



ASPETOS A TER EM CONTA AO ESCOLHER CORRETIVOS ALCALINIZANTES

A aplicação de corretivos alcalinizantes, para a correção da reação do solo, é uma mais-valia para a produtividade agrícola. A escolha destes corretivos deve ser tomada com base na análise da terra, na exigência da cultura, no seu preço e na ficha técnica do produto. Apresentamos, desta forma, alguma informação útil para a sua escolha, cálculos e aplicação ao solo.

Introdução

Os solos portugueses são na sua maioria ácidos (Figura 1), essencialmente devido ao tipo de rocha de onde se originaram. Assim, um solo derivado de granito dá origem geralmente a um solo ácido. Já um solo derivado de rochas calcárias apresenta uma reação alcalina.

Essa acidez interfere na disponibilidade dos nutrientes para as culturas, na atividade dos microrganismos do solo e ainda na eficácia dos fertilizantes fornecidos ao sistema solo/planta.

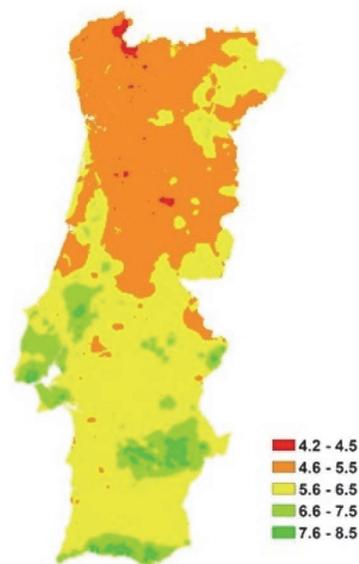


Figura 1 – Mapa do pH da camada superficial dos solos de Portugal Continental (Fonte: INFOSOLO – Base de dados de perfis de solos de Portugal, 2020).

Assim, a reação do solo, traduzida pelo pH, pode ser o principal fator limitante do desenvolvimento de uma cultura. Frequentemente, o produtor, ao ver o mau crescimento desta, procura aplicar mais adubo sem se aperceber que o problema resulta da toxicidade de alumínio provocada pela acidez do solo. Uma simples análise a este permitiria detetar o problema e corrigi-lo facilmente com a aplicação de um corretivo alcalinizante.

Para corrigir a acidez do solo utilizam-se normalmente corretivos agrícolas de origem mineral denominados por corretivos alcalinizantes e que têm como principal objetivo elevar o valor do pH do solo para a faixa de pH mais adequada às culturas, for-

Fernanda Rebelo, Raquel Mano, Cristina Sempiterno
Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



Instituto Nacional de
Investigação Agrária e
Veterinária, I.P.

Tabela 1 – Quantidade de calcário necessária para corrigir a acidez do solo, até pH cerca de 6,5 (Nec. cal em t/ha)

pH (H ₂ O)	Teor de matéria orgânica (%)						Classe de textura
	>5	4–5	3–4	2–3	1–2	0,5–1	
<4,5	18	15	12,5	10	7,5	5	Média e Fina
	16	14	11,5	9	6,5	4	Grosseira
4,6–5,0	14	12	10	8	6	4	Média e Fina
	12	11	9	7	5	3	Grosseira
5,1–5,5	10	9	7,5	6	4,5	3	Média e Fina
	9	8	6,5	5	3,5	2	Grosseira
5,6–6,0	7	6	5	4	3	2	Média e Fina
	6	5	4	3	2	1	Grosseira
6,1–6,5	4	3	2,5	2	1,5	1	Média e Fina
	3	2,5	2	1,5	1	0,5	Grosseira

Fonte: Santos, 2015

necendo, também, os nutrientes cálcio, magnésio, ou ambos. Os calcários, de origem natural, são os corretivos alcalinizantes mais utilizados, mas existem outros resultantes de processos industriais que assumem interesse (resíduos da serração de rochas ornamentais, cinzas de biomassa, lamas de cal da produção de pasta celulósica ou cal da indústria açucareira). E existem, ainda, no mercado misturas de corretivos alcalinizantes com adubos. Chama-se calagem à aplicação de um corretivo alcalinizante ao solo, para elevar o seu pH.

