarão os nutrientes disponíveis para as plantas. Já nos **fertilizantes sintéticos**, os nutrientes se apresentam prontamente disponíveis para as plantas.



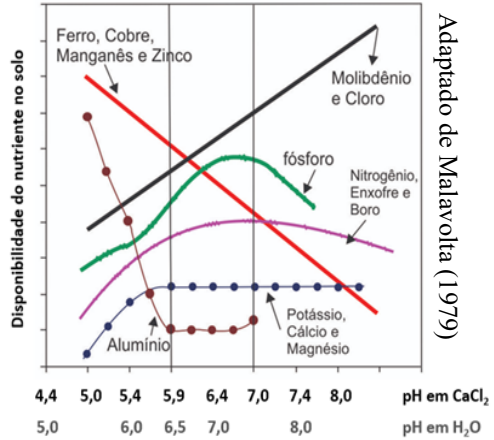
Para nutrir um dado tipo de solo, será necessário uma quantidade maior de fertilizantes **orgânicos**. Porém, a adubação orgânica contribui para a matéria orgânica e agregação do solo. Por isso se fala que ela nutre o solo e a planta. Quanto aos fertilizantes **sintéticos**, deve-se ter cautela ao utilizar altas dosagens para não salinizar o solo, indisponibilizar alguns nutrientes ou queimar as estruturas da planta.



CALAGEM

Os solos brasileiros são caracterizados pelo alto intemperismo, baixo pH (solos ácidos) e altos teores de alumínio e manganês, que podem ser tóxicos as plantas.

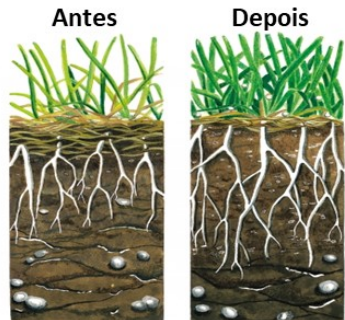
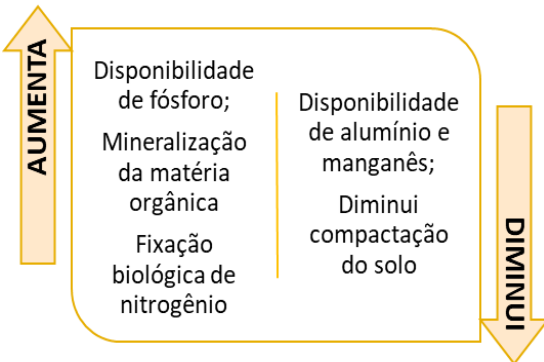
Solos ácidos não permitem que boa parte dos nutrientes estejam disponíveis para as plantas, o que resulta em baixo potencial de crescimento do pasto.



Portanto, caso o seu solo não possua um pH adequado, a adubação não será efetiva.

É preciso realizar a calagem antes.

Além de neutralizar o pH e fornecer Ca e Mg às plantas, a calagem:



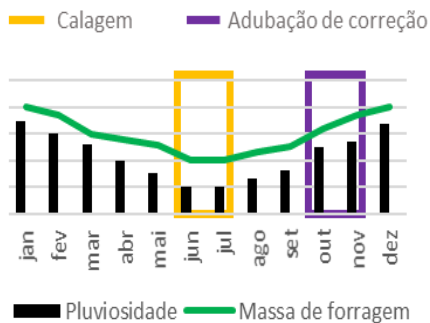
ESCOLHA DO CALCÁRIO

Há dois tipos de calcário:

- calcítico
- dolomítico

Quando o teor de magnésio do solo estiver abaixo de $5 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$ deve-se dar preferência para uso de calcário dolomítico.

Além disso, deve-se observar o PRNT do calcário. Quanto maior o PRNT maior a pureza, melhor a qualidade do calcário (maior reatividade e poder de neutralização), e menor a quantidade a ser aplicada.



Solos arenosos, com baixos teores em matéria orgânica são potencialmente pobres em cálcio e, portanto, precisam de calagem com maior frequência

IMPORTANTE



A ação do calcário não é imediata. Logo sua aplicação deve ser realizada com, no mínimo, 3 meses de antecedência.

Uma alternativa para elevação do pH do solo, é a utilização de cama de aviário. Porém, ao utilizar esse insumo, deve-se garantir que tenha passado pelo processo de compostagem, além de se atentar para a quantidade aplicada (altas concentrações podem levar toxicidade de fósforo).



CALAGEM: FORMAS DE APLICAÇÃO

A aplicação pode ser realizada com o uso de um implemento agrícola ou, em áreas menores, pode ser espalhado manualmente.



Fonte: Kuxmann (2018)



Fonte: Passos (2018)

Em pastagens já estabelecidas, a melhor forma de aplicar o calcário é em lanço, sem incorporação. Dessa forma, **não haverá prejuízos** ao sistema radicular das plantas.

PARA MELHORES RESULTADOS: Lembre-se de rebaixar o pasto antes da aplicação

Não é recomendada a aplicação de calcário em doses muito elevadas. Respeito o limite de:

Fonte: EMBRAPA. Rosso (2015)

DOSE MÁXIMA

Em solos argilosos até 2,5 ton/ha

Em solos argiloso-arenoso e arenoso até 2,0 ton/ha

(Sá, 1999)



Doses maiores que essas podem causar desequilíbrio nutricional nas plantas e indisponibilizar micronutrientes metálicos (Cu, Fe, Zn e MN). Caso sua análise de solo indique a necessidade de doses elevadas, faça uma correção gradual ao longo de dois ou três anos.



CÁLCULO DA QUANTIDADE DE CALCÁRIO

A calagem permite elevar a saturação de bases do solo (V%), sendo que a quantidade de calcário (NC) é calculada a fim de ajustar a fertilidade do solo na camada de 0-20 cm.

No estado de São Paulo, a quantidade de calcário é definida para atingir o valor de V% requerido pela espécie forrageira.

Mesmo as espécies menos exigentes em fertilidade de solo, necessitam de Ca e Mg como nutrientes.



Adaptado de IAC – Boletim 100

Gramíneas	Saturação por bases desejada (V%)	
	Formação	Manutenção
Gramíneas para fenação	70	60
Grupo I (exigentes)	70	60
Grupo II (média exigência)	60	50
Grupo III (baixa exigência)	40	40

Para realizar o cálculo utiliza-se a fórmula:

$$NC \text{ [ton/ha]} = \frac{(V_2 - V_1) \times CTC}{(10 \times PRNT)}$$

Sendo:

V_1 = V% da análise do solo; V_2 = V% desejada, de acordo com a exigência da espécie forrageira; CTC = CTC efetiva, constante no laudo de análise do solo; e PRNT do calcário a ser aplicado.



GESSAGEM

A gessagem deve ser utilizada quando a análise do solo apontar uma ou mais dessas condições:

- Cálcio for menor que $0,5 \text{ cmolc/dm}^3$ ou 5 mmolc/dm^3 ;
- Alumínio for maior que $0,5 \text{ cmolc/dm}^3$ ou 5 mmolc/dm^3 ;
- Saturação por alumínio (m%) for maior que 20%

O gesso (CaSO_4 – sulfato de cálcio) é considerado um **condicionador de solo**, ou seja, promove a melhoria das propriedades físico-químicas e favorece a atividade biológica do solo.

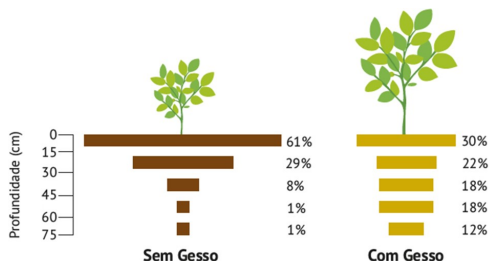
Adaptado de Sousa et al. (1992) e Vitti & Priori (2009)



A gessagem propicia o desenvolvimento das raízes até camadas mais profundas. Isso faz com que tenham acesso a maior volume de água e nutrientes.



O gesso agrícola é utilizado nas pastagens como fonte de cálcio e enxofre, além de reduzir a saturação de alumínio nas camadas subsuperficiais do solo (abaixo de 20 cm). Isso ocorre pois o enxofre (SO_4^-) se liga (forma par iônico) com o Ca^{2+} e Mg^{2+} , arrastando-os para profundidades maiores, dependendo da textura do solo.



