

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR - MG
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA
LORENA ALVES PEREIRA

ALTERAÇÕES QUÍMICAS DO SOLO APÓS O PROCESSO DE CALAGEM

FORMIGA – MG
2018

LORENA ALVES PEREIRA

ALTERAÇÕES QUÍMICAS DO SOLO APÓS O PROCESSO DE CALAGEM

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Química do UNIFOR-MG como requisito para a obtenção parcial do título de bacharel em Engenharia Química.
Orientador: Prof. Neylor Makalister Ribeiro Vieira.

FORMIGA – MG

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UNIFOR-MG

P436 Pereira, Lorena Alves.
Alterações químicas no solo após o processo de calagem / Lorena Alves
Pereira. – 2018.
41 f.

Orientador: Neylor Makalister Ribeiro Vieira.
Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) - Centro
Universitário de Formiga - UNIFOR, Formiga, 2018.

1. Calagem. 2. Corretivos de solo. 3. Corrigir acidez. I. Título.

CDD 631.4

Catálogo elaborado na fonte pela bibliotecária
Regina Célia Reis Ribeiro – CRB 6-1362

ALTERAÇÕES QUÍMICAS DO SOLO APÓS O PROCESSO DE CALAGEM

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Química do UNIFOR- MG como requisito para a obtenção parcial do título de bacharel em Engenharia Química.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Neylor Makalister Ribeiro Vieira
Orientador



Prof. M.ª Christiane Pereira Rocha Sousa
UNIFOR-MG



Prof. M.ª Tânia Aparecida de Oliveira Fonseca
UNIFOR-MG

Formiga, 12 de novembro de 2018.

RESUMO

Quando se interpreta uma análise de solo, primeiramente deve ser verificada a necessidade ou não da calagem. Por causa da influência sobre a eficácia dos fertilizantes, melhorando o ambiente radicular e facilitando a absorção dos nutrientes. O objetivo da calagem é corrigir a acidez característica dos solos. Corretivo é todo produto que contenha substância capazes de corrigir uma ou mais características do solo, desfavoráveis às plantas. Podem ser corretivos de acidez, de alcalinidade, de salinidade, e também melhoradores ou condicionadores do solo. A tomada de decisão na escolha do corretivo mais adequado, sob os aspectos técnicos e econômicos, para uma dada propriedade, é um dos pontos mais importantes em um programa de calagem. Dentre os aspectos que se deve observar ao realizar o processo de calagem destacam-se o Potencial de Neutralização, Granulometria e Poder Relativo de Neutralização Total e os custos de aplicação do processo. Em resumo o presente trabalho visa descrever as alterações químicas que ocorrem no solo após o processo de calagem, através de uma revisão bibliográfica do tema com intuito de analisar quais benefícios e malefícios que o procedimento traz para o solo.

Palavra-chave: Corretivo de solo, Calagem, Corrigir acidez.

ABSTRACT

When interpreting a soil analysis, the need for liming must first be verified. Because of the influence on the effectiveness of fertilizers, improving the root environment and facilitating the absorption of nutrients. The objective of liming is to correct the characteristic acidity of soils. Corrective is any product that contains substance capable of correcting one or more soil characteristics, unfavorable to plants. They can be corrective of acidity, alkalinity, salinity, and also improvers or soil conditioners. Decision-making in choosing the most appropriate corrective, technical and economic, for a given property is one of the most important points in a liming program. Among the aspects that must be observed when performing the liming process are the Potential of Neutralization, Granulometry and Relative Power of Total Neutralization and the application costs of the process. In summary, the present work aims to describe the chemical changes occurring in the soil after the liming process, through a bibliographical review of the theme in order to analyze what benefits and harms the procedure brings to the soil.

Key word: Soil corrective, Liming, Correcting acidity.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% – Porcentagem

Al – Alumínio

Ca - Cálcio

CaCl₂ – Cloreto de cálcio

Ca(OH)₂ – Hidróxido de cálcio

CaCO₃ – Carbonato de cálcio

CaO - Óxido de cálcio

cm – Centímetros

cmolc – Centimol de carga

CTC – Capacidade de troca catiônica

Dm³ – Densímetro cúbico

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

ER – Eficiência Relativa

Fe – Ferro

g – Gramas

H – Hidrogênio

HCl – Ácido clorídrico

HCO₃ – Ácido carbônico

H₂O – Água

ha - Hectare

K – Potássio

L - litro

Mg – Magnésio

Mg(OH)₂ – Hidróxido de magnésio

MgO – Óxido de magnésio

mm – Milímetros

mol - Molaridade

Mo – Matéria orgânica

Mn – Manganês

N - Nitrogênio

N – Normal

NC – Necessidade de calagem

OH⁻ – Hidroxila

P - Fósforo

pH – Poder hidrogeniônico

pH_{SMP} - Poder tampão do solo

PN – Poder de neutralização

PRNT – Poder relativo de neutralização total

RE – Reatividade

S - Enxofre

SDA – Secretaria de defesa agropecuária

SB – Soma de bases

t - tonelada

V(%) – Saturação por base

Ve – Saturação esperada

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Jazida de calcário Arcos-MG.....	17
Figura 2 – Divisão da área e glebas.....	21

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Consumidores de calcário.....	16
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos tipos de calcário em relação % de MgO.....	18
Quadro 2 – Faixas de pH mais adequadas para algumas culturas.....	20
Quadro 3 – Capacidade neutralizante dos principais corretivos de acidez do solo.....	26
Quadro 4 – Faixas de PRNT segundo a legislação brasileira.....	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3 JUSTIFICATIVA.....	15
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
4.1 Calcário na agricultura.....	16
4.2 Acidez dos solos.....	18
4.3 Amostragem do solo.....	20
4.4 Análise do solo.....	21
4.5 Calagem (Aplicação do calcário no solo)	22
4.6 Corretivos de acidez.....	23
4.7 Poder de neutralização (PN).....	24
4.8 Reatividade (RE).....	26
4.9 Poder relativo de neutralização total (PRNT).....	27
4.10 Método de saturação por bases ou V (%).....	28
4.11 Potencial hidrogeniônico (pH).....	29
5 METODOLOGIA.....	31
6 TRABALHOS SOBRE CALAGEM DO SOLO.....	32
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