Para que a calagem seja bem sucedida é necessário:

1. Saber quanto corretivo alcalinizante deverá ser aplicado;
2. Escolher entre os corretivos disponíveis no mercado, qual é o mais adequado, face às condicionantes locais;
3. Adotar a técnica de aplicação mais adequada para maximizar o efeito do corretivo.

Neste trabalho procurar-se-á abordar, de forma sucinta, cada um destes pontos.

1 – Saber quanto corretivo alcalinizante deverá ser aplicado

Para saber **quanto corretivo alcalinizante deverá**

ser empregue, o produtor deverá em primeiro lugar analisar a sua terra. De facto, a calagem é feita com base na recomendação da necessidade de cal (Nec. Cal) e pressupõe a análise do solo antes da instalação da cultura escolhida.

A necessidade de cal indica a quantidade de carbonato de cálcio puro que é necessária aplicar para elevar o pH do solo para a faixa de pH mais favorável à cultura. Essa quantidade é indicada em t/ha de carbonato de cálcio moído, com um valor neutralizante da ordem de 48, em óxido de cálcio, necessária para corrigir uma camada superficial do solo de cerca de 20 cm de profundidade. Deve aumentar-se ou diminuir essa quantidade proporcionalmente à espessura da camada de solo que se deseja corrigir, consoante o tipo de cultura.

O laboratório pode fazer uma análise específica para a necessidade de cal, ou estimá-la em função do valor do pH e do teor de matéria orgânica e da textura, características do solo que mais influenciam o seu poder tampão (Tabela 1).

Assim, por exemplo, num solo com um pH(H₂O) de 5,1, textura grosseira e 2,5 % de matéria orgânica, a necessidade de cal estimada usando a tabela acima é de 5 t/ha.

Em solos que teoricamente exijam a aplicação de grandes quantidades de calcário, não é aconselhá-

Tabela 2 – Fracionamento da quantidade de calcário a aplicar ao solo

Necessidade de cal (Nec. cal) (t/ha)	Quantidade de corretivo a aplicar anualmente (t/ha)		
	1.º ano	2.º ano	3.º ano
Até 8	Nec. cal	–	–
8 a 15	Nec. cal/2	Nec. cal/2	–
>15	8	(Nec. cal - 8)/2	(Nec. cal - 8)/2

Fonte: Manual de fertilização das culturas, 2006

vel a aplicação de quantidades superiores a 8 t/ha de uma só vez, mas sim fracionadas em dois ou três anos. O fracionamento da calagem poderá fazer-se de acordo com a Tabela 2.

É necessário ter em atenção que os solos que, laboratorialmente, parecem exigir elevadas quantidades de corretivo alcalinizante são normalmente muito ricos em matéria orgânica e, nestes casos, não será conveniente levar o pH(H₂O) a cerca de 6,5, devendo este ficar apenas na ordem dos 5,5. Por outro lado, devido à menor densidade aparente destes solos, os cálculos dão resultados muitas vezes por excesso. Convirá, pois, ter esses aspetos em conta para evitar uma sobrecolagem.

2 – Escolher entre os corretivos disponíveis no mercado, qual é o mais adequado, face às condicionantes locais

Na **escolha do corretivo alcalinizante a utilizar**, o produtor deverá ter em conta vários fatores:

- Quais os corretivos alcalinizantes que é possível encontrar na proximidade da exploração;
- As características físicas e químicas dos corretivos alcalinizantes;
- O tempo que tem disponível entre a aplicação do mesmo e a instalação da cultura;
- A necessidade de – uma vez escolhido o corretivo – calcular a quantidade a aplicar efetivamente, tendo em conta as características do mesmo e a espessura de camada a corrigir.

Por razões práticas, a escolha do corretivo alcalinizante a adquirir será condicionada pela gama de corretivos disponíveis nas empresas fornecedoras que se encontrem na proximidade da exploração.