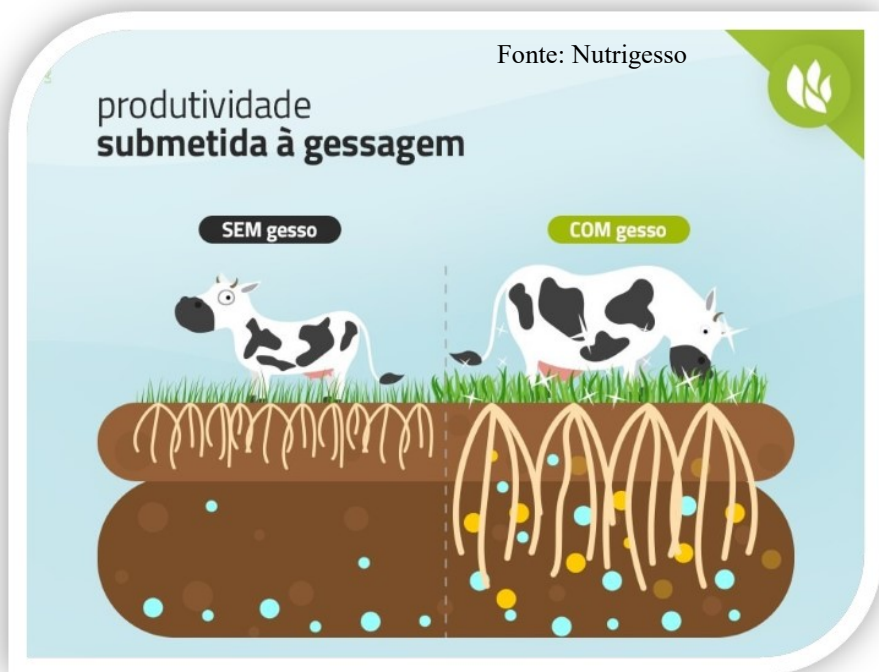
(Sousa et al., 2001)



FORMAS DE APLICAÇÃO DE GESSO

Aplicação: O gesso agrícola deve ser aplicado em lanço antes, junto ou depois da calagem. Não há necessidade de incorporação. O gesso pode ser aplicado em qualquer época do ano, mas o ideal é antes do início da estação chuvosa, para que o produtor já tenha o benefício no ano de aplicação.

O gesso agrícola não é um corretivo para acidez, pois não modifica o pH do solo.



CÁLCULO DA QUANTIDADE DE GESSO

As recomendações da Embrapa Cerrados, para definição da quantidade de gesso, têm por base o teor de argila ou classe textural do solo.

GESSO com 15% S (kg/ha) = 50 x teor de argila do solo (%)

	Culturas anuais	Culturas perenes
Arenoso (<15% argila)	700	1050
Médio (16 a 35% argila)	1200	1800
Argiloso (36 a 60% argila)	2200	3300
Muito Argiloso (> 60% argila)	3200	4800

Adaptado de: Sousa et al. (2001)



As doses de gesso recomendadas por este critério podem ter efeito residual por até 5 anos ou mais. Gesso em excesso pode carrear cátions (Ca e Mg) e causar desbalanço nutricional nas plantas.

Outra alternativa para definir a quantidade de gesso agrícola é através da CTC e a saturação por bases (V%) do solo, na camada 0 a 40 cm:

CTC (mmolc/dm ³)	V (%)	GESSO (ton/ha)
< 30	<10	2,0
	10 a 20	1,5
	20 a 35	1,0
30 – 60	<10	3,0
	10 a 20	2,0
	20 a 35	1,5
60 – 100	<10	3,5
	10 a 20	3,0
	20 a 35	2,5

Fonte: Demattê (1986) citado por Vitti & Priori (2009)



FOSFATAGEM

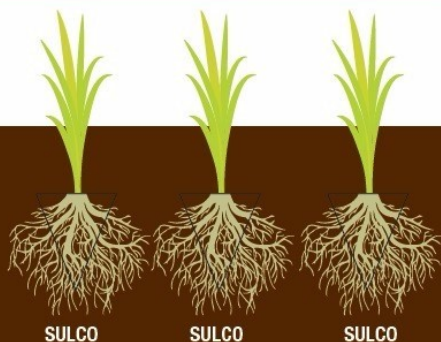
Em solos ácidos, o P é facilmente fixado (devido à acidez). Além disso, na presença Fe e Al, formam-se compostos insolúveis entre esses elementos que torna o P não disponível para as plantas.

Estima-se que do P aplicado no solo, a planta aproveita apenas de 15 a 25%. Daí, a necessidade de ser feita calagem **prévia** para corrigir a acidez do solo, a fim de aumentar a disponibilidade do P. Como os solos do Brasil, em geral, são deficientes de P, a fosfatagem é indispensável para elevar os níveis do nutriente no solo.

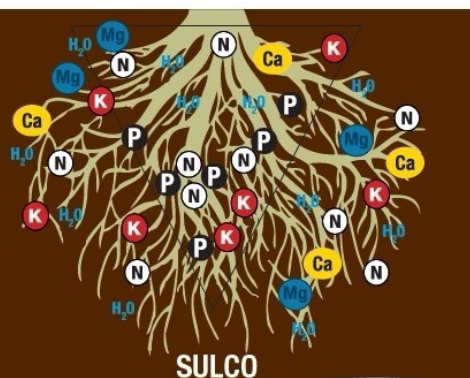
COM FOSFATAGEM

FERTIBAND
fos

SISTEMA RADICULAR BEM DISTRIBUÍDO



- Maior acesso à água e nutrientes
- A planta resiste mais a danos de pragas do solo (percevejo castanho, Migdollus...)
- Maior resistência a veranicos (seca)
- **MAIOR PRODUTIVIDADE**



www.fertipar.com.br

FERTIPAR
BANDEIRANTES

FERTIBAND
fos



FOSFATAGEM

A adubação corretiva de fósforo (fosfatagem) pode ser definida com base no teor de argila do solo. Pode-se utilizar entre 5 kg de P_2O_5 para cada 1% de argila do solo. Vamos supor um solo com 50% de argila e a utilização média de 5 kg/ha de P_2O_5 , teríamos:

$$5 \text{ kg de } P_2O_5 \times 50\% = 250 \text{ kg/ha de } P_2O_5$$

Outra forma de definir a dose de P a ser aplicada na fosfatagem é por meio da definição de quantos mg/dm^3 de P se quer elevar no solo. Estima-se que cada 10 kg de P_2O_5 é capaz de elevar 1 mg/dm^3 de P no solo. Então, se o seu solo possui por exemplo, 5 mg/dm^3 de P e deseja-se elevar esse valor a 20 mg/dm^3 de P no solo, temos que aumentar 15 mg/dm^3 de P no solo. Assim, teríamos:

$$\text{Aumentar } 15 \text{ } mg/dm^3 \text{ de P } \times 10 \text{ kg de } P_2O_5 = 150 \text{ kg/ha de } P_2O_5$$

Em pastagens estabelecidas, a fosfatagem é feita em lanço e em cobertura. Mas, quando for feita fosfatagem no plantio ou sementeira, é interessante que se faça uma incorporação, pois o P é pouco móvel no solo e precisa de contato com a raiz para ser absorvido.

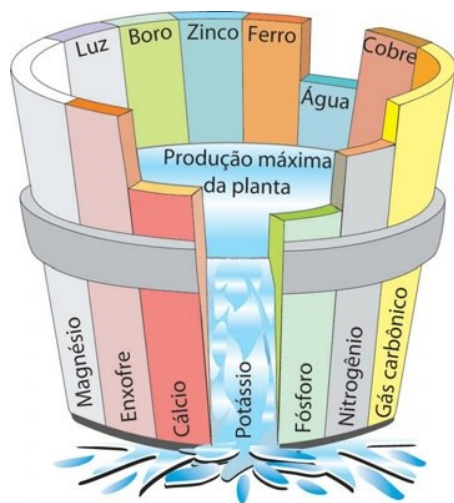


POTASSAGEM

A potassagem é utilizada para elevar os níveis do nutriente no solo, até um valor considerado adequado para obter 95% do rendimento máximo da cultura. Recomenda-se que os teores de K trocável no solo (resina), em mmol/dm^3 , estejam acima de 3.

A aplicação, em uma única vez, de doses maiores que $100 \text{ kg}/\text{ha}$ de K_2O não é recomendada, pois altas quantidades de K podem ser perdidas por lixiviação.

Áreas previamente e ocupadas por milho ou cana e que não receberam adubações periódicas ou que possuíam elevados rendimentos das culturas, podem ser muito pobres em K.



Na falta de critério adequado, a potassagem em pastagens poderia ser baseada nas recomendações para cana-planta, conforme tabela abaixo:

Exigência/ Produtividade Esperada	Potássio trocável (em mmol/dm^3)				
	0 a 0,7	0,8 a 1,5	1,6 a 3,0	3,1 a 6,0	> 6,0
	kg/ha de K_2O				
Baixa	100	80	40	40	0
Média	150	120	80	60	0
Alta	200	160	120	80	0

Fonte: Rajj et al. (1997) - Boletim 100



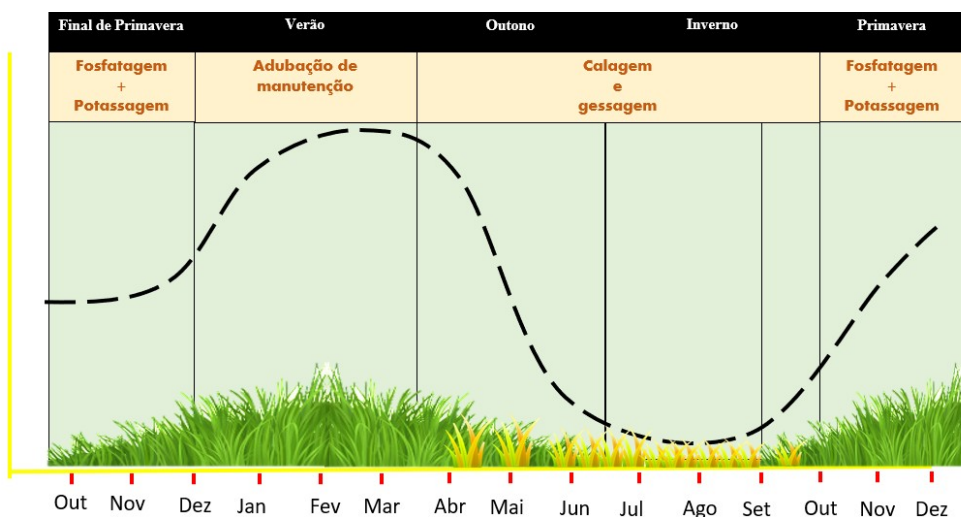
APÓS AS PRÁTICAS CORRETIVAS

Após a correção do solo, pode-se proceder o estabelecimento da pastagem. No caso de pastagens já estabelecidas, a correção periódica é essencial para não degradá-las.

Em ambos os casos, a adubação de manutenção é a próxima etapa a ser implementada, sendo fundamental para garantia do crescimento e produtividade da planta forrageira.

Ela deve ser feita empregando-se nitrogênio (N) e potássio (K), ou formulações comerciais NPK. O nitrogênio geralmente é utilizado na forma de Uréia, e o potássio na forma de Cloreto de Potássio (KCl), enquanto existem diversas fontes de fósforo, que serão descritas a seguir.

As quantidades vão depender das condições do solo, exigência da espécie forrageira e nível de intensificação do



NITROGÊNIO (N)

Função: Participa dos mecanismos fisiológicos relacionados ao aumento da produção de matéria seca, pois estimula aumento do número e tamanho de perfilhos. É um dos maiores limitantes para a produção de forragem. Devido a sua alta mobilidade e utilização, este deve ser repostado ao solo após cada pastejo ou a cada 30 dias.

Fontes: Fora a fixação do N_2 atmosférico no solo por meio das bactérias ou dos relâmpagos, podemos utilizar fontes orgânicas (leguminosas) ou sintéticas. No caso da adubação sintética, os principais fertilizantes são:

PRINCIPAIS FERTILIZANTES SINTÉTICOS

UREIA (45% de N)

Alta concentração de N, fácil manipulação e menor chance de acidificação;

Cuidado com a **volatilização**, a qual implica em perdas.

Verifique a viabilidade de usar ureia protegida

SULFATO DE AMÔNIO (21% de N)

Menor perda de N por volatilização;

Fonte de enxofre (24% de S) mesmo que seu custo seja superior ao da ureia.

Cuidado com a acidificação do solo

NITRATO DE AMÔNIO (32% de N)

Não apresenta perda por volatilização;

São absorvidos mais facilmente pelas plantas

Não acidifica o solo

Fonte: Scot Consultoria. Adubação nitrogenada: eficiência e custos (2010)



NITROGÊNIO (N)

Aplicação: Para evitar perdas e maximizar a utilização do adubo pela pastagem deve-se aplicar, preferencialmente, na época das águas, após cada ciclo de pastejo ou a cada 30 dias. No caso de aplicação no período das secas, somente se houver irrigação para garantir o benefício da adubação. A primeira adubação de cobertura em pastagens é feita de 45 a 60 dias após a sementeira, geralmente, quando em torno de 70% da área já estiver com as sementes germinadas ou as mudas brotadas, sendo realizada em lanço e de maneira uniforme em toda a área. Em pastagens já estabelecidas, a primeira dose deve ser aplicada após as primeiras chuvas da estação de crescimento. Um detalhe importante a ser observado quando se aplica a Uréia, é a necessidade de umidade no solo para evitar perdas do N por volatilização.

Sintomas de deficiência: Apresenta as folhas mais velhas amareladas, diminui a quantidade e tamanho de folhas. Crescimento reduzido, devido ao menor perfilhamento, e menor valor nutritivo para o animal.

(Motta T. P. 2016)



Níveis nutricionais: 6% - 20% - 100% - 200% do ideal da solução de Arnon e Hoogland



RECOMENDAÇÕES NITROGENADA

PARA

ADUBAÇÃO

Nível de intensificação	N em kg/ha/ano	Aplicação	Espécies forrageiras
Baixo < 1 UA/ha	50 a 100	1 no Início das águas ou aplicar pelo menos 15 kg de N/ha após cada pastejo	Assume-se a utilização de espécies menos exigentes (Grupo III)
Médio ~4 UA/ha	100 a 150	1 no Início das águas com 50 kg de N/ha + 2 de 25 a 50 kg de N/ha	Assume-se a utilização de espécies dos Grupos II ou III
Alto 4 a 7 UA/ha	200 a 300	1 no Início das águas com 50 kg de N/ha + 3 a 5 com 50 kg de N/ha após os pastejos	Assume-se a utilização de espécies exigentes (Grupo I)
Muito Alto Irrigado	> 300	1 no Início das águas com 50 kg de N/ha + 50-60 kg de N/ha após cada pastejo	Assume-se a utilização de espécies exigentes (Grupo I)

Adaptado de Cantarutti et al. (1999) e Costa et al. (2006)

Nível de intensificação	Espécies forrageiras	Ureia kg (45% N ₂ O)	Sulfato kg (21% N ₂ O)	Nitrato kg (35% N ₂ O)
Baixo < 1 UA/ha	Decumbens, humicicola, batatais, gordura, setária	110 a 220	240 a 480	145 a 290
Médio ~4 UA/ha	Brizantas, Panicum e Cynodons menos exigentes	220 a 330	480 a 715	290 a 430
Alto 4 a 7 UA/ha	Pennisetum, Panicum, Cynodon, Digitaria	450 a 670	950 a 1400	570 a 860
Muito Alto Irrigado	Pennisetum, Panicum, Cynodon, etc.	>700	>1478	>887



FÓSFORO (P)

Função: O P desempenha uma importante função no desenvolvimento do sistema radicular, além de auxiliar na maximização do perfilhamento das gramíneas.

Fontes de P: Os adubos fosfatados são classificados de acordo com sua solubilidade em água

Fosfatos naturais

São insolúveis em água, provenientes de rochas fosfatas moídas. Geralmente com baixa eficiência no fornecimento de P, lenta dissolução e baixa reatividade.

Ex: Araxá, patos de minas e catalão

Fosfatos naturais reativos (FNR)

São insolúveis em água, libera o fósforo de maneira progressiva e contínua, com menos chances de ficar fixado.

Ex: Gafsa, Arad e Carolina do Norte

Termofosfato

São insolúveis em água e são obtidos pelo aquecimento (1000° C – 1450°C) da rocha fosfática. Solubilidade lenta com presença dos nutrientes Mg, Ca, Mn, Fe e Si, uma boa alternativa para ambientes tropicais.

Ex: termofosfatos comerciais, termofosfato magnésiano

Acidulados

São solúveis em água, são as fontes mais utilizadas devido sua maior eficiência.

Ex: superfosfato simples, superfosfato triplo, MAP e DAP

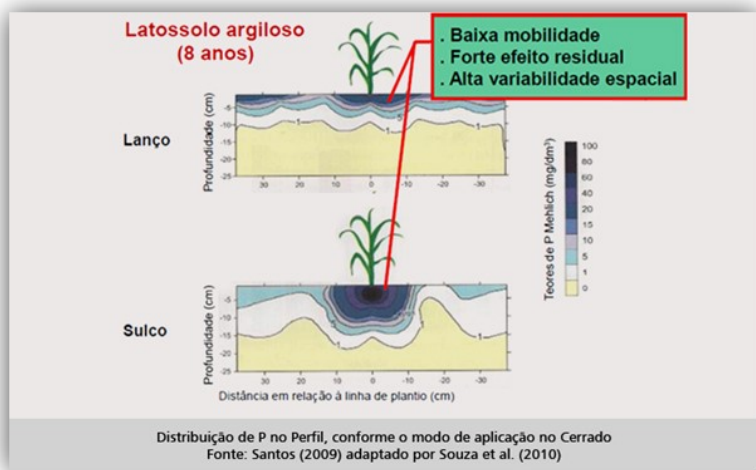


FÓSFORO (P)

Importante no momento do estabelecimento da pastagem ou conforme apareça deficiência no solo. O uso de fosfato natural aplicado em lanço e incorporado no plantio não é recomendável, sobretudo por não atender à alta demanda inicial de P da planta forrageira. Mesmo quando existe baixa demanda de manutenção, diante da elevada capacidade de absorção de P dos solos tropicais, fosfatos naturais liberam P muito lentamente. Nessa situação, pode-se associar fontes solúveis, com parte da dose recomendada aplicada como fontes naturais de baixa solubilidade.

Para solos com **baixa disponibilidade de P** recomenda-se a aplicação de 250 a 500 kg/ha de fosfato natural, incorporados nos primeiros 15 cm. Em solos mais argilosos, maior eficiência pode ser conseguida aplicando o fosfato em sulcos espaçados de 30 a

50
cm.
Res-
salta-
no



se,



FÓSFORO (P)

Porcentagem de P_2O_5 nas principais fontes solúveis em água

Fosfatos solúveis em água	Teores de P_2O_5 (citrato de amônio + água)	Outros nutrientes
Superfosfato simples	18%	10% de S
Superfosfato triplo	41%	
DAP	45%	16% de N
MAP	48%	9% de N



Sintomas de deficiência: Folhas mais velhas pequenas.

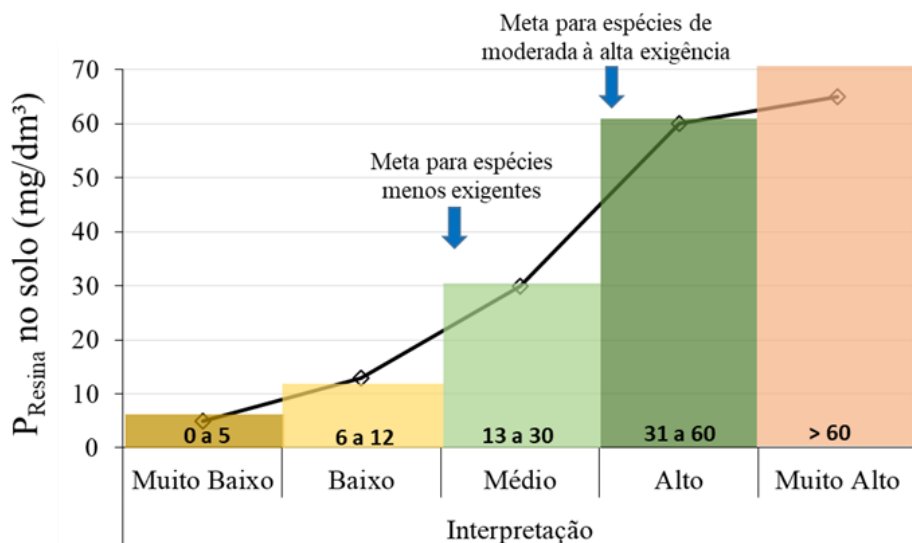
Deficiência resulta em reduzido crescimento radicular e perfilhamento da pastagem.



Níveis nutricionais: 6% - 20% - 100% - 200% do ideal da solução de Arnon e Hoogland



RECOMENDAÇÕES PARA ADUBAÇÃO FOSFATADA



Adaptado de Werner et al. (1997)

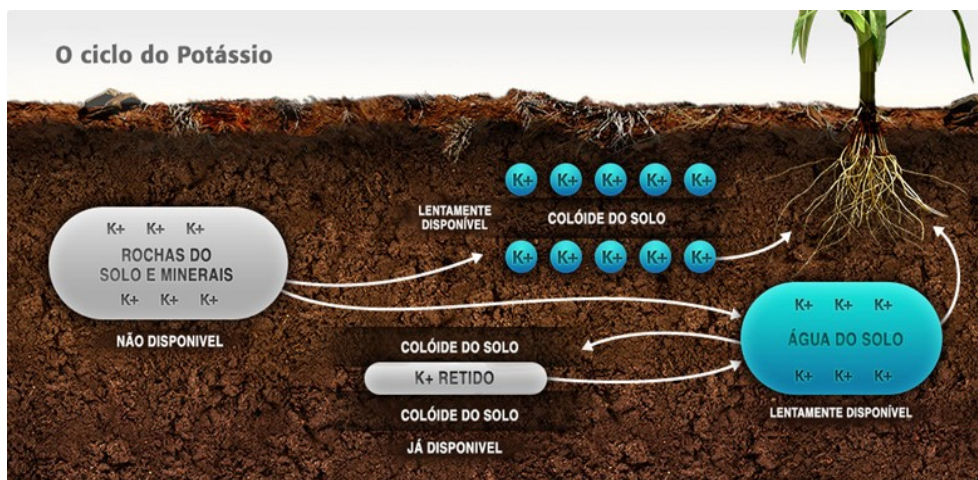
Nível de intensificação	Níveis no solo	Correção	Manutenção	Espécies forrageiras
Kg de P ₂ O ₅ /ha por ano				
Baixo < 1 UA/ha	Muito Baixo	60	30	Assume-se a utilização de espécies menos exigentes
	Baixo	40	30	
	Médio	20	30	
	Alto	0	30	
Médio ~4 UA/ha	Muito Baixo	80	40	Assume-se a utilização de espécies dos Grupos II ou III
	Baixo	60	40	
	Médio	40	40	
	Alto	0	40	
Alto 4 a 7 UA/ha	Muito Baixo	100	50	Assume-se a utilização de espécies exigentes (Grupo I)
	Baixo	70	50	
	Médio	40	50	
	Alto	0	50	
Muito Alto Irrigado	Muito Baixo	200	60	Assume-se a utilização de espécies exigentes (Grupo I)
	Baixo	100	60	
	Médio	70	60	
	Alto	40	60	



POTÁSSIO (K)

Função: O potássio é, geralmente, o segundo elemento extraído em maior quantidade pelos vegetais e é extremamente móvel dentro da planta. É presente em quase todos os processos bioquímicos e fisiológicos das plantas, incluindo a regulação da pressão osmótica, abertura e fechamento de estômatos, fotossíntese, resistência ao frio e doenças.

Fonte: Freire et al. (2012)



Fonte: <http://www.nutricaoadesafra.com.br/potassio#in-soil>

O K deve alcançar as raízes para que seja absorvido. Esse processo requer umidade no solo e crescimento radicular para o bom suprimento do nutriente às plantas.



POTÁSSIO (K)

Fontes: As principais fontes de K para adubação na agricultura são: cloreto de potássio, sulfato de potássio e nitrato de potássio. O cloreto de potássio (KCl) é o mais utilizado, com cerca de 90% do volume aplicado para suprir a necessidade de K na agricultura brasileira. Outras fontes de K são listadas abaixo:

FONTE DE K	FÓRMULA QUÍMICA	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	Mg
Cloreto de Potássio	KCl			60-62		
Sulfato de Potássio	K ₂ SO ₄			50-52	18	
Sulfato de Potássio Magnésio	K ₂ SO ₄ 2Mg-SO ₄			22	22	11
Nitrato de potássio	KNO ₃	13		44		
Nitrato de potássio sódio	KNa(NO ₃) ₂	15		14		
Hidróxido de Potássio	KOH			83		
Carbonato de Potássio	K ₂ CO ₃ KHC O ₃			<68		
Ortofosfato de Potássio	KH ₂ PO ₄ K ₂ H PO ₄		30-60	30-50		
Polifosfato de Potássio	K ₄ P ₂ O ₇		40-60	22-48		
Metafosfato de Potássio	KPO ₃		55-57	38		



POTÁSSIO (K)

Sintomas de deficiência: A deficiência de K pode se estabelecer inicialmente sem provocar sintomas visíveis, mas já afeta a taxa de crescimento da pastagem. O sistema radicular, em plantas deficientes em potássio, será menos profundo e pouco desenvolvido, o que prejudicará a absorção de água e nutrientes.

(Motta T. P., 2016)



Níveis nutricionais: 6% - 20% - 100% - 200% do ideal da solução de Arnon e Hoogland

Folhas mais velhas apresentam clorose nas margens, avançando para o centro da folha



Fonte da imagem:

<https://www.agric.wa.gov.au/mycrop/diagnosing-potassium-deficiency-barley>



POTÁSSIO (K)

Aplicação: Em solos argilosos, o K permanece relativamente próximo do ponto de aplicação, a lixiviação ocorre com maior intensidade nos solos de textura média a arenosa, os quais geralmente possuem CTC mais baixa.