A agricultura vem sendo praticada a mais de dez mil anos como fonte de alimento para a sociedade. Se trata de uma parte da ciência que mudou e revolucionou o jeito de viver do ser humano que no início dos tempos que migravam de lugar em lugar e recebiam o nome de nômades, portanto através da descoberta da agricultura passou a se estabelecer em um único lugar, cultivando seu próprio alimento. Em meados do século XX, ocorreu uma mudança extremamente significativa no processo da prática da agricultura, a revolução verde, onde predominava a busca de uma produtividade maior através da utilização intensa de insumos, adubos e defensivos químicos. Segundo Pereira (2012) a revolução verde define-se como um pacote tecnológico, insumos químicos, sementes de laboratório, irrigação, mecanização, grandes extensões de terra agregado ao evolucionismo tecnológico, junto com a ideologia de valorização do processo. Esse modelo de industrialização agroquímico integrado ao campo, contradiz as práticas que eram popularizadas fazendo com que elas se tornassem obsoletas.

Nas últimas décadas, a agricultura brasileira passou por um processo de modernização e isso não representou melhoria na qualidade de vida das pessoas que residem no campo. Em muitos casos, este modelo significou a concentração de recursos sejam eles naturais como a terra, e/ou econômicos, deixando assim, uma parcela significativa de agricultores desprovidos de recursos que pudessem viabilizá-los. Através disso é possível identificar diversos tipos de produtores em diversos tipos de solo, fazendo que a adequação a cada terreno seja necessária, para a obtenção de melhores resultados no plantio em qualquer solo que seja.

O Brasil é considerado um dos países que possuem a maior diversidade na agricultura e isso se dá pelo fato de existir uma grande variedade de tipos de solo, fator de referência entre os estudiosos de agricultura (CRESOL, 2009). Condições climáticas, localidade, região e até mesmo a cultura são pontos determinantes quando se estuda as características de um solo.

Existem diversas alterações químicas que os solos sofrem para que os mesmos se tornem mais produtivos e aumentem o potencial de plantio. Dentre elas a calagem é bastante utilizada. A calagem é muito conhecida como forma de corrigir a acidez (PÁDUA et al., 2008), pois consiste na elevação do pH, aumento da saturação por

bases (SORATTO & CRUSCIOL, 2008), neutraliza parte do alumínio (Al^{+3}) (ZAMBROSI et al., 2007), e adiciona cálcio (Ca^{+2}) e magnésio (Mg^{+2}) proporcionando condições favoráveis para a alta produtividade (FAGERIA, 2001). Caso as condições de nutrição não forem as mais adequadas, as plantas irão produzir poucas sementes e direcionar seus fotoassimilados para essas (CÍCERO et al., 1981). Isso quer dizer que do ponto de vista fisiológico, o pequeno número de sementes produzidas possuirá uma qualidade diferenciada. Contudo, em explorações comerciais, visa-se maximizar a produção por planta, procura-se adaptar às exigências nutricionais e de pH do solo para que elas possuam os melhores desempenhos.

Este trabalho de conclusão de curso mostra as alterações químicas do solo após a calagem (aplicação do calcário como corretivo de solo).

É composto por 6 capítulos, no primeiro foi apresentado uma introdução sobre o assunto, em seguida os objetivos do trabalho. No capítulo 3 a justificativa explana o quão relevante é o assunto abordado no estudo seguido do referencial teórico onde se descreve sobre o calcário na agricultura, suas aplicações, o que ele causa no solo. A metodologia vem em sequência onde será discutido sobre o tema, utilizando resultado de diversas pesquisas de vários autores expondo os benefícios e malefícios dos corretivos de solo e posteriormente as considerações finais onde serão feitas análises gerais e uma conclusão sobre os resultados da pesquisa.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho visa descrever o estudo das alterações químicas no solo após o uso dos corretivos de acidez do solo.

2.2 Objetivos específicos

Descrever a análise dos atributos do corretivo de acidez como: da qualidade dos corretivos do solo, como a natureza química dos seus constituintes, o poder de neutralização (PN), teores de cálcio e magnésio presentes, granulometria, reatividade (RE), e o poder relativo de neutralização total (PRNT).

Comparar através da literatura as alterações químicas no solo após o uso dos corretivos de acidez.

3 JUSTIFICATIVA

A correção do solo é importante para grandes produtividades na agricultura, sendo que no Brasil a maioria dos solos é de característica ácida, o que causa uma série de problemas à agricultura. A acidez do solo diminui a concentração dos nutrientes indispensáveis para um bom desenvolvimento das culturas.

Por isso é preciso usar a técnica da calagem, por meio dela, o calcário reage com o solo mudando algumas das suas propriedades químicas, como pH, teores de Cálcio e Magnésio, neutralizando substâncias químicas nocivas a sua colheita, entre outros.

A partir dessa grande necessidade, buscou-se conhecer as novas tecnologias aptas a reduzir problemas relacionados a doenças, pragas, deficiências nutricionais e fatores climáticos. Usando o calcário na agricultura como um meio de ajudar o agricultor na obtenção de bons resultados nas suas lavouras.