Ao avaliar a gama disponível deverão ser tidos em conta não só o preço como as características desses corretivos.

Caraterísticas físicas e químicas dos corretivos alcalinizantes

As caraterísticas físicas e químicas dos corretivos alcalinizantes, relacionadas com a qualidade do produto, são:

- Valor neutralizante (VN);
- Granulometria, expressa em %;
- Reatividade (%);
- Teor total de cálcio, expresso em CaO, %;
- Teor total de magnésio, expresso em MgO, %;
- Teor de outros nutrientes;
- Presença de eventuais elementos contaminantes;
- Cumprimento da legislação existente.

Valor neutralizante (VN) de um corretivo alcalinizante, por definição, corresponde ao número de partes, em peso de óxido de cálcio puro, que tem o mesmo efeito neutralizante que 100 partes em peso desse corretivo, isto é, corresponde à capacidade que o corretivo tem para neutralizar a acidez do solo, em comparação com o óxido de cálcio puro.

Até 2013, o VN era expresso em carbonato de cálcio. A partir daí passou a ser expresso em CaO (pelo Reg. (UE) n.º 463/2013 da Comissão e pelo Decreto-Lei n.º 103/2015). Ao avaliar o VN de um corretivo alcalinizante este facto deve ser tido em consideração, verificando em que unidades está expresso. De facto, um corretivo com um VN de 100, expresso em CaCO₃, tem agora – expresso em CaO – um VN de 56.

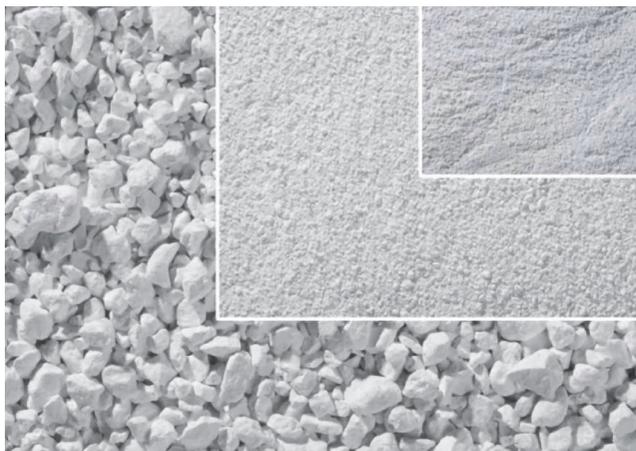


Figura 2 – Granulometria das partículas de corretivo alcalinizante.

Granulometria define o diâmetro das partículas do corretivo alcalinizante (Figura 2), em mm. Quanto maior o grau de moenda, maior a superfície específica das partículas neutralizantes e, conseqüentemente, mais rápida é a sua ação. No entanto, há que ter em conta que um corretivo com uma granulometria demasiado fina atua mais rapidamente, contribuindo para um menor efeito residual, pelo que um corretivo não deve conter só a fração muito fina. Quando se aumenta o grau de moenda, aumentam-se também as dificuldades de aplicação, tanto em relação aos equipamentos de aplicação como ao contacto com o operador, bem como as perdas causadas pelo vento.

A Reatividade corresponde à percentagem de corretivo que reage com o solo durante um período de três meses, após a sua aplicação (Primavesi & Primavesi, 2004). Essa reatividade depende da granulometria e da natureza química do corretivo. Assim, quanto mais finas as partículas do corretivo, mais rápido ele reagirá. Por outro lado, um corretivo à base de carbonatos ou silicatos reage mais lentamente que outro à base de hidróxidos.

Mas a velocidade de reação do corretivo no solo também dependerá, naturalmente, das condições climáticas e do solo, sendo tanto maior quanto maior for a acidez do solo, o seu teor de humidade e a temperatura.

Assim, nos solos pouco ácidos, mas que interessa ainda corrigir, convirá escolher corretivos com

maior reatividade, pois há poucos catiões ácidos para reagir com o corretivo.

Já nos solos muito ácidos é possível escolher uma maior variedade de corretivos, pois mesmo os menos reativos vão ser atacados pela abundância dos catiões hidrogénio e alumínio.

À restante percentagem de corretivo, de ação mais lenta e cujo efeito se verifica após os referidos três meses, dá-se o nome de efeito residual. Assim, por exemplo, num corretivo alcalinizante com 60% de reatividade, é de esperar que 60% do produto reaja nos três primeiros meses após a sua aplicação e que os restantes 40% tenham um efeito neutralizante após esse período. Quanto maior a reatividade, mais rápida a ação do corretivo e menor o efeito residual.

Teor de cálcio e magnésio – Quando a análise do solo revela uma deficiência de magnésio, convirá escolher um corretivo alcalinizante que veicule esse nutriente, como acontece com os calcários magnesianos e os dolomíticos. Estes apresentam teores de MgO superiores a 3% e 12%, respetivamente.

Teor de outros nutrientes – Existem no mercado misturas de corretivos alcalinizantes com adubos, como nitrato de amónio ou micronutrientes. Estas misturas são apresentadas como “dois em um”. No entanto, é preciso cautela pois, se apresentarem valores neutralizantes muito baixos, implicarão a necessidade de aplicar quantidades mais elevadas de produto e, conseqüentemente, quantidades excessivas de nutrientes.

Presença de possíveis elementos contaminantes ou excesso de certos micronutrientes

Interessa que o corretivo alcalinizante não contenha teores elevados de elementos contaminantes, como o arsénio ou certos metais pesados, como o cádmio, crómio hexavalente, mercúrio, níquel e chumbo. Interessa, também, que não tenha excesso de micronutrientes como o zinco e o cobre, passíveis de se acumularem no solo e causar fitotoxicidade às culturas.

Para estes elementos há valores limite estabelecidos na legislação, que se apresentam adiante neste artigo.

Tabela 3 – Conversão das concentrações dos parâmetros, em óxidos ou em carbonatos

Para converter a coluna 1 na coluna 2, multiplicar por:	Coluna 1	Coluna 2	Para converter a coluna 2 na coluna 1, multiplicar por:
× 1,785	CaO	CaCO ₃	× 0,560
× 2,092	MgO	MgCO ₃	× 0,478
× 1,785	VN (CaO)	VN (CaCO ₃)	× 0,560

Quando se comparam as concentrações dos parâmetros analíticos nos diferentes corretivos é preciso ter em atenção as unidades de expressão. De facto, embora a maioria das fichas técnicas dos corretivos no mercado indiquem as concentrações em forma de óxido, há alguns que as apresentam na forma de carbonatos, o que poderá dificultar a comparação dos resultados. Na Tabela 3 apresentam-se os fatores de conversão respetivos.

A título de exemplo, pode referir-se que um corretivo alcalinizante com VN (CaO) (*Valor neutralizante em óxido de cálcio*) de 60, corresponde a um corretivo alcalinizante com VN (CaCO₃) (*Valor neutralizante em carbonato de cálcio*) de 107, isto é ($60 \times 1,785 = 107$).

Legislação

Existe legislação comunitária que fixa as características mínimas para cada tipo de corretivo alcalinizante UE: Regulamento (UE) n.º 463/2013 da comissão, de 17 de maio de 2013, que altera o Regulamento (CE) n.º 2003/2003, de 13 outubro 2003. Essa legislação é assaz difícil de ser analisada e cumprida, pois para cada produto há um requisito diferente.

Assim, e tomando como exemplo um calcário de qualidade básica, as características que deverá respeitar, de acordo com a legislação atual, são:

- Valor neutralizante mínimo: 42, expresso em CaO;
- Granulometria determinada por peneiramento molhado:
 - passagem de pelo menos 97% num peneiro com abertura de malha de 3,15 mm;
 - passagem de pelo menos 80% num peneiro com abertura de malha de 1 mm;
 - passagem de pelo menos 50% num peneiro com abertura de malha de 0,5 mm.

Esta legislação vai ser muito simplificada num futuro próximo. Assim, de acordo com Regulamento (UE) 2019/1009 de 5 junho 2019 (que irá substituir o Regulamento (CE) n.º 2003/2003), que entrará em vigor a partir de 16 julho 2022, as características de qualquer corretivo alcalinizante devem estar de acordo com os seguintes valores mínimos:

- Valor neutralizante mínimo: 15 (equivalente CaO) ou 9 (equivalente OH⁻);
- Reatividade mínima: 10% (teste do ácido clorídrico) ou 50% após seis meses (teste de incubação);
- Granulometria: passagem de pelo menos 70% num peneiro com abertura de malha de 1 mm, exceto para a cal viva, o corretivo alcalinizante granulado e o cré.

Tendo em conta este novo Regulamento, um corretivo alcalinizante não pode conter elementos contaminantes, e cobre e zinco, em valores superiores aos valores limite indicados na Tabela 4. Estes parâmetros não são referidos nos requisitos de rotulagem, mas será necessária a sua análise,

Tabela 4 – Valores limite dos contaminantes e do cobre e zinco, nos corretivos alcalinizantes

Contaminantes	Símbolo	Valor limite (mg/kg de matéria seca)
Cádmio	Cd	2
Crómio hexavalente	Cr VI	2
Mercúrio	Hg	1
Níquel	Ni	90
Chumbo	Pb	120
Arsénio	As	40
Cobre	Cu	300
Zinco	Zn	800

como prova de que o produto cumpre com os valores limite.

Existe ainda legislação que estabelece as regras para colocação no mercado nacional de matérias fertilizantes não harmonizadas (Decreto-Lei n.º 103/2015, de 15 junho) na qual constam, para já, dois tipos de corretivos alcalinizantes: à base de algas calcificadas e à base de lamas de cal (indústria da pasta celulósica) para os quais é exigido um valor neutralizante mínimo de 42 e é obrigatório declarar o valor de cálcio total.

O corretivo deverá ser distribuído de forma uniforme em todo o terreno e incorporado na camada arável com a antecedência suficiente para que os seus efeitos se manifestem na cultura que se vai instalar. Geralmente, aconselha-se que a calagem seja feita 3 meses antes da sementeira ou plantação. Sendo a calagem feita aquando da preparação do terreno, o **tempo disponível entre a calagem e a instalação da cultura** deverá ser tido em consideração na escolha do corretivo a escolher. Assim, se o período de tempo for curto, deverá ser preferido um corretivo com maior reatividade. Se o período de tempo for maior, permitirá a escolha entre uma gama mais variada de corretivos, no tocante à reatividade.

Uma vez escolhido o corretivo alcalinizante com a melhor relação qualidade × preço, deverá ser feito o **cálculo da quantidade do corretivo a aplicar**.

Como se disse atrás, a necessidade de cal indicada pelo laboratório é para um corretivo de referência: carbonato de cálcio moído, com um valor neutralizante da ordem de 48 em óxido de cálcio, necessária para corrigir uma camada superficial do solo de cerca de 20 cm de profundidade.

Quando a espessura da camada de solo a corrigir e/ou o VN do corretivo escolhido forem diferentes, o cálculo da quantidade de corretivo a aplicar poderá ser feito pela seguinte expressão:

$$Q = Nec\ cal \times \frac{E}{20} \times \frac{48}{VN}$$

em que:

Q = quantidade de corretivo a aplicar, em t/ha;

Nec cal = quantidade de corretivo alcalinizante recomendada que figura no relatório de análise de terra, em t/ha;

E = espessura da camada a corrigir, em cm;

VN = valor neutralizante do corretivo disponível para aplicação, expresso em CaO.

É importante fazer estas contas, para verificar se a quantidade de corretivo recomendada na respetiva ficha técnica é a correta. De facto, alguns produtos no mercado recomendam a aplicação de quantidades desadequadas à necessidade real.

3 – Adotar a técnica de aplicação mais adequada para maximizar o efeito do corretivo

Quanto melhor for a incorporação do corretivo no solo, tanto maior será o seu contacto e mais rápida será a sua ação. Assim, uma adequada distribuição e incorporação do corretivo no solo também contribuem para uma maior rapidez de neutralização (Figura 3).

Quando é feita a mobilização do solo, metade do corretivo (que é necessário aplicar à instalação) é incorporado com a mobilização, sendo o restante incorporado com uma gradagem.

No caso dos corretivos mais pulverulentos, deverão ser evitadas perdas pelo vento. Também o contacto do corretivo com o operador deverá ser acautelado.



Figura 3 – Aplicação de corretivo alcalinizante ao solo.

A análise ao solo deverá ser repetida 3 a 4 anos após a realização da calagem, para aferir a necessidade de uma calagem de manutenção.

— * —

Ao procurar no mercado os corretivos disponíveis que mais se adequarão ao seu caso particular, o produtor depara-se frequentemente com uma certa dificuldade na comparação e avaliação das fichas técnicas dos diferentes produtos.

Entre setembro de 2020 e janeiro de 2021 foram consultadas *on-line* as fichas técnicas de 24 produtos existentes no mercado nacional e registados como corretivos alcalinizantes.

Estes 24 corretivos eram provenientes de 7 empresas diferentes.

Da sua apreciação constatou-se que:

- 29% dos produtos não definiam se o valor neutralizante (VN) apresentado está na forma de óxido (CaO) ou na forma de carbonato (CaCO₃). A título de exemplo, quando a ficha técnica refere o VN=100 e não há indicação se é em óxido ou em carbonato, partindo do pressuposto de que é em forma de carbonato, quer dizer que esse valor neutralizante é apenas de 55,9% se referido na forma de óxido;
- Todos os corretivos apresentavam o teor de cálcio, a maioria deles (87,5%) na forma de óxido (CaO);
- 58% dos corretivos apresentava teor em magnésio, a maioria em forma de óxido (MgO);
- No entanto, em 25% dos produtos havia o cuidado em apresentar o cálcio e o magnésio, tanto na forma de óxido como na forma de carbonato, o que permite uma apreciação mais facilitada para os cálculos a efetuar;
- Os produtos apresentam-se em pó, granulados ou gravilhados. Era, aliás, em relação à granulometria que a informação era mais dispersa e difícil de comparar, pela variabilidade das diferentes frações granulométricas apresentadas. Isto resultará em parte do facto de, atualmente, a sua classificação depender da composição do produto e da forma como é obtido. Quando entrar em

vigor o novo Regulamento (UE) 2019/1009 crê-se que essa dificuldade será atenuada.

Apreciações finais

A eficácia da aplicação de um corretivo alcalinizante ao solo depende da quantidade adequada do corretivo aplicado, do tempo de antecedência da aplicação em relação à instalação da cultura, das suas características físicas e químicas e do seu modo de aplicação ao solo. O conhecimento das suas características técnicas e a sua apreciação, conjuntamente com o preço dos produtos, permitem ao agricultor tomar uma decisão correta e adequada à cultura e ao meio ambiente. 🌱

Bibliografia

- Decreto-Lei n.º 103/2015 de 15 junho.
- INFOSOLO (2020). <https://projects.inia.vpt/infosolo/>.
- INIAP – Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (2006). *Manual de fertilização das culturas*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.
- Primavesi, A.; Primavesi, O. (2004). *Características dos corretivos agrícolas*. ISSN 1518 – 4757. Documento 37. EMBRAPA.
- Regulamento (UE) n.º 463/2013 de 17 maio de 2013.
- Regulamento (EU) 2019/1009 de 5 junho 2019.
- Santos, J. (2015). *Fertilização – Fundamentos agroambientais da utilização dos adubos e corretivos*. Publindústria Edições técnicas.
- Varenes, A. (2003). *Produtividade dos Solos e Ambiente*. Escolar Editora, Lisboa.