Os fertilizantes comuns de K são completamente solúveis em água e, em alguns casos, possuem uma elevada concentração de sais. Assim, se **posicionados muito próximo às sementes ou mudas**, eles podem **reduzir a germinação e a sobrevivência da planta**.



Fonte: Freire et al. (2012)

Na implantação de pastagens, a aplicação dos fertilizantes potássicos normalmente ocorre no sulco de plantio, embora também possa ser feita em lanço, antes do plantio. Quando se aplicam doses menores de fertilizante potássico, a aplicação no sulco é mais vantajosa pois é possível garantir maior quantidade de nutrientes próximo do sistema radicular. Em solos argilosos e deficientes, é preferível fazer a incorporação de potássio antes do plantio.

Em pastagens perenes já estabelecidas ou na recuperação de pastagens degradadas, a adubação potássica é feita em cobertura sem incorporação, e a aplicação é feita em épocas nas quais as plantas já possuem sistema radicular bem desenvolvido e, portanto, possuem condições de absorver o nutriente. A dose total recomendada deve ser parcelada em várias vezes, com mais aplicações em solos de textura mais leve.



RECOMENDAÇÕES PARA ADUBAÇÃO POTÁSSICA

Para culturas anuais ou por ocasião do estabelecimento de pastagens, recomenda-se não aplicar mais de 60 kg/ha de K_2O no sulco de plantio. O restante deve ser aplicado em cobertura no início da fase de maior desenvolvimento das plantas, cerca de 30 a 60 dias após a implantação. Na adubação de manutenção em pastagens já estabelecidas, o K pode ser aplicado junto à adubação nitrogenada.

Para alta produtividade, o potássio deve corresponder a cerca de 5% da CTC do solo a pH 7,0

Teor de K^+ no solo	Diagnóstico	Dose de K_2O para manutenção – Aplicação anual (kg/ha)			
		Gramíneas do grupo I	Gramíneas do grupo II	Gramíneas do grupo III	Sistemas intensivos
Média da camada 0-20 cm (K^+ trocável, em $mmol_C/dm^3$)					
0,0 – 0,7	Muito Baixo	60	50	40	Relação N:K 1:1
0,8 – 1,5	Baixo	40	30	20	Relação N:K 1:1
1,6 – 3,0	Médio	30	20	0	Relação N:K 1:1
3,1 – 6,0	Alto	0	0	0	Relação N:K 1:0,8
>6,0	Muito Alto	0	0	0	Relação N:K 1:0,8

Para lembrar quais gramíneas pertencem aos grupos I (Baixa exigência), II (Média exigência) e III (Exigentes), consulte página 10.

Adaptado de Werner et al. (1997), Raij et al. (1997) e Freire et al. (2012)

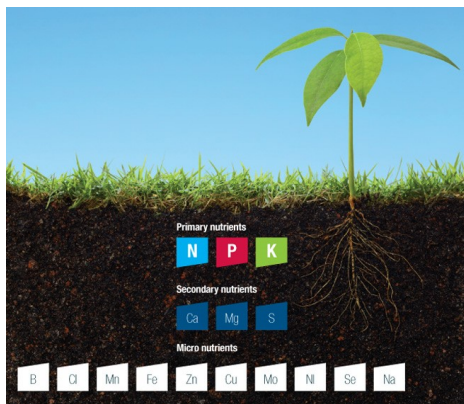


RECOMENDAÇÕES PARA ADUBAÇÃO POTÁSSICA ³⁹

Cantarutti et al. (1999) elaboraram recomendação para sistemas intensivos de produção.

Teor de K ⁺ no solo	Diagnóstico	Estabelecimento	Manutenção
Média da camada 0-20 cm (K ⁺ trocável, em mg/dm ³)		Kg/ha de K ₂ O	
<40	Baixo	60	200
40 a 70	Médio	30	100
>70	Adequado	0	Relação N:K 1:0,8

Doses elevadas de potássio podem reduzir a disponibilidade de magnésio (Mg) para a planta. Esse problema é normalmente



encontrado em solos arenosos, ou em situações onde a calagem não é realizada de forma frequente, a fim de repor o Mg no solo. Por outro lado, pastagens cultivadas em solos com elevados teores de Mg podem sofrer de deficiência de potássio. Assim, para doses maiores que 100 kg/ha de K₂O,

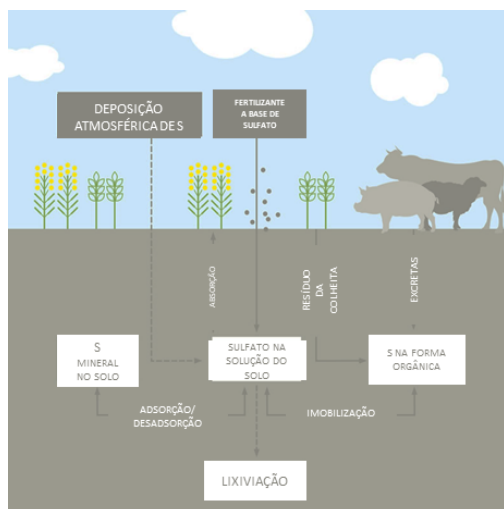
a aplicação em lanço com incorporação, antes do plantio (potassagem, veja página 25), é a melhor opção (equivalente a 167 kg/ha de KCl).



ENXOFRE (S)

Função: O enxofre (S) é essencial na formação de proteínas na planta e para a nodulação em leguminosas, fazendo parte de alguns aminoácidos. Auxilia, ainda, na produção de enzimas e vitaminas, ajuda na resistência ao frio e está envolvido também na fotossíntese da planta.

O enxofre é absorvido pelas plantas na forma SO^4 , o qual é altamente sujeito às perdas por lixiviação.



Solos argilosos com altos teores de óxidos de ferro apresentam grande capacidade de adsorção de S, diminuindo sua movimentação no perfil do solo. Já em solos arenosos a movimentação do S é maior, mas está sujeito a maiores perdas. Além disso, solos arenosos possuem baixos teores de matéria orgânica e,

consequentemente, menores reservas de S orgânico. Pastagens irrigadas, submetidas à calagem frequente e sob altas doses de adubação com ureia e fontes de P, como MAP e DAP, podem ser deficientes em S.



ENXOFRE (S)

Fontes: Pastagens tropicais normalmente não são adubadas com fontes específicas de S. Esse nutriente é fornecido ao solo junto com fontes de outros nutrientes, tais como sulfato de amônio, superfosfato simples ou junto ao gesso agrícola. Se essas fontes são utilizadas na adubação, a necessidade de S às pastagens já é suprida.

(Motta T. P.; Luz P.H.C.,2016)



Níveis nutricionais: 6% - 20% - 100% - 200% do ideal da solução de Arnon e Hoogland

Sintomas de deficiência: Sua deficiência ocorre em solos pobres em matéria orgânica (MO), pois 90 a 95% do S está na MO do solo. A deficiência de S em pastagens promove redução nos níveis de proteína da planta, as plantas produzem folhas pequenas, com entrenós curtos e colmos finos, resultando em menor produção de forragem.

Folhas mais novas apresentam sinais de clorose (amarelecimento) e margens enroladas



ENXOFRE (S)

Aplicação: Pastagens tropicais normalmente não são adubadas com fontes específicas de S. Dessa forma, os níveis de S podem ser elevados com a adoção de práticas corretivas, utilizando o gesso. Além disso, o ideal é fornecer uma quantidade mínima de S na adubação de manutenção, após cada ciclo de pastejo, utilizando fontes de N ou P que contenham S, tais como sulfato de amônio e superfosfato simples.

Teor de S no solo	Diagnóstico	Dose de gesso ¹ (kg/ha)	Dose de gesso ¹ (kg/ha)	Dose de gesso ¹ (kg/ha)
Média das camadas 0-20 e 20-40 cm (S-SO ₄ ²⁻ em mg/dm ³)		Solos com >20% argila	Solos com <20% argila	Sistemas intensivos ou irrigados
0 – 5	Baixo	10 x % argila	200	1000
6 – 10	Médio	5 x % argila	100	750
11 – 15	Alto	Manutenção e reposição com adubos que contém enxofre		500
> 15	Alto	Manutenção e reposição com adubos que contém enxofre		

Adaptado de Raij et al. (1997), Santos et al. (2001) e Vitti et al. (2016). ¹Segundo Sousa et al. (2001), é previsto efeito residual de 2 anos para solos arenosos e até 6 anos para solos argilosos

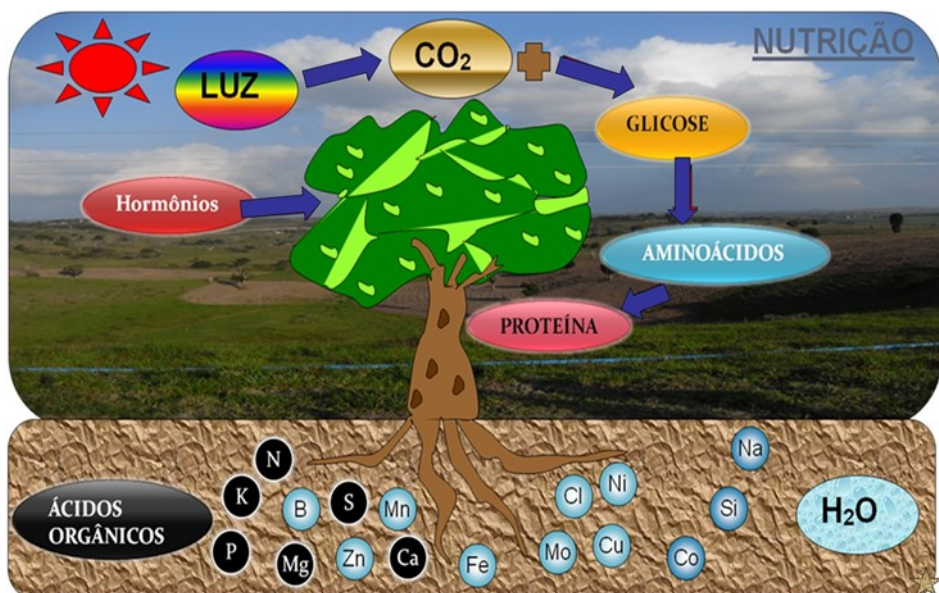
O S está intimamente ligado ao metabolismo do N.

Assim, à medida em que se aumenta a dose de N, é necessário aumentar a dose de S para se obter concentrações adequadas do nutriente na planta.



MICRONUTRIENTES EM PASTAGENS

Funções e importância: O cultivo das pastagens em solos de baixa fertilidade, ou calagem frequente e o aumento da produtividade pela utilização de altas doses de adubos, visando intensificação do processo produtivo, são fatores que têm favorecido o aumento das deficiências de micronutrientes (Rajj et al., 1997).



Fonte: <https://agronutricao.wordpress.com/2014/08/01/quais-sao-os-nutrientes-que-compoem-os-fertilizantes-foliares/>

Os micronutrientes desempenham funções vitais no metabolismo das plantas, quer como parte de compostos responsáveis por processos metabólicos e fenológicos, ou como ativadores enzimáticos e na produção e regulação de fitormônios

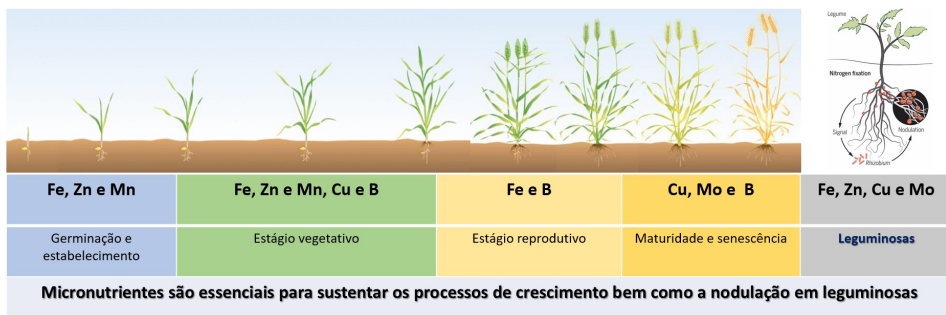


MICRONUTRIENTE EM PASTAGENS

Funções e importância: O **ferro (Fe)** é essencial ao metabolismo energético, atua na fixação do nitrogênio e desenvolvimento dos colmos e raízes. O **manganês (Mn)** atua na síntese da clorofila, e participa do metabolismo energético. O **molibdênio (Mo)** tem um papel significativo para a fixação do N pelas bactérias, no caso das leguminosas. Atua, também, no metabolismo do N na planta. O **zinco (Zn)** é fundamental para a síntese das proteínas, desenvolvimento das partes florais, produção de grãos e sementes e maturação das plantas.

O **boro (B)** atua no metabolismo de carboidratos, transportes de açúcares, na formação da parede celular, divisão celular e no movimento da seiva. O **cobre (Cu)** tem papel importante na fotossíntese, respiração, redução e fixação de N que ocorre no interior dos nódulos nas raízes de leguminosas.

Fonte: https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/micronutrientes_361450.html



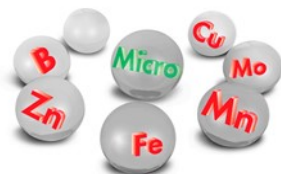
Adaptado de:

<https://www.agric.wa.gov.au/soil-nutrients/critical-tissue-nitrogen-concentrations-diagnosis-nitrogen-deficiency-wheat>



MICRONUTRIENTES EM PASTAGENS

Fontes: Sais e óxidos inorgânicos, silicatos fundidos e quelatos são usados como fontes de micronutrientes, isoladamente ou incorporados em formulações com macronutrientes.



SILICATOS (fritas)

São obtidos através da fusão de silicatos com micronutrientes. Estão na forma insolúvel, portanto, devem ser incorporados ao solo para maior eficácia. Quanto maior o tamanho da partícula, mais demorada será a disponibilização do micronutriente.

QUELATOS

Produtos solúveis que mantém os metais neles contidos fortemente complexados e, em muitos casos, protegendo os elementos de reações que poderiam reduzir sua disponibilidade no solo.

Tendência crescente de incorporação dos micronutrientes em formulações NPK, principalmente por causa da dificuldade de aplicação das pequenas quantidades, normalmente necessárias nas adubações.



FONTES DE MICRONUTRIENTES

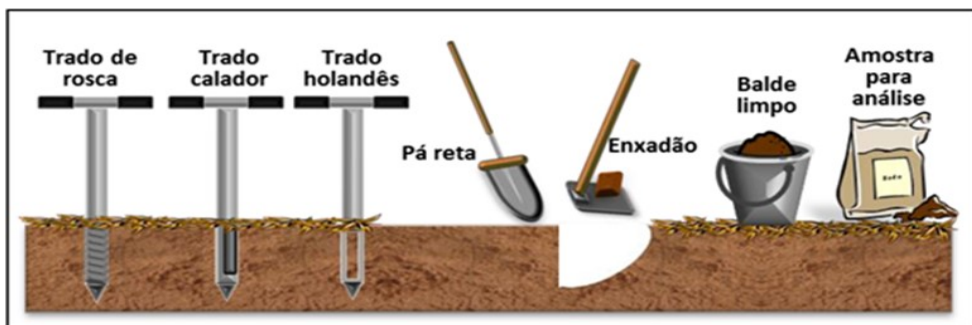
Principais fontes de micronutrientes e sua composição:

Fontes	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Formulações FTE						
FTE-BR10	2,5	1,00	4,00	4,00	0,10	7,00
FTE-BR12	1,8	0,8	3,00	2,00	0,10	9,00
FTE-BR13	1,50	2,00	2,00	2,00	0,10	7,00
FTE-BR15	2,8	0,80	-	-	0,10	8,00
FTE-BR16	1,50	3,50	-	-	0,40	3,50
Sulfatos e cloretos solúveis em água						
Sulfato de manganês				25-28%		
Sulfato de ferroso			19-20%			
Sulfato de zinco					21-22%	
Cloreto de zinco					42-45%	
Óxidos e hidróxidos insolúveis em água						
Óxido cúprico		75%				
Óxido de zinco					75-80%	
Óxido de manganês				63%		
Hidróxido de cobre		66%				



ANÁLISE PARA MICRONUTRIENTES: CUIDADOS COM A COLETA DE SOLO

A análise de solo para micronutrientes é considerada naqueles casos em que ocorreram deficiências. Em São Paulo, deficiências de zinco e boro podem ocorrer de forma mais frequente e, em poucos casos, para cobre e manganês.



Na coleta de amostras para análise de micronutrientes, usar trado de aço e evitar baldes de metal galvanizado

As recomendações de adubação de micronutrientes, quando indicadas nas tabelas, são para aplicações localizadas por ocasião do plantio, no sulco ou em covas, ou mesmo na superfície do solo, para culturas perenes.

O molibdênio pode ser aplicado, de maneira muito eficiente, junto com as sementes ou via adubação foliar. Isso é possível pelas baixas quantidades do nutriente exigidas pelas plantas, o que não ocorre com os demais micronutrientes. Em culturas perenes, a aplicação deve ocorrer após a realização da calagem, no início das chuvas.



RECOMENDAÇÃO DE MICRONUTRIENTES

Os micronutrientes, com exceção do ferro, apresentam efeito residual das adubações, que podem se estender por vários anos, dependendo das quantidades aplicadas.

Dos micronutrientes, apenas o cloro e o boro apresentam mobilidade acentuada no solo, mas não existe registro de ocorrência de deficiências de cloro nas condições do estado de São Paulo. Já o boro, pela sua mobilidade, pode ser aplicado em adubação de cobertura, mesmo em culturas anuais.

Teor no solo	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	Água quente	----- DTPA ----- mg/dm ³			
Baixo	0,0 – 0,20	0,0 – 0,30	0 – 4	0,0 – 1,29	0,0 – 0,50
Médio	0,21 – 0,60	0,31 – 0,80	5 – 12	1,30 – 5,00	0,60 – 1,20
Alto	>0,60	>0,80	>12	>5,00	>1,20

Adaptado de Werner et al. (1997) e Raij et al. (1997)



RECOMENDAÇÃO DE MICRONUTRIENTES

De forma geral, a recomendação para áreas de produção intensiva de pastagens, tem sido de 50 kg/ha de FTE BR-12, BR-13 ou BR-15, aplicados anualmente, no início da estação das chuvas.

As deficiências de Zn são comuns em áreas de cerrado, havendo, pois, necessidade de adubação. Nesse caso, recomenda-se a aplicação de 2 kg/ha de Zn, equivalente a 10 kg/ha de sulfato de zinco, juntamente com a adubação fosfatada por ocasião do plantio.

Na região do cerrado, os micronutrientes têm sido aplicados em pastagens por meio do emprego de FTE nas formulações **BR-10** (contendo 2,5% de B; 0,1% de Co; 1,0% de Cu; 4,0% de Fe; 4,0% de Mn; 0,1% Mo; 7,0% de Zn) ou **BR-16** (contendo 1,5% de B; 3,5% de Cu; 0,4% de Mo e 3,5% de Zn), recomendando-se de 30 a 50 kg/ha junto com a adubação fosfatada.

Nível de intensificação	FTE BR-10	FTE-BR12	FTE BR-15	FTE BR-16
Baixo < 1 UA/ha	30 kg/ha cada 3 anos	30 kg/ha cada 3 anos		30 kg/ha cada 3 anos
Médio ~4 UA/ha	50 kg/ha cada 3 anos	50 kg/ha cada 3 anos	50 kg/ha cada 3 anos	
Alto 4 a 7 UA/ha	50 kg/ha cada 2 anos			50 kg/ha cada 2 anos
Muito Alto Irrigado	50 kg/ha anualmente	50 kg/ha anualmente	50 kg/ha anualmente	
Sistemas intensivos com leguminosas	50 kg/ha anualmente de uma das formulações FTE BR-10, FTE BR-16 ou FTE BR-12 Extra			

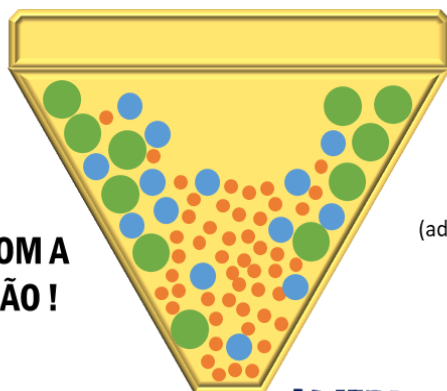
Adaptado de Raij et al. (1997) e Santos et al. (2010)

POSSO MISTURAR ADUBOS ?

A opção pela mistura de grânulos (via de regra, N:P:K), apresenta-se interessante. Porém, os tamanhos diferentes dos grânulos podem resultar em desuniformidade na aplicação, quando aplicados com máquinas de distribuição centrífuga.

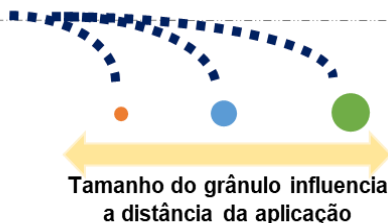
Além da segregação dos grânulos dentro do distribuidor, os tamanhos diferentes dos grânulos farão com que eles alcancem distâncias diferentes na hora da aplicação. Grânulos menores atingem distâncias menores.

CUIDADO COM A SEGREGAÇÃO !



(adaptado de Luz, 2016)

No momento da aplicação:



Para minimizar esse problema, já existem adubos nos quais os nutrientes, N:P:K ou N:Ca:Mg, estão contidos no mesmo grânulo. Isso evita problemas de segregação, proporcionando uma aplicação uniforme.

Nutrientes			
N	Mg	Ca	S
Nitrogênio	Magnésio	Cálcio	Enxofre



FERTILIZANTES DE LIBERAÇÃO CONTROLADA

Produtos encapsulados ou recobertos tem sido denominados fertilizantes de eficiência aumentada. Nestes fertilizantes são formados compostos solúveis no seu interior (NPK e alguns micronutrientes), envolvidos por uma membrana semipermeável ou recobertos com enxofre elementar e camadas de polímeros.

Para os fertilizantes de liberação controlada nitrogenados, a ureia recoberta com enxofre é o tipo de produto mais utilizado e fabricado atualmente. Os fertilizantes recobertos não se restringem apenas aos nitrogenados, podendo ser utilizados em diversos tipos de formulações que contêm um ou mais nutrientes no interior dos grânulos.



Fonte: Assuntos sobre agronomia (2015)

A **liberação do nutriente** nesses fertilizantes depende diretamente da espessura das camadas de polímero, sendo possível alterar a taxa de liberação de acordo com a quantidade e a composição do material de revestimento. A **temperatura e umidade** também influenciam diretamente a velocidade de liberação dos nutrientes do interior do grânulo.



METAS E SUGESTÕES PARA ADUBAÇÃO DE MANUTENÇÃO



Metas e sugestões de adubação para sistemas com baixo nível de intensificação

Saturação por bases	Elevar e manter em torno de 40-50%
Adubação nitrogenada	50-100 kg/ha de N por ano parcelado em 2 aplicações
Fósforo	Elevar a 15 mg/dm ³
Potássio	Elevar a 2 mmol/dm ³ e manter a 4% da CTC
Enxofre	20 kg/ha
Micronutrientes	50 kg/ha cada 5 anos FTE BR-10, FTE BR-12 ou FTE BR-15

Metas e sugestões de adubação para sistemas com médio nível de intensificação

Saturação por bases	Elevar e manter em torno de 50-60%
Adubação nitrogenada	100-150 kg/ha de N por ano parcelado em 3 aplicações
Fósforo	Elevar a 20 mg/dm ³
Potássio	Elevar a 3 mmol/dm ³ e manter a 5% da CTC
Enxofre	40 kg/ha
Micronutrientes	50 kg/ha cada 2-3 anos FTE BR-10, FTE BR-12 ou FTE BR-15

Metas e sugestões de adubação para sistemas com alto nível de intensificação

Saturação por bases	Elevar e manter entre 60-80%
Adubação nitrogenada	40-50 kg/ha de N após cada pastejo
Fósforo	Elevar a 30 mg/dm ³
Potássio	Elevar a 3 mmol/dm ³ e manter a 6% da CTC
Enxofre	60-90 kg/ha
Micronutrientes	50 kg/ha por ano FTE BR-10, FTE BR-12 ou FTE BR-15

REFERÊNCIAS

- Aguiar, A. P. A. **Manejo da fertilidade do solo sob pastagem**. 2002. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/manejo-da-fertilidade-do-solo-sob-pastagem-16797n.aspx>>. Acesso em: 01 Ago. 2018.
- Braga, G.N.M. **Fertilidade do solo e manejo do pasto para recuperar pastagens degradadas**. Na sala com Gismonti: Assuntos sobre Agronomia. 2013. Disponível em: <<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2013/05/fertilidade-do-solo-e-manejo-dopasto.html>>. Acesso em: 01 Ago. 2018.
- Demattê, J.L.I. Solos arenosos de baixa fertilidade: estratégia de manejo. In: **V Seminário Agro Industrial**, Semana “Luiz De Queiroz”, 29, Piracicaba, 1986.
- Demattê, J.L.I. Recuperação e manutenção da fertilidade dos solos. **Visão Agrícola**, n.1, p.48-59, 2004.
- Cantarutti, R.B.; Alvarez, V.V.H.; Ribeiro, A.C. Pastagens. In: **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**, p.332-341. (Eds. A.C. Ribeiro; P.T.G. Guimarães; V.V.H. Alvarez). Viçosa: FSEMG/UFV, 1999.
- Costa, K.D.P.; Oliveira, I.P.; Faquin, V. Adubação **nitrogenada para pastagens do gênero *Brachiaria* em solos do Cerrado**. Documentos 192. Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 60p.
- Freire, F.M.; Coelho, A.M.; Viana, M.C.M.; Silva, E.A. Adubação nitrogenada e potássica em sistemas de produção intensiva de pastagens. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 266, p. 60-68, 2012.
- Gianello, C.; Wiethölter, S. Novo sistema de adubação para as culturas de grãos nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. In: Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo, 5, Florianópolis, 2004. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. CD-ROM
- Luz, P. H. C.; Herling, V. R.; Peternelli, M.; Braga, G. J. Calagem e adubação no manejo intensivo do pastejo. In: II Simpósio de forragicultura e pastagem, p.27-110, Lavras, 2001. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001.
- Luz, P.H.C. Otimização dos sistemas de aplicação de fertilizantes e corretivos. 2016. In: FertBio, Goiânia, 2016. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016. Disponível em: <<http://www.eventosolos.org.br/fertbio2016/palestrantes/palestras/Pedro%20Henrique%20de%20Cerqueira.pdf>>. Acesso em: 01 Ago. 2018.
- Malavolta, E. **ABC da adubação**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 256p.
- Motta, T. P. **Índices espectrais de imagens coloridas na avaliação do estado nutricional de fósforo, enxofre e magnésio no capim-marandu**. 2016. 80 f. Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal). Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga.
- Rajj, B.V., Cantarella, H., Quaggio, J.A., Furlani, A.M.C. (1997). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico - Fundação IAC.
- Sá, J.C. Manejo da fertilidade do solo no Sistema Plantio Direto. In: **Inter-relações fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**, p. 267-319 (Eds. J.O. Siqueira; F.M.S. Moreira; A.S. Lopes; L.R.G. Guilherme; V. Faquin; A.E. Furtini Neto; J.G. Carvalho). Lavras: Sociedade Brasileiro de Ciência do Solo, 1999.
- Santos, P.M.; Primavesi, O.M.; Bernardi, A.C.C. Adubação de pastagens. In: **Bovinocultura de corte**, p.459-472 (Ed. A.V. Pires). Piracicaba: Fealq, 2010.

REFERÊNCIAS

- Scot Consultoria. **Adubação nitrogenada: eficiência e custos**. 2010. Disponível em: < <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/21688/adubacao-nitrogenada:-eficiencia-e-custos.htm>>. Acesso em: 01 Ago. 2018.
- Sousa, D.M.G.; Rein, T.R.; Lobato, E.; Ritchey, K.D. Sugestões para a diagnose e recomendação de gesso em solos de Cerrado. In: **Seminário Sobre o Uso do Gesso na Agricultura**, p. 139-158, 1992, Anais... Uberaba. Uberaba: IBRAFOS, 1992.
- Sousa, D.M.G.; Vilela, L.; Lobato, E.; Soares, W.V. **Uso de gesso, calcário e adubos para pastagens no cerrado**. Circular Técnica 12. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 22p.
- Vitti, G.C; Priori, J.C. Calcário e gesso: os corretivos essenciais ao Plantio Direto. **Visão Agrícola**, n.9, p.30-34, 2009.
- Vitti, G.C; Otto, R.; Saviato, J. Novas estratégias no manejo da adubação com enxofre. 2016. In: FertBio, Goiânia, 2016. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016. Disponível em: <<http://www.eventosolos.org.br/fertbio2016/palestrantes/palestras/Godofredo%20Vitr.pdf>>. Acesso em: 01 Ago. 2018.
- Werner, J.C., Paulino, V.T., Cantarella, H., Andrade, N.O. and Quaggio, J.A. (1997). Forrageiras. In: **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo** – Boletim Técnico 100, p. 261-273 (Eds. B. Van Raij, H. Cantarella, J. A. Quaggio and A. M. C. Furlani). Campinas: IAC.

REFERÊNCIAS DAS IMAGENS

- Agronutrição. **Qual fertilizante foliar você usa? Quais são os nutrientes que compõem os fertilizantes foliares?** Disponível em < <https://agronutricao.wordpress.com/2014/08/01/quais-sao-os-nutrientes-que-compoem-os-fertilizantes-foliares/.html>>. Acesso em: 02 Ago. 2018.
- Assuntos sobre Agronomia. **Fertilizantes de Liberação Controlada.** Disponível em < <http://laisferreiraagro.blogspot.com/2015/09/fertilizantes-de-liberacao-controlada.html>>. Acesso em: 02 Ago. 2018.
- Auras, N. E. Banco de Imagens: Adubação verde. **Pré-cultivo de crotalária para fins de adubação verde.** Embrapa Agrobiologia. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/2991001/adubacao-verde>>. Acesso em: 02 Ago. 2018.
- Department of Primary Industries and Regional Development's Agriculture and Food. **Critical tissue nitrogen concentrations for diagnosis of nitrogen deficiency in wheat.** Disponível em: < <https://www.agric.wa.gov.au/soil-nutrients/critical-tissue-nitrogen-concentrations-diagnosis-nitrogen-deficiency-wheat.html>>. Acesso em: 02 Ago. 2018.
- Department of Primary Industries and Regional Development's Agriculture and Food. Diagnosing **potassium deficiency in barley.** Disponível em: < <https://www.agric.wa.gov.au/mycrop/diagnosing-potassium-deficiency-barley.html>>. Acesso em: 02 Ago. 2018.
- Diniz, O.A. **Projeto Verdejar: Como adubar.** Disponível em: < <http://www.projetoverdejar.com/2016/.html>>. Acesso em: 02 Ago. 2018.
- Dreamstime. **Letras de NPK feitas de adubos minerais.** Disponível em: < <https://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-letras-de-npk-feitas-de-adubos-minerais-image69375673.html>>. Acesso em: 02 Ago. 2018.
- Freire, F.M.; Coelho, A.M.; Viana, M.C.M.; Silva, E.A. Adubação nitrogenada e potássica em sistemas de produção intensiva de pastagens. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 266, p. 60-68, 2012.
- Gianello, C.; Wiethölter, S. Novo sistema de adubação para as culturas de grãos nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. In: Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo, 5, Florianópolis, 2004. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. CD-ROM
- Jones Jr., J.B. **Plant Nutrition and Soil Fertility Manual.** 2. ed. New York: CRC
- Kuxmann. **The KURIER Lime Spreader.** Disponível em: <<https://kuxmann.de/products/kurier-lime-spreader/>>. Acesso em: 02 Ago. 2018.
- Luz, P. H. C.; Herling, V. R.; Peternelli, M.; Braga, G. J. Calagem e adubação no manejo intensivo do pastejo. In: II Simpósio de forragicultura e pastagem, p.27-110, Lavras, 2001. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001.

REFERÊNCIAS DAS IMAGENS

- Luz, P.H.C. Otimização dos sistemas de aplicação de fertilizantes e corretivos. 2016. In: FertBio, Goiânia, 2016. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016. Disponível em: <<http://www.eventosolos.org.br/fertbio2016/palestrantes/palestras/Pedro%20Henrique%20de%20Cerqueira.pdf>>. Acesso em: 01 Ago. 2018.
- Malavolta, E. **ABC da adubação**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 256p.
- Mosaic® Nutrição de Safras. **Potássio no solo**. Disponível em: <<http://www.nutricaoadesafras.com.br/potassio/#in-soil.html>>. Acesso em: 02 Ago. 2018.
- Motta, T. P. **Índices espectrais de imagens coloridas na avaliação do estado nutricional de fósforo, enxofre e magnésio no capim-marandu**. 2016. 80 f. Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal). Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga.
- Muniz Júnior, A.S. **Adubação, reforma e manejo de pastagens tropicais**. 2008. Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/1222904/>>. Acesso em: 02 Ago. 2018.
- Ramos Júnior, O. **Revista A Granja**, Edição 146, 2011. Disponível em: <<http://edcentaurus.com.br/ag/edicao/146/materia/3668>>. Acesso em: 02 Ago. 2018.
- Rosso, G. **Banco de Imagens: Pastagem com calcário**. Aplicação de calcário no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. Embrapa Pecuária Sudeste. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/2730001/pastagem-com-calcario>>. Acesso em: 02 Ago. 2018.
- Santos, D. B. M. **Distribuição do fósforo no perfil do solo sob sistema plantio direto**. 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração: Produção sustentável). Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília.
- Sousa, D. M. G.; Rein, T. A.; Goedert, W. J.; Lobato, E.; Nunes, R. S. Fósforo. In: **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes**, p. 67-132. (Eds. L.I. Prochnow; V. Casarin; S.R. Stipp). Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2010.
- Passos, B.S.A. **Morfogênese, estrutura do dossel e acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* em função de regimes de fertilização e severidades de desfolha**. 2018. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal). Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga.
- Werner, J.C., Paulino, V.T., Cantarella, H., Andrade, N.O. and Quaggio, J.A. (1997). Forrageiras. In: **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo – Boletim Técnico 100**, p. 261-273 (Eds. B. Van Raij, H. Cantarella, J. A. Quaggio and A. M. C. Furlani). Campinas: IAC.



ISBN 978-85-66404-21-0 (impresso)

ISBN 978-85-66404-22-7 (on-line)