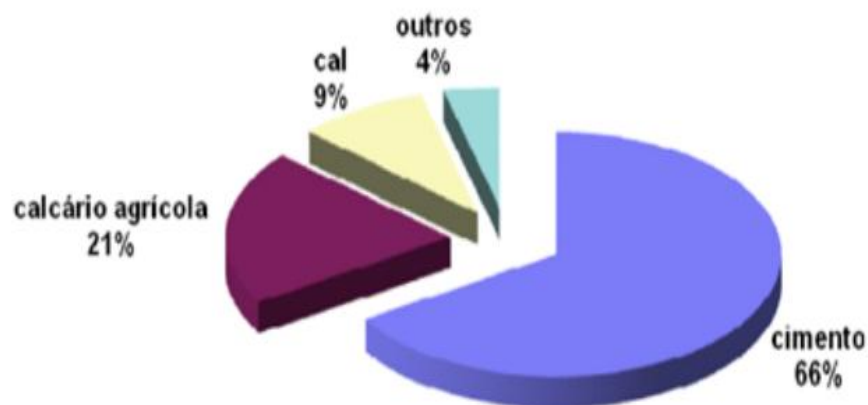
4 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico usa-se bibliografias de autores para descrever em geral sobre o calcário como corretivo de acidez. Será abordado o corretivo como um dos fatores fundamentais para produção agrícola, os malefícios de uma terra sem correção. Como ele é importante na agricultura, suas características de potencialidade, que depende de uma série de condições como doses utilizadas, época de aplicação, formas de aplicação ou localização, uniformidade da distribuição, as mudanças no solo que os corretivos trazem como alterações químicas.

4.1 Calcário na agricultura

O calcário é uma rocha sedimentar formada por agentes químicos e orgânicos, e extraído de jazidas. Amplamente utilizada na fabricação de diversos produtos. O GRAF.1 mostra os setores que mais consomem calcário no Brasil.

Gráfico 1 – Setores consumidores de calcário



Fonte: DIDEM/DNPM (2008).

A FIG. 1 mostra uma jazida de calcário situada na cidade de Arcos-MG. “Entre os recursos minerais brasileiros, o calcário encontra-se em primeiro lugar, ocupando posição privilegiada, cujas reservas medidas são de 53 bilhões de toneladas, bem distribuídas pelo território nacional, e de boa qualidade” (NATALE, et. al, 2012, p. 1296).

Figura 1 - Jazida de calcário Arcos-MG



Fonte: Autor (2013).

Na agricultura a acidez do solo tem uma grande influência, podendo afetar na evolução e nos nutrientes das plantas, é preciso o uso de calcário para a correção desse solo, fazendo o uso da calagem. Segundo Alvarez V e Ribeiro (1999) “solos dessa natureza, uma vez corrigidos apresentam grande potencial agrícola, possibilitando uma agropecuária tecnicada com elevadas produtividades”.

A aplicação de calcário promove a elevação do pH, a neutralização do alumínio tóxico, fornece cálcio e magnésio, propicia maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas, melhorando a eficiência de uso dos nutrientes e da água que estão no solo (RAIJ, 2011 apud NATALE et al., 2012)¹.

Atualmente são comercializados três tipos de calcários, o calcítico, dolomítico e magnesiano, que são diferenciados pelo teor de óxido de magnésio (MgO). A classificação brasileira dos calcários agrícolas é dada pela Instrução Normativa SDA/ Nº 35, de 04 de julho de 2006, que dividem os calcários agrícolas nas seguintes categorias, em relação ao teor de MgO (óxido de magnésio) conforme mostra o (QUADRO 1).

¹ RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2011.

Quadro 1: Classificação dos tipos de calcário em relação % de MgO

Classificação	% MgO
Calcário Calcítico	menos de 5%
Calcário Magnesiano	de 5% a 12%
Calcário Dolomítico	acima de 12%

Fonte: <http://www.mme.gov.br>

4.2 Acidez dos solos

A acidez de um solo é devida à presença de H^+ livres, gerados por componentes ácidos presentes no solo (ácidos orgânicos, fertilizantes nitrogenados, etc.). A neutralização da acidez consiste em neutralizar os H^+ , o que é feito pelo ânion OH^- . Portanto, os corretivos de acidez devem ter componentes básicos para gerar OH^- e promover a neutralização. (ALCARDE J.C, 2005).

Os solos podem ser naturalmente ácidos, ou pela pobreza de materiais de origem desprovidos de bases, ou por condições de pedogênese ou de formação de solo que favorecem a remoção de elementos químicos do solo. (RAIJ, 2010, p. 39).

A acidez prejudica consideravelmente a composição química e a fertilidade. Os solos agrícolas brasileiros, na maioria, apresentam média a alta acidez, o que traz como consequência, a baixa produtividade das culturas. Os solos ácidos geralmente apresentam alumínio e manganês em nível tóxicos, além de deficiências de cálcio, magnésio e fósforo. (VELOSO et. al., 1992).

De acordo com Araújo, Demattê e Garbui (2009), os solos brasileiros, em sua maioria, são ácidos, destacando-se aqueles sob vegetação de Cerrado.

Esses solos são caracterizados por baixos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , teores elevados de Al^{3+} , além da baixa disponibilidade de P.

A acidez do solo é um dos principais fatores capazes de reduzir o potencial produtivo dos solos brasileiros, pois promove a liberação de elementos tóxicos para as plantas (Al) e diminui a disponibilidade de nutrientes para as mesmas (LOPES et al., 1991).

Alguns componentes contidos em solos ácidos não são adequados para o desenvolvimento de algumas culturas, como por exemplo abobrinha, beterraba, pepino e tomate, a toxicidade do alumínio, pouco desenvolvimento na troca de cátions, e pouca matéria orgânica, e falta de bases essenciais como Ca, Mg e K.

Dentre os fatores ambientais do solo, os ligados à acidez (pH, saturação por bases, acidez potencial e solubilidade de nutrientes) são os que mais interferem na produtividade agrícola, especialmente nas regiões tropicais (SANCHES; SALINAS., 1983 apud NATALE et al., 2012)².

Sabe-se que as raízes não se desenvolvem satisfatoriamente em solos muito ácidos. Entre os fatores da acidez, a toxicidade de alumínio e a deficiência de cálcio têm sido apontadas como as mais relevantes restrições ao crescimento radicular (NATALE et al., 2012).

Em função da pobreza em bases do material de origem, existem solos que são naturalmente ácidos. Outros solos sofreram processos que favoreceram as perdas de elementos como potássio, cálcio e magnésio, tornando-se ácidos. Em qualquer dos casos, o processo de acidificação tem início ou acentua-se, devido à remoção de cátions trocáveis da superfície dos colóides, através da: a) água da chuva; b) decomposição de minerais de argila; c) troca iônica das raízes; d) decomposição da matéria orgânica; e) adição de fertilizantes nitrogenados (NATALE et al., 2012).

Dentre tantos problemas relacionados a acidez do solo, utiliza-se a técnica de calagem, sua principal função é corrigir a acidez do solo, que consiste na aplicação de corretivos de solo, o melhor corretivo a ser usado dependerá

de uma análise precisa do solo a ser tratado, o corretivo mais usado e comum na natureza é o calcário, usado para repor componentes essenciais as plantas, elevar os valores de pH e neutralizar elementos tóxicos. No QUADRO 2 pode-se ver a faixa de pH mais adequada para as diferentes culturas.

² SANCHES, P.A.; SALINAS, J.G. **Suelos ácidos: estrategias para su manejo con bajos insumos em America Tropical**. Bogota: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1983.

Quadro 2 - Faixas de pH mais adequadas para algumas culturas

Cultura	pH mais favorável
Alface	6,0-7,0
Algodoeiro	5,5-6,5
Arroz	5,0-6,5
Batata doce	5,0-5,7
Beterraba	6,0-7,0
Cafeeiro	5,5-6,5
Cana-de-açúcar	5,5-6,5
Cenoura	5,7-7,0
Couve	5,7-7,0
Fejoeiro	5,5-6,7
Melancia	5,0-5,5
Milho	5,5-7,0
Soja	5,5-7,0
Trigo	6,0-7,0

Fonte: Malavolta (1989)

4.3 Amostragem do solo

O primeiro passo a fazer antes de se realizar a correção do solo é a coleta de amostras para a análise química, a partir deste controle, detecta-se quais são os nutrientes essenciais e prejudiciais à plantação, que contém no solo a ser tratado, a partir desses dados faz-se a utilização do corretivo adequado para aquele tipo de solo.

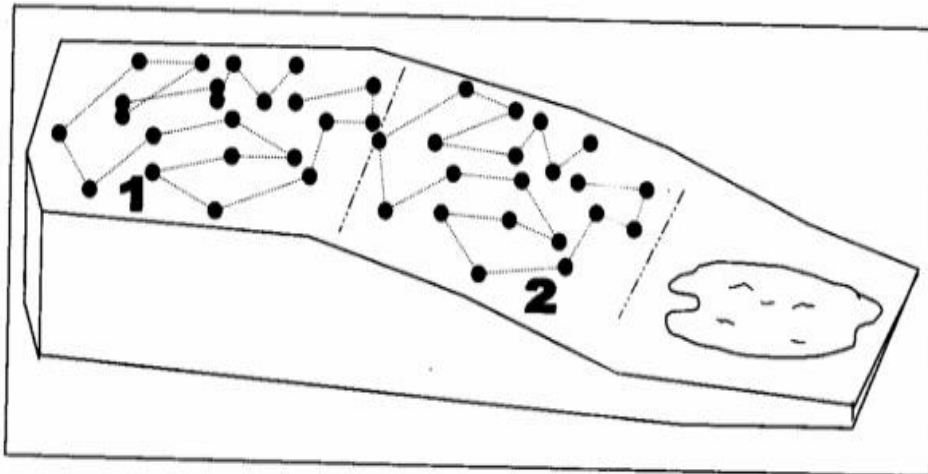
A amostragem do solo é a primeira e principal etapa de um programa de avaliação da fertilidade do solo, pois é com base na análise química da amostra do solo que se realiza a interpretação e que são definidas as doses de corretivos e de adubos. Neste sentido, ressalta-se que, no laboratório, não se consegue minimizar ou corrigir os erros cometidos na amostragem do solo. Assim, uma amostragem inadequada do solo resulta em uma análise inexata e em uma interpretação e recomendação equivocadas, podendo causar graves prejuízos econômicos ao produtor e danos ao meio ambiente. (CANTARUTTI; ALVAREZ V; RIBEIRO, 1999, p. 13).

A amostragem deve ser bem representativa e é uma prática simples, para fazer a coleta deve-se saber conhecimentos básicos de amostragem para se evitar grandes erros.

Segundo Serrat e Oliveira (2003) “a amostragem é a intervenção mais importante, sendo que uma quantidade significativa recolhida do solo deve retratar as características da área a ser tratada”.

Na FIG. 2 mostra perfeitamente como é dividida a área para amostragem. Na amostragem de solos para a análise química, trabalha-se com amostras simples e amostras compostas. Amostra simples é o volume de solo coletado em um ponto da gleba e a amostra composta é a mistura homogênea das várias amostras simples coletadas na gleba, sendo parte representativa desta, aquela que será submetida a análise química. (CANTARUTTI; ALVAREZ V; RIBEIRO, 1999). Segundo Boaretto, Junior e Lange (2010, p. 21) “amostra representativa é aquela que melhor reflete as condições de fertilidade da área toda da gleba que foi amostrada”.

Figura 2 - Divisão da área em glebas



Fonte: Sirtoli et al (2006)

4.4 Análise do solo

Segundo Boaretto, Junior e Lange (2010) atualmente a análise química do solo como ferramenta de diagnóstico da fertilidade do solo é usada praticamente em todas

as partes do globo com variados graus de sucesso. Este sucesso depende da quantidade e principalmente da qualidade das pesquisas que foram, que são e que serão realizadas para se poder calibrar e interpretar os resultados das análises e a partir daí se fazer recomendações de corretivos e fertilizantes.

Existe uma grande diversidade de climas e solos, cada solo deve ter o seu tratamento específico, a partir de uma análise criteriosa, avaliando a fertilidade, determinando a quantidade de nutrientes e acidez. A análise do solo é a indicação se existe suficiência ou carência de nutrientes essenciais, ou situações como acidez ou salinidade que possam prejudicar o desenvolvimento das plantas.

É importante, que para cada tipo de solo têm suas necessidades nutricionais, bem como as plantas, têm exigências nutricionais totalmente diferentes umas das outras. A única maneira segura de identificar qual o corretivo de acidez e adubo a ser utilizado em estabelecida localidade é através da análise de solo (NATALE et al., 2012, p. 1298).

É importante saber que a análise do solo deve ser precisa, não podendo conter erros, um erro cometido pode acarretar vários problemas e prejuízos ao agricultor e ao meio ambiente, como a falta de nutrientes ou o excesso delas a lavoura.

“A análise do solo é a ferramenta importante para a transferência de informações sobre calagem e adubação analisado para o agricultor” (BOARETTO; JUNIOR; LANGE, 2010, p. 20, apud SIQUEIRA et al., 1987 p.100)³.

“A análise química é utilizada para conhecer o grau de fertilidade do solo e indicar corretivos e fertilizantes adequados” (BOARETTO; JUNIOR; LANGE, 2010, p. 20).

4.5 Calagem (Aplicação do calcário no solo)

A prática utilizada para correção da camada superficial do solo é a calagem. O valor de pH em água a ser atingido, para um bom crescimento e desenvolvimento da maioria das culturas, é de 5,5 a 6,3. A calagem bem executada neutraliza o Al do solo

³ BOARETTO, A. E.; JUNIOR, C. H. A.; LANGE, A.; Amostragem do solo. In: VALE, D. W.; SOUSA, J. de I.; PRADO, R. de M. (coord.). **Manejo de fertilidade do solo e nutrição de plantas**. São Paulo: Jaboticabal. Cap. 2, p. 37-38.2010.

e fornece Ca e Mg como nutrientes. Ela promove, também, o aumento da CTC efetiva, reduzindo a lixiviação de bases. Além disso, possibilita maior crescimento do sistema radicular das plantas, facilitando a absorção e a utilização dos nutrientes e da água (SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007, p. 232).

Alvarez V e Ribeiro (1999, p. 44) diz que “a calagem é, ação essencial para a melhoria do ambiente radicular das plantas, e a exigência para ganhos de produtividade nos solos”. Com a calagem a produtividade agrícola tem um ganho especial com grandes vantagens para as plantas, a calagem melhora aspectos físicos, químicos e biológicos.

O principal efeito da calagem decorre da neutralização de alumínio e manganês. O fornecimento de cálcio e magnésio como nutrientes é também relevante. A calagem aumenta a disponibilidade do fósforo, favorece a nitrificação da matéria orgânica e tem efeito positivo na fixação simbiótica do nitrogênio. Ela aumenta a disponibilidade do fósforo, mas diminui a dos outros micronutrientes e do potássio. As propriedades físicas são favorecidas pela adição dos cátions flocculantes aos colóides do solo, cálcio e magnésio. Por estimular sistemas radiculares mais extensos, a calagem favorece melhor aproveitamento de água e nutrientes existentes no solo (RAIJ, 2010, p. 56).

A partir de tantos estudos conclui-se que a calagem eleva valores de pH e saturação por bases, e repõe nutrientes importantes para as plantas como Ca e Mg. Para se fazer a calagem deve ser definida a partir da análise do solo, evitando quantidades maiores de calcário do que as necessárias.

4.6 Corretivos de acidez

Corretivos da acidez dos solos são produtos capazes de neutralizar (diminuir ou eliminar) a acidez dos solos e ainda carrear nutrientes vegetais ao solo, principalmente cálcio e magnésio (ALCARDE, 1992).

As rochas carbonatadas moídas (CaCO_3), conhecidas como calcários, são largamente utilizadas como corretivos de acidez na agricultura. Segundo Raij

(2010, p. 52), “o corretivo considerado padrão de referência é o carbonato de cálcio, CaCO_3 .”

No mercado existem diversos tipos de corretivos de acidez com diferentes efeitos no solo e composições químicas, é preciso conhecer as características do solo, para a escolha do corretivo mais adequado a cada situação agrícola. A principal função dos corretivos é neutralizar a acidez do solo, e fornecer elementos necessários para a plantação. O corretivo mais conhecido é o calcário calcítico e dolomítico, grande fonte de nutrientes como Ca e Mg. Segundo Rodrighero, Barth e Caires (2015), o calcário é um dos corretivos de acidez mais utilizados na agricultura, é um produto encontrado na natureza, acessível, com bastante abundância e distribuição geográfica, é um produto de baixa solubilidade em água, e seu desempenho neutralizante depende da superfície de contato e da umidade do solo.

Segundo Lopes, Silva e Guilherme (1991), “dentre as diversas características dos corretivos de acidez dos solos relacionados com a qualidade, duas se mostram as mais importantes: a granulometria e o teor de neutralizantes, as quais determinam o Poder Relativo de Neutralização Total do corretivo (PRNT)”. Com isso, os corretivos devem ser escolhidos não apenas por seu poder de neutralização da acidez, mas também pela proporção entre cátions acompanhantes, principalmente relação entre cálcio e magnésio no material (MEDEIROS et. al., 2008, p. 800).

Somente com análises precisas, um técnico ou engenheiro saberá qual o corretivo adequado para aquele tipo de solo, a qualidade do corretivo deve ser o fator primordial na hora da escolha do corretivo e não o menor preço.

4.7 Poder de neutralização (PN)

O poder de neutralização é a capacidade de um corretivo em neutralizar a acidez dos solos, o PN de um corretivo também depende da sua natureza química e grau de pureza.

Segundo Alvarez V e Ribeiro (1999) o poder de neutralização analisa a quantidade de elementos neutralizantes do calcário, ou seja, a capacidade de reação

dos ânions presentes. Considera-se o CaCO_3 como padrão igual a 100%. Determina-se o PN por neutralização direta com ácido clorídrico, sendo expresso em %.

A partir de uma determinação analítica chamada de Poder de Neutralização, é separado uma amostra de corretivo para agir toda a sua capacidade de neutralização em uma quantidade distinta e em sobra de ácido clorídrico, em sequência é determinada a sobra de ácido e, por diferença, tem-se a quantidade de ácido que foi neutralizada que é quimicamente equivalente à quantidade de constituintes neutralizantes presente na amostra de corretivo

Segundo Alcarde e Rodella (1996) na determinação do PN, é dada completa oportunidade ao corretivo de neutralizar ácido (solução de HCl 0,5 N, a quente), e a capacidade obtida é expressa em teor de neutralizante equivalente ao carbonato de cálcio ($\% E_{\text{CaCO}_3}$) presente na amostra, independente da natureza química do corretivo.

QUADRO 3 mostra a capacidade de neutralização dos principais compostos químicos utilizados como corretivos de acidez do solo. O PN aponta a eficácia de um corretivo neutralizar a acidez dos solos, essa determinação mostra se o corretivo é alcalino ou básico, a partir dessas análises, presume que seu componente seja o CaCO_3 , não podendo determinar a natureza química do material, e definir que ele seja um corretivo de acidez dos solos, ou seja, se sua base está associada ao cálcio ou magnésio, o PN é basicamente usado para expressar a alcalinidade do calcário, ou seja, a capacidade de neutralizar a acidez do solo. Quanto maior o valor de PN, maior vai ser a quantidade de ácidos que ele consegue neutralizar.

Quadro 3 - Capacidade neutralizante dos principais corretivos de acidez do solo.

Corretivo	Adiciona	Neutraliza
CaCO ₃ 0,50 g 1 cmolc	Ca ⁺² 0,20 g 1 cmolc	H ⁺ 0,01 g 1 cmolc
MgCO ₃ 0,42 g 1 cmolc	Mg ⁺² 0,12 g 1 cmolc	H ⁺ 0,01 g 1 cmolc
CaO 0,28 g 1 cmolc	Ca ⁺² 0,20 g 1 cmolc	H ⁺ 0,01 g 1 cmolc
MgO 0,20 g 1 cmolc	Mg ⁺² 0,12 g 1 cmolc	H ⁺ 0,01 g 1 cmolc
Ca(OH) ₂ 0,37 g 1 cmolc	Ca ⁺² 0,20 g 1 cmolc	H ⁺ 0,01 g 1 cmolc
Mg(OH) ₂ 0,29 g 1 cmolc	Mg ⁺² 0,12 g 1 cmolc	H ⁺ 0,01 g 1 cmolc

Fonte: Sirtoli et al (2006).

4.8 Reatividade (RE)

O tamanho das partículas condiciona a taxa de reatividade do calcário, uma vez que a velocidade de neutralização depende da área superficial do corretivo em contato com o solo (RODRIGHERO; BARTH; CAIRES, 2015).

A reatividade do calcário depende das condições de solo e clima, da natureza química e da granulometria do calcário, que tem um fator importante na sua reação em contato com o solo, quanto menor o tamanho das partículas do calcário, maior é área de contato com o solo, sendo assim mais rápida sua reação, em contato com o solo úmido, aumentando sua eficiência de neutralização devido a liberação das espécies neutralizantes, assim aumentando o PN.

A reatividade do calcário resulta, em uma parcela de sua natureza geológica. Os de origem sedimentar, são mais reativos do que os metamórficos, que possuem

estrutura cristalina. A reatividade depende da granulometria do material, ou seja, tamanho dessas partículas, a qual permite estimar a eficiência relativa (ER), ou sua reatividade (RE). A granulometria está associada a capacidade de um corretivo reagir em contato com o solo, na qual mede a velocidade de reação desse corretivo em contato com o solo que foi feita a calagem. (ALVAREZ V, RIBEIRO; 1999).

Reatividade de um corretivo é a velocidade de sua ação no solo, determinando a eficiência de corrigir a acidez. A reatividade está associada a diversos fatores, como solo, clima, natureza química e granulometria: maior a acidez do solo, a temperatura e a umidade, maior é a reatividade, as bases fortes são mais reativas do que as bases fracas e maior a finura do calcário maior é a reatividade no solo (ALCARDE; 2005).

O calcário apresenta baixa solubilidade, assim a granulometria interfere na superfície das partículas, calcário com partículas maiores demora mais a reagir com o solo, interferindo na velocidade das reações.

A legislação brasileira (BRASIL, 1986) cita algumas frações granulométricas para os corretivos de acidez, separadas pelo uso de algumas peneiras com diferentes granulometrias, com as malhas de, 2 mm, 0,84 mm e 0,3 mm. Obtendo através de cálculos a percentagem de partículas >2,0 mm (ficam retidas na peneira de 2 mm); 0,84 mm - 2,0 mm (ficam retidas na peneira 0,84 mm); 0,3 mm - 0,84 (ficam retidas na peneira de 0,3 mm) e < 0,3 mm (passam pela peneira de 0,3 mm e ficam retidas no fundo de peneira). O valor tabelado da eficiência relativa é de 100% para partículas menores que 0,3 mm, 60% para partículas entre 0,3 a 0,84 mm, 20% para partículas entre 0,84 a 2,0 mm, e 0% para partículas maiores que 2,0 mm.

4.9 Poder relativo de neutralização total (PRNT)

Os calcários agrícolas dependem do teor de neutralizantes e da granulometria. Esses dois parâmetros sozinhos, não tem valor significativo, com essa dificuldade tem-se um índice que representa a eficácia de um calcário, que é o PRNT (BELLINGIERI; ALCARDE; SOUZA, 1988).

PRNT é o fator que indica nos aspectos químicos (PN) e físicos (ER) dos corretivos. Um exemplo é um calcário com PN = 92% e ER = 88%. Como PN = 92%, em que 100 kg do corretivo usado cerca de 92 kg reagirá como CaCO_3 . Já o ER =

88% (devido à granulometria), só 88% do corretivo irá reagir como CaCO_3 no tempo esperado. (SIRTOLI et al; 2006).

A associação entre a reatividade (RE) e o poder de neutralização (PN) tem-se o seu poder relativo de neutralização total (PRNT), que é a capacidade neutralizante do calcário em contato com o solo, principais fatores influenciam na qualidade do corretivo é a pureza química do calcário e grau de moagem (reatividade), quanto mais fino, maior sua reação em contato com o solo. A expressão a seguir mostra a relação do RE e PN para a obtenção do PRNT (Equação 1):

$$\text{PRNT} = (\text{PN} \times \text{RE}) \times 100 \quad (01)$$

Para um bom desempenho de um corretivo, é fundamental a ação do poder de neutralização e reatividade, sendo que separadas não tem um papel importante. O aumento do PRNT é conseguido pela moagem mais fina do calcário, conseguindo um aumento da reatividade, quanto maior a reatividade, maior o PRNT do corretivo. O QUADRO 4 mostra as faixas de PRNT exigidas pela legislação brasileira (Instrução Normativa SDA/Nº 35, de 04 de julho de 2006), na comercialização de um calcário.

QUADRO 4 – Faixas de PRNT segundo a legislação:

FAIXA A	Entre 45 e 60%
FAIXA B	Entre 60,1 e 75%
FAIXA C	Entre 75,1 e 90%
FAIXA D	Superior a 90%

Fonte: agronomiacomgismonti.blogspot.com.br.

4.10 Método de saturação por bases ou V (%)

O V (%) significa o percentual de cargas da capacidade de troca de cátions (CTC) (a pH 7,0) ocupadas por bases, contrapondo a porcentagem ocupada pelo H^+ + Al^{3+} (SIRTOLI et al, 2006).

O método da saturação por base, que presume a elevação do pH, ou do grau de saturação por bases (V) a um grau conciliável com as culturas que constituem o sistema de produção (SILVA et al, 2008).

Quando se pretende usando a calagem, atingir um determinado valor de saturação por bases (V) de acordo com o tipo de cultura, planeja corrigir a acidez do solo até um definido valor de pH.

Esse método de determinação da necessidade de calagem preconiza a elevação da saturação por bases e valores pré-estabelecidos para diferentes culturas (RAIJ, 2010, p. 55).

Segundo Alvarez V e Ribeiro (1999) nesse método deve-se primeiramente determinar os valores de Ca, Mg e K trocáveis, determinar a acidez potencial (H + Al) utilizando acetato de cálcio 0,5 mol/L a pH 7 ou pela determinação pH_{SMP} .

Segundo Sirtoli et al (2006) para medir a necessidade de calagem pelo método do V (%), deve-se saber o V (%) do solo na que receberá a calagem, esses valores são obtidos com uma análise química do solo a ser tratado. A seguir, é saber o V (%) que se pretende atingir, esses valores são de acordo com o tipo de cultura a ser tratado (QUADRO 4). Havendo os dois valores decididos, determina-se o aumento % do V pretendido. E após estabelecer qual deve ser o aumento do $Ca^{+2} + Mg^{+2}$ ou decréscimo do $(H^+ + Al^{+3})$, para que aconteça o aumento no V%.

A fórmula do cálculo da necessidade de calagem (NC, em t/ha) usada para o aumento da saturação por bases é apresentado pela Equação 2:

$$NC = T (V_e - V_a)/100 \quad (02)$$

Onde T é a capacidade de troca de cátions potencial a pH 7, V_e é a saturação por bases (%) desejada ou esperada para a cultura a ser implantada e para a qual é necessária a calagem, V_a é a saturação por bases (%) atual do solo.

4.11 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH é a quantidade de concentração de H^+ numa determinada solução. Ele é importante para classificação de resíduos sólidos. A diminuição da concentração de íons H^+ presentes na solução, é o principal benefício constituído pela calagem. O pH é um fator que inclui problemas de fertilidade, como a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

A escala de pH varia de 0 a 14. O pH em solos brasileiros varia entre 4,0 a 7,5. Solos com pH abaixo de 7 são considerados ácidos e os com pH acima de 7 são alcalinos (LOPES, SILVA e GUILHERME, 1991). O cultivo agrícola dos solos ácidos exige a aplicação de corretivos, os quais ao elevarem seu pH.

A calagem deve elevar o pH do solo a níveis entre 6 e 7. Nesta faixa de pH não ocorre a toxidez do alumínio e manganês para as plantas, a disponibilidade dos nutrientes minerais é mais equilibrada e a atividade dos microrganismos é maior.

O pH adequado para algumas culturas é na faixa de 6,0 a 7,0. As plantas têm impedimento de viver em solos com reação abaixo de 4,0 ou acima de 9,0. Apesar disso, mesmo na faixa de 4,0 a 9,0, pode ocorrer problemas de solubilidade e assimilação de nutrientes, o que exige correção do solo (LUZ, FERREIRA, BEZERRA, 2002).

Segundo Freiria et al (2008) o calcário corrigiu a acidez da camada na qual ele foi aplicado ou incorporado e a da camada subsequente. Quando o calcário foi aplicado houve aumento do valor de pH.

5 METODOLOGIA

Neste trabalho será realizado uma revisão bibliográfica, usando vários autores com seus respectivos trabalhos, e será discutido sobre o tema, buscando conhecimento para solucionar problemas de produtividade na agricultura em relação aos solos ácidos. Mostra-se as alterações químicas no solo como os benefícios e malefícios se existir, será um trabalho onde vai ser mostrado com pesquisas e os resultados destas, utilizando uma discussão entre autores sobre o tema, este tópico tem um objetivo de estudo, pois se faz necessário a análise das alterações químicas como cálcio, magnésio, pH, granulometria, entre outros. Este trabalho relata os procedimentos de pesquisa da aplicação do calcário, com estudos para comprovação da utilização do que está sendo proposto.

6 TRABALHOS SOBRE CALAGEM DO SOLO

Nesse tópico será abordado alguns estudos sobre os efeitos da calagem no solo, que como descrito nesse trabalho, ainda é uma prática menos dispendiosa e efetivas na correção da acidez do solo, e no Brasil existem vastas reservas de calcário distribuídas em todo o território nacional.

Segundo Fageria (2001) com a aplicação de calcário aumenta os valores de pH em água, Ca, Mg, saturação por Ca e Mg, relação Ca/K e Ca/Mg até a profundidade de 40 cm.

De acordo com Natale et al (2007) a calagem promove melhoria dos atributos químicos do solo ligados à acidez, elevando o pH, Ca^{2+} , Mg^{2+} , SB e V e diminuindo o H + Al, até 60 cm de profundidade e eleva os teores foliares de Ca e Mg, os quais se relacionam positivamente com a produção de frutos das goiabeiras, visto que os benefícios da calagem perduram além de um ano, ou de uma safra agrícola.

As alterações no pH, na acidez potencial (H + Al), nos teores de Ca + Mg trocáveis e na saturação por bases do solo, em função de doses de calcário, encontram-se na Figura 3. Nota-se que a calagem proporcionou não só aumentos significativos no pH, Ca + Mg trocáveis e saturação por bases, mas também redução significativa nos teores de H + Al, nas cinco profundidades estudadas. Os efeitos da calagem sobre tais variáveis tiveram comportamento quadrático até 10 cm e linear de 10-60 cm. Os aumentos do pH, Ca + Mg trocáveis e saturação por bases e a redução dos teores de H + Al nas camadas de 20-40 e 40-60 cm mostram claramente os efeitos positivos do calcário aplicado na superfície sobre a correção da acidez do subsolo. (CAIRES, BANZATTO, FONSECA, 2000).

Os efeitos da calagem superficial nas características químicas do solo podem variar de acordo com a acidez potencial da camada, a dose utilizada, o tempo de reação e a disponibilidade de água. (RODRIGHERO, M. B. et al., 2015). As fontes de calcário não só reduzem a acidez do solo, mas também adicionam Ca^{+2} e Mg^{+2} , pela neutralização do H^+ e Al^{+3} do solo (VELOSO, et al., 1992). Essa entrada de cátions básicos aumenta a saturação por bases e pH (MELLO F. A., 1983).

A ação do calcário na neutralização da acidez de subsolos é dificultada pelo aumento da retenção de cátions decorrente da geração de cargas elétricas variáveis negativas com a elevação do pH do solo. Além disso, os ânions resultantes de sua

dissolução, responsáveis pela correção da acidez, são também consumidos nas reações com outros cátions ácidos (Al^{3+} , Mn^{2+} e Fe^{2+}) na camada de deposição do calcário. No entanto, o aumento do pH na superfície do solo pode acelerar a velocidade com que o HCO_3^- , acompanhado por Ca e Mg, se movimenta para o subsolo para reagir com a acidez (COSTA, 2000).

Os efeitos da calagem em profundidade somente devem ocorrer quando o pH (em água), na zona de dissolução do calcário, atingir valores da ordem de 5,6 (HELYAR, 1991). De qualquer forma, os resultados mostraram claramente que a calagem na superfície, com ou sem parcelamento, apresentou maior eficiência na correção da acidez da camada superficial do solo (0-0,05 m), enquanto o calcário incorporado proporcionou maior reação nas profundidades de 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, em comparação com a calagem superficial. Os efeitos benéficos da calagem na correção da acidez do subsolo foram pouco pronunciados e mais evidentes com a incorporação do calcário no solo.

Sendo assim, a calagem adequada é uma das práticas que mais benefícios traz ao agricultor, sendo uma combinação favorável de vários efeitos, dentre os quais mencionam-se os seguintes:

- Para a cultura da soja no cerrado, o valor recomendado para V_2 é 50%.
- Eleva o pH;
- Fornece Ca e Mg como nutrientes;
- Diminui ou elimina os efeitos tóxicos do Al, Mn e Fe;
- Diminui a “fixação” de P;
- Aumenta a disponibilidade do N, P, K, Ca, Mg, S e Mo no solo;
- Aumenta a eficiência dos fertilizantes;
- Aumenta a atividade microbiana e a liberação de nutrientes, tais como N, P, S e B, pela decomposição da matéria orgânica;
- Melhora as propriedades físicas do solo, proporcionando melhor aeração, circulação de água, favorecendo o desenvolvