



Características de corretivos agrícolas



Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pecuária Sudeste

Rod. Washington Luiz, km 234

Caixa Postal 339

Fone: (16) 3361-5611

Fax: (16) 3361-5754

Home page: www.cppse.embrapa.br

E-mail: sac@cppse.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Alfredo Ribeiro de Freitas

Secretário-Executivo: Edison Beno Pott

Membros: André Luiz Monteiro Novo, Maria Cristina Campanelli Brito,
Odo Primavesi, Sônia Borges de Alencar

Revisor de texto: Edison Beno Pott

Normalização bibliográfica: Sônia Borges de Alencar

Foto da capa: Jorge Novi dos Anjos

Editoração eletrônica: Maria Cristina Campanelli Brito

1ª edição

1ª impressão (2004): 1.500 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Primavesi, Ana Cândida.

Características de corretivos agrícolas. / Ana Cândida Primavesi,
Odo Primavesi. -- São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004.
28p.; 21 cm. -- (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 37).

Solos; Corretivos agrícolas; Características. I. Primavesi, Odo. II.
Título. III. Série.

CDD 21 631.42

© Embrapa 2004

Autores

Ana Cândida Primavesi

Engenheira Agrônoma, PhD, Pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, Rod. Washington Luiz, km 234, Caixa Postal 339, CEP: 13560-970, São Carlos, SP.
Endereço eletrônico: anacan@cppse.embrapa.br

Odo Primavesi

Engenheiro Agrônomo, PhD, Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, Rod. Washington Luiz, km 234, Caixa Postal 339, CEP: 13560-970, São Carlos, SP.
Endereço eletrônico: odo@cppse.embrapa.br

Características de corretivos agrícolas

*Ana Cândida Primavesi
Odo Primavesi*

1- Introdução

A maioria dos solos brasileiros, principalmente os solos de cerrado, apresenta reação ácida, com níveis tóxicos de alumínio ou de manganês, e com baixos teores de cálcio e de magnésio. A acidez de um solo é devida aos íons de hidrogênio livre (H^+), gerados por componentes ácidos presentes nos solos, tais como fertilizantes nitrogenados e ácidos orgânicos. A acidez é corrigida com a neutralização dos H^+ por ânions OH^- (hidróxidos).

A correção da acidez é necessária para melhorar o aproveitamento dos fertilizantes e alcançar maior produtividade das culturas exploradas. Quando se eleva o pH do solo com o uso de corretivo, promove-se o aumento da disponibilidade de alguns nutrientes e, ao mesmo tempo, a insolubilização de outros, considerados tóxicos para as plantas, como alumínio e manganês, e também o aumento dos teores de cálcio e de magnésio,

possibilitando dessa maneira a incorporação desses solos ao processo produtivo.

Por sua vez, a eficácia da aplicação de um corretivo está relacionada ao uso de dose adequada, das características do corretivo e de sua correta aplicação, ou seja, boa distribuição e boa incorporação do corretivo ao solo. A dose adequada é determinada por critérios técnicos, com base na análise de solo. Como os diversos tipos de corretivos apresentam características diferentes, torna-se importante conhecê-las, para a escolha do corretivo mais adequado a cada situação agrícola.

Para o uso mais eficiente dos corretivos, justifica-se o esclarecimento de aspectos relacionados à sua qualidade. O corretivo mais importante no Brasil é o calcário, então este trabalho tem por objetivo apresentar conceitos básicos relacionados principalmente às características de qualidade desse insumo.

2- Corretivos agrícolas

Corretivos agrícolas são os materiais que apresentam carbonatos, óxidos, hidróxidos ou silicatos de cálcio e de magnésio como constituinte neutralizante ou princípio ativo.

Os corretivos da acidez dos solos são classificados em:

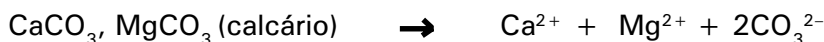
a- Calcário: é o corretivo agrícola mais comum. Seus constituintes neutralizantes são o carbonato de cálcio (CaCO_3) e o

carbonato de magnésio (MgCO_3). É obtido pela moagem de rocha calcária. Em geral, as jazidas de calcário são de origem orgânica, de natureza sedimentar ou de natureza metamórfica. Os calcários sedimentares são mais “moles” e os metamórficos, mais “duros”, mas ambos apresentam o mesmo comportamento agrônômico.

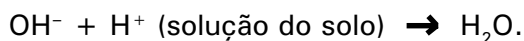
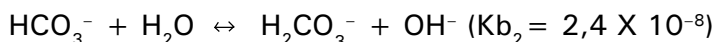
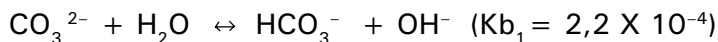
Os calcários são classificados quanto ao seu teor de MgO em: calcítico, com menos de 5% de MgO; magnesiano, com 5% a 12% de MgO; e dolomítico, com mais de 12% de MgO. Os calcários calcíticos apresentam de 1% a 5% de MgO e de 45% a 55% de CaO; os magnesianos, de 5% a 12% de MgO e de 40% a 42% de CaO; e os dolomíticos, de 13% a 21% de MgO e de 25% a 35% de CaO.

Mecanismo da ação neutralizante do calcário:

H_2O (solo)



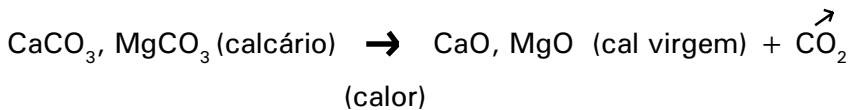
(solução do solo)



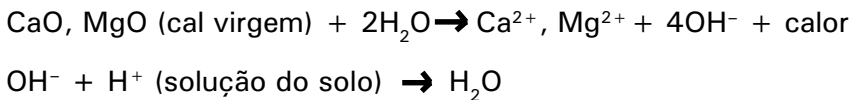
No solo, em contato com a água, o calcário libera Ca^{2+} , Mg^{2+} e CO_3^{2-} (carbonato) e depois HCO_3^- (bicarbonato). As bases, CO_3^{2-} (carbonato) e HCO_3^- (bicarbonato), é que possibilitam a formação de OH^- , sendo bases fracas, como mostram suas constantes de ionização Kb_1 e Kb_2 , respectivamente. Isso significa que a reação

de formação do OH^- é relativamente lenta. O OH^- produzido neutralizará o H^+ da solução do solo, responsável por sua acidez.

b- Cal virgem agrícola: é obtida industrialmente por calcinação ou queima completa do calcário. Apresenta-se como pó fino e seus constituintes são óxido de cálcio (CaO) e óxido de magnésio (MgO).



Mecanismo da ação neutralizante da cal virgem agrícola:



Ou seja, a cal virgem libera Ca^{2+} , Mg^{2+} , OH^- e calor. A liberação de OH^- é rápida, isto é, imediata, e total, o que lhe confere o caráter de base forte.

c- Cal hidratada agrícola ou cal extinta: é obtida industrialmente pela hidratação da cal virgem. Tem ação neutralizante semelhante à da cal virgem. A cal virgem se hidrata com a água contida no solo e o processo de hidratação da cal hidratada é industrial.

d- Calcário calcinado: é obtido industrialmente pela calcinação parcial do calcário. Nem todo o CaCO_3 e o MgCO_3 são

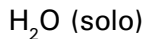
decompostos e transformados em óxidos. É um produto de características intermediárias ao calcário e a cal virgem. Apresenta-se na forma de pó fino.

Ação neutralizante: base forte OH^- e base fraca CO_3^{2-} .

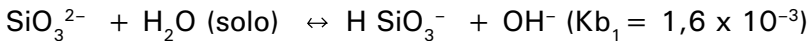
e- Calcário "filler": é um calcário que apresenta granulometria fina.

f- Escórias de siderurgia: são subprodutos da indústria do ferro e do aço. Seus constituintes neutralizantes são os silicatos de cálcio e de magnésio. Apresentam o mesmo comportamento dos calcários e contêm teores relativamente elevados de micronutrientes, mas não têm sido usados.

Mecanismo da ação neutralizante dos silicatos:



$\text{CaSiO}_3, \text{MgSiO}_3 \rightarrow \text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+} + \text{SiO}_3^{2-}$ (solução do solo)



A base química silicato (SiO_3^{2-}) é também fraca ($\text{Kb}_1 = 1,6 \times 10^{-3}$), mas é mais forte do que a base carbonato (CO_3^{2-}) ($\text{Kb}_1 = 2,2 \times 10^{-4}$).

g- Outros materiais: margas (depósitos terrestres de CaCO_3), calcários marinhos (corais, sambaquis) e subprodutos de diversas indústrias podem ser usados. A ação neutralizante é semelhante à do carbonato de cálcio dos calcários.

Embora exista essa variedade de materiais corretivos, no Brasil usa-se principalmente o calcário e, mais recentemente, o calcário calcinado e as cales, que apresentam características e efeitos diferentes do calcário. Dentre os recursos minerais brasileiros, o calcário encontra-se entre aqueles para os quais, mesmo a longo prazo, não existe motivo para supor possível esgotamento.

3- Considerações

a- Dependendo da intensidade com que uma base coloca o OH^- no meio, ela é considerada forte ou fraca. Quando coloca de imediato todos seus OH^- no meio, a base é forte, e quando os coloca mais lentamente e em pequenas quantidades, é fraca.

b- O cálcio e o magnésio não são neutralizantes e sim nutrientes vegetais. Carbonatos, hidróxidos ou silicatos são as bases que corrigem a acidez do solo. Então, carbonato de bário, hidróxido de lítio e silicato de sódio, que apresentam as mesmas bases químicas, também corrigem a acidez, mas esses produtos não são considerados corretivos da acidez dos solos, porque existem materiais, como os calcários e as escórias de siderurgia,

em grande quantidade, que associam essas bases químicas aos nutrientes cálcio e magnésio, sendo então esses materiais os indicados para corrigir a acidez dos solos e considerados como corretivos agrícolas.

c- O gesso, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, não é corretivo de acidez, porque, embora o SO_4^{2-} (sulfato) seja uma base química, sua força iônica é quase nula ($K_b = 8,3 \times 10^{-13}$). Então, o sulfato permanece na solução do solo e, sendo um ânion, pode ser lixiviado, levando junto cátions (por exemplo, potássio), para manter a eletroneutralidade do meio. A lixiviação do SO_4^{2-} vai enriquecer com nutrientes as camadas subsuperficiais e diminuir a saturação por alumínio. Porém, o excesso de SO_4^{2-} pode aumentar o carreamento de cátions para camadas mais profundas do solo.

4- Características de qualidade dos corretivos

As características que se relacionam com qualidade dos corretivos da acidez do solo são: teor de neutralizantes, tamanho das partículas, forma química dos neutralizantes, e variedade e conteúdo de nutrientes.

4.1. Poder de neutralização (PN)

O poder de neutralização indica a capacidade potencial do corretivo de neutralizar a acidez do solo. Depende do teor e da natureza química do neutralizante presente no

corretivo. Cada constituinte neutralizante apresenta determinada capacidade de neutralização, sendo essa capacidade expressa em relação à capacidade do CaCO_3 , tomado como padrão (Tabela 1).

Tabela 1. Capacidade de neutralização dos diferentes constituintes neutralizantes, em relação ao CaCO_3 .

Constituintes	Capacidade de neutralização relativa ao CaCO_3 (E_{CaCO_3})
Carbonato de cálcio	1,00
Carbonato de magnésio	1,19
Hidróxido de cálcio	1,35
Hidróxido de magnésio	1,72
Óxido de cálcio	1,79
Óxido de magnésio	2,48
Silicato de cálcio	0,86
Silicato de magnésio	1,00

Fonte: Alcarde, 1992).

Portanto, de acordo com a Tabela 1, 100 kg de carbonato de magnésio apresentam ação equivalente a 119 kg de carbonato de cálcio; 100 kg de óxido de cálcio, a 179 kg de carbonato de cálcio; 100 kg de óxido de magnésio, a 248 kg de carbonato de cálcio; e 100 kg de silicato de cálcio, a 86 kg de carbonato de cálcio. Isso explica porque determinados corretivos apresentam PN maior do que 100% E_{CaCO_3} .

Então, ao se expressar o teor de neutralizantes de um corretivo, por exemplo, 85% de CaCO_3 ou 75% de MgSiO_3 , não está sendo considerada a sua capacidade de neutralização. Para que o teor de neutralizante mostre sua capacidade de

neutralização, é necessário expressá-lo em equivalente de carbonato de cálcio, que é tomado como padrão.

Exemplos da conversão de teores dos constituintes neutralizantes de um corretivo, em teor equivalente de carbonato de cálcio (% E_{CaCO_3}): a) 35,2% de CaO e 5,8% de MgO = $(35,2 \times 1,79) + (5,8 \times 2,48) = 77,4\%$; b) 50,1% de CaO e 20,5% de MgO = $(50,1 \times 1,79) + (20,5 \times 2,48) = 140,5$.

De acordo com a legislação brasileira, os corretivos devem apresentar os seguintes valores mínimos de PN: calcários, margas e sambaquis = 67% E_{CaCO_3} ; cal virgem agrícola = 125% E_{CaCO_3} ; cal hidratada = 94% E_{CaCO_3} ; escórias = 60% E_{CaCO_3} ; calcário calcinado agrícola = 80% E_{CaCO_3} .

O PN de um corretivo é determinado quimicamente no laboratório, dissolvendo-se a amostra com quantidade conhecida e em excesso de ácido clorídrico com concentração de 0,5 mol/L, a quente. Dessa maneira, o corretivo neutraliza o ácido. Determina-se o excesso de ácido, titulando-se com soda, e por diferença calcula-se a quantidade de ácido neutralizado. Segundo o princípio da equivalência química, a quantidade de ácido neutralizado equivale à quantidade de constituinte neutralizante da amostra do corretivo. Qualquer que seja o constituinte neutralizante da amostra, considera-se como sendo o carbonato de cálcio, que é tomado como padrão. Então, é calculada a quantidade de carbonato de cálcio que deveria existir na amostra e o resultado é

apresentado em percentagem equivalente de carbonato de cálcio ($\%E_{\text{CaCO}_3}$). Assim, se o corretivo apresenta 75% de PN, significa que cada 100 g desse corretivo equivale, em neutralização, a 75 g de CaCO_3 .

A determinação do PN permitirá inferir apenas se o material é alcalino e supor que o seu constituinte seja o carbonato de cálcio. O PN não identifica a natureza química do neutralizante, isto é, se é carbonato, óxido, hidróxido ou silicato, e também não indica se o material é corretivo da acidez, isto é, se a base está associada ao cálcio e ao magnésio.

4.2. Teores de cálcio e de magnésio

Um material é identificado como corretivo da acidez do solo por meio da determinação dos teores de cálcio e de magnésio. Se os teores encontrados desses elementos forem muito baixos ou ausentes, significa que o material não é corretivo da acidez do solo. Os teores desses elementos são determinados na forma elementar, mas por convenção são expressos nas formas de CaO e MgO , em todos os corretivos.

De acordo com a legislação em vigor, os seguintes são os valores mínimos para a soma $\% \text{CaO} + \% \text{MgO}$ dos corretivos: calcário, margas e sambaquis = 38%; cal virgem agrícola = 68%; cal hidratada agrícola = 50%; escórias = 30%; e calcário calcinado = 43%.

É possível obter o PN ($\%E_{\text{CaCO}_3}$) calculado do corretivo por meio da expressão: $\%E_{\text{CaCO}_3} = (\% \text{CaO} \times 1,79) + (\% \text{MgO} \times 2,48)$, em que 1,79 e 2,48 são os índices de capacidade de neutralização relativa ao CaCO_3 desses óxidos (Tabela 1). Comparando-se o $\%E_{\text{CaCO}_3}$ calculado com o determinado (PN), verifica-se que alguns corretivos apresentam resultados semelhantes, e em outros o valor do PN determinado é bem inferior ao do calculado. Isso ocorre porque, na determinação do PN, o ataque da amostra é brando, não agindo sobre as partículas maiores. Já na determinação do cálcio e do magnésio, o ataque é enérgico, promovendo a solubilização total desses nutrientes.

4.3. *Granulometria*

A análise granulométrica do corretivo é feita por meio do peneiramento mecânico da amostra do corretivo, usando peneiras com aberturas de malhas específicas, e permite a avaliação da sua granulometria.

Os constituintes neutralizantes dos corretivos apresentam baixa solubilidade. Então, sua reação no solo vai ser influenciada pela umidade e pelo contato de suas partículas com o solo. Por sua vez, esse contato vai ser influenciado pelo grau de moagem do corretivo e por sua mistura com o solo.

Quanto mais moído se apresentar o corretivo, maior será seu contato e maior será sua reação no solo. Então, o tamanho das

partículas dos corretivos torna-se uma característica de qualidade importante, com estreita relação com a eficiência desses materiais. Porém, quando se aumenta o grau de finura, aumenta-se também as dificuldades de aplicação, tanto em relação aos equipamentos de aplicação quanto ao contato do corretivo com o operador, e também aumentam-se as perdas causadas pelo vento.

Quanto mais o corretivo for misturado ao solo, tanto maior será o seu contato e tanto mais rápida será sua reação, e para isto é necessário que ele seja distribuído uniformemente e bem incorporado.

A reatividade (RE) de um corretivo é a velocidade de sua reação no solo. Depende das condições de clima e de solo, da natureza química do corretivo e também da sua granulometria. Quanto maior a acidez, a temperatura e a umidade, tanto maior será a reatividade. É por essa razão que os corretivos são mais reativos nas regiões tropicais do que nas temperadas e frias. Já foi comentado anteriormente que as bases fortes são mais reativas do que as bases fracas, e que quanto mais finas as partículas dos corretivos, tanto maior será sua reatividade.

Chama-se de efeito residual de um corretivo o tempo de duração da correção efetuada. Depende de vários fatores: dosagem do corretivo, tipo de solo, adubações (os adubos nitrogenados acidificam o solo), e intensidade de cultivo. Porém, a reatividade do corretivo é também um fator muito importante no

efeito residual do corretivo, pois quanto maior a reatividade tanto menor será seu efeito residual. Portanto, quanto mais rápida for a ação do corretivo, tanto menor será a duração da calagem, o que significa que reatividade e efeito residual são duas características antagônicas. Então, o efeito residual do corretivo deve ser considerado no manejo de solos ácidos e na economicidade da calagem.

Pode-se dizer também que reatividade é o percentual do corretivo que reage no solo no período de três meses. A diferença 100 - RE é o percentual do corretivo que apresenta ação mais lenta e reagirá após os três meses.

Foram determinadas as taxas de reatividade para as diferentes frações granulométricas do calcário, isto é, o percentual de reação do calcário no período de três meses (Tabela 2), e que são adotadas pela legislação em vigor.

Tabela 2. Taxas de reatividade de partículas de diferentes tamanhos de calcários.

Fração granulométrica		Taxa de reatividade (RE)
Peneira N ^o (ABNT)	Dimensão (mm)	(%)
Maior do que 10	maior do que 2	0
10 – 20	2 a 0,84	20
20 – 50	0,84 a 0,30	60
Menor do que 50	Menor do que 0,30	100

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Fonte: (Alcarde, 1992).

A fração maior do que 2 mm (retida na peneira 10) não tem efeito na correção da acidez. A fração de 10 a 20 (passa na peneira 10, mas fica retida na peneira 20), apresenta 80% de material que continuará agindo no solo mais lentamente após o período de três meses, e a fração de 20 a 50 (passa na peneira 20, mas fica retida na peneira 50), 40%. A fração menor do que 50 (passa na peneira 50) reage totalmente em três meses.

Com a composição granulométrica de um corretivo é possível calcular sua reatividade (RE), com base na expressão:

$$RE(\%) = \%F_{10-20} \times 0,2 + \%F_{20-50} \times 0,6 + \%F_{<50} \times 1,$$

em que

$\%F_{10-20}$ $\%F_{20-50}$ $\%F_{<50}$ = percentual das diversas frações granulométricas;

0,2; 0,6;1 = taxas de reatividade das respectivas frações granulométricas.

Na Tabela 3, é exemplificado o cálculo da reatividade de alguns calcários.

Verifica-se que a reatividade do calcário A é zero, pois permaneceu todo retido na peneira 10, sendo considerado um calcário muito grosseiro.

Tabela 3. Composição granulométrica e reatividade de diferentes calcários.

Calcários	Composição granulométrica				Reatividade
	%F ₁₀	% F ₁₀₋₂₀	%F ₂₀₋₅₀	%F _{<50}	RE (%)
A	100	0	0	0	0
B	25	0	0	75	75
C	1	16	28	55	75
D	12	0	0	88	88
E	0	6	18	76	88
F	0	0	0	100	100

Fonte: (Adaptado de Alcarde, 1992).

A reatividade dos calcários B e C é de 75%, o que significa que 75% desses calcários vão reagir no solo no período de três meses e portanto seus efeitos nesse período serão semelhantes. Porém, o calcário C tem 80% da F₁₀₋₂₀ e 40% da F₂₀₋₅₀ para reagir após esses três meses, restando o resíduo de 24% para continuar reagindo no solo, mas o calcário B não apresenta resíduo. O mesmo se verifica com os calcários D e E.

Já para o calcário F verifica-se reatividade igual a 100%, pois ele passou todo na peneira 50, reagindo totalmente em três meses, não sobrando resíduo no solo.

Do exposto, constata-se que, do ponto de vista agrícola, não é interessante exigir garantia mínima de reatividade e sim garantia mínima de granulometria, o que é feito pela legislação em vigor: no mínimo 95% do calcário deve passar na peneira com malha de 2 mm (ABNT nº 10), 70% na peneira com malha de 0,84 mm

(ABNT nº 20) e 50% na peneira com malha de 0,30 mm (ABNT nº 50). Há, portanto, tolerância de 5% de material que não terá reação no solo.

O calcário “filler”, por ter granulometria bem mais fina do que 0,30 mm (peneira 50), deve ter reatividade superior a 100%. As cales apresentam reatividade bem superior a 100%, porque apresentam granulometria fina e contêm bases fortes e, portanto, a ação desses produtos é rápida, de 10 a 15 dias.

4.4. Poder relativo de neutralização total (PRNT)

As características “reatividade” e “poder de neutralização” determinam a ação do corretivo. Para adequada avaliação da ação dos corretivos, essas duas características devem ser associadas e fornecem o índice denominado Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT), calculado pela equação: $PRNT = PN \times RE(\%)/100$.

Os calcários são classificados em classes quanto ao PRNT:

Classes	Faixas de PRNT
A	PRNT entre 45% e 60%
B	PRNT entre 60,1% e 75 %
C	PRNT entre 75,1% e 90%
D	PRNT superior a 90,1%.

Como a reatividade é o percentual do corretivo que reage no solo no período de três meses, em função da sua granulometria,

para os calcários o PRNT pode também ser definido como a quantidade do PN do corretivo que agirá em três meses. Portanto, se diferentes calcários apresentam PRNT igual, significa que os corretivos apresentarão efeito semelhante nos três primeiros meses, em razão da igual quantidade do PN que agirá nesses três meses. Porém, se esses calcários têm PN diferente, o restante do PN, que deverá agir mais lentamente após os três meses, será diferente. Daí resulta a importância de se conhecer o PN dos calcários, pois ficou evidente que apenas o conhecimento do PRNT não possibilita a avaliação correta dos corretivos. É por isto que a legislação em vigor exige garantia do PN e do PRNT dos calcários.

Exemplos:

Calcários	PN (%E _{CaCO3})	RE (%)	PRNT (%)	Ação do PN	
				3 meses	posterior
A	100	75	75	75	25
B	85	88	75	75	10
C	75	100	75	75	0

Fonte: (Adaptado de Alcarde, 1992).

Os três calcários do exemplo apresentam o mesmo PRNT, portanto, apresentarão efeito semelhante nos três primeiros meses, mas o calcário A terá efeito residual de 25%, isto é, 25% do PN que deverá reagir após os três meses, o B de 10% e o C não terá efeito residual, isto é, não terá nenhuma sobra para reagir posteriormente.

Para calcários “filler”, calcários calcinados, cal virgem e cal hidratada, que têm reatividade bem superior a 100%, o PRNT é sempre igual ao PN, pois $PRNT = PN \times (100/100)$. Esses corretivos não apresentam efeito residual.

Exemplos:

Calcários	PN (%E _{CaCO3})	RE (%)	PRNT (%)	Ação do PN	
				3 meses	posterior
A	70	100	70	70	0
B	103	100	103	103	0
C	125	100	125	125	0

Fonte: (Adaptado de Alcarde, 1992).

O aumento do PRNT dos corretivos pode ser conseguido com moagem mais fina do calcário ou com sua calcinação. A moagem confere aumento da sua reatividade e a calcinação, aumento do PN e da reatividade. Portanto, quanto maior o PRNT do corretivo, tanto maior será sua reatividade. O PRNT, na prática, é usado para caracterizar o poder neutralizante efetivo dos corretivos.

Quando se calcula a dose de calcário a ser aplicada em determinada área, considera-se que o calcário tenha PRNT de 100%. Então, no cálculo da dose a ser recomendada de um calcário comercial deve-se aplicar um fator de correção: $100/PRNT$. Quanto menor o valor do PRNT, tanto maior será o acréscimo da dose a ser aplicada.

5. Sistema Internacional de Unidades (SI) e os corretivos

A adoção do Sistema Internacional de Unidades (SI) acarretou modificações na representação e nos valores de alguns resultados.

Não é possível adotar imediatamente o SI para os corretivos, pois a legislação e o comércio ainda usam as unidades antigas. Porém, é conveniente saber que os teores das frações granulométricas, bem como os de cálcio e os de magnésio, serão apresentados em g/kg. O poder de neutralização (PN) será apresentado em mol_c/kg. O PRNT passará a ser chamado de poder de neutralização efetivo (PNE), expresso em mol_c/kg.

Os cálculos dos valores de PN, RE e PRNT passarão a ser feitos pelas seguintes expressões no Sistema Internacional de Unidades (SI):

$$PN = Ca/20,0 + Mg/12,2;$$

$$PNE = PN \times RE;$$

$$RE = (0,2x + 0,6y + z)/1000.$$

O cálculo da calagem passa a ser feito pela seguinte expressão:

$$NC = [2 \text{ CTC } (V_2 - V_1)] / 100 \text{ PNE},$$

em que

NC = necessidade de calagem dada em t/ha;

CTC = capacidade de troca de cátions do solo, expressa em mmol_c/dm³;

V_1 = saturação por bases a um valor atual;

V_2 = saturação por bases a um valor maior desejado; e

PNE = poder de neutralização efetivo expresso em mol_c/kg .

Segue um exemplo para comparação do cálculo da necessidade de calagem, usando os dois sistemas:

Corretivo	Sistema atual	Sistema novo
Cálcio	CaO = 20%	Ca = 143 g/kg
Magnésio	MgO = 15%	Mg = 90 g/kg
Fração peneira 20	x = 14%	x = 140 g/kg
Fração peneira 50 (y)	y = 30%	y = 300 g/kg
Fração passa peneira 50 (z)	z = 58%	z = 580 g/kg
Poder de neutralização total (PN)	PN = 73 % E_{CaCO_3}	PN = 14,52 mmol_c/kg
Reatividade	RE = 78,8	RE = 0,788
Poder de neutralização efetivo	PRNT = 57,5% E_{CaCO_3}	PNE = 11,44 mmol_c/kg
Solo		
CTC	70 $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$	70 $\text{mmol}_c/\text{dm}^3$
V_1	30%	30%
V_2	70%	70%
Necessidade de calagem	4,87 t/ha	4,89 t/ha

Fonte: (Adaptado de Rajj et al., 1996).

6. Considerações finais

Criou-se a imagem de que quanto maior o PRNT tanto melhor é a qualidade do calcário, não havendo justificativa técnica para isso. Isso pode induzir à calcinação dos calcários, pois com isso aumenta-se o teor de neutralizantes ($\%E_{\text{CaCO}_3}$) e a reatividade (o material resultante é facilmente moído a pó fino), elevando-se dessa maneira o PRNT. Outra maneira de elevar o PRNT é pelo aumento apenas da reatividade, obtendo-se calcários extremamente finos, como o calcário filler.

A compra de calcário deve ser decidida considerando os aspectos técnico e econômico. O aspecto econômico está relacionado ao custo do transporte e do material corretivo. O mais econômico será aquele que apresentar o menor custo por unidade de PRNT. O custo por unidade de produção é calculado pela expressão:

Custo por unidade do PRNT = Custo por tonelada do produto colocado na propriedade/PRNT do produto.

Tecnicamente, deve-se considerar que é mais difícil a aplicação de quantidades menores, o que pode comprometer a uniformidade de distribuição do corretivo e, portanto, a correção da acidez.

Também ocorrem situações em que são necessários corretivos com maior reatividade, por exemplo, quando há atraso na calagem, em terrenos arrendados, em hortas, ou em solos muito ácidos. Ocorrem outras situações em que há necessidade de o corretivo apresentar efeito residual, como em culturas perenes e pastagens. Ainda, há situações em que os corretivos devem apresentar reatividade e efeito residual em níveis intermediários.

Também devem ser levadas em conta a natureza química e a granulometria do corretivo, pois são necessários determinados cuidados quando da sua aplicação. A cal virgem, a cal hidratada e

o calcário calcinado têm de ser incorporados logo após a aplicação, para não empedrarem, e é necessária proteção da pele e dos olhos quando da aplicação. Exigem também equipamentos adequados para a aplicação e pode haver perda pela ação de ventos.

Portanto, não se pode dizer que determinado corretivo é melhor apenas pelas suas características. Deve-se então escolher o corretivo mais adequado a cada situação agrícola.

7. Literatura consultada

ALCARDE, J. C. **Corretivos da acidez dos solos:** características e interpretações técnicas. São Paulo: ANDA, 1992. 26p.(ANDA, Boletim Técnico, 6).

ALCARDE, J. C. **A avaliação da qualidade dos corretivos da acidez dos solos.** Campinas:Fundação Cargill, 1986. 40p.

MALAVOLTA, E. (Coord.) SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS AGRÍCOLAS, 1985, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1985. 357p.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.**2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Ceres: Potafós., 1991, 43p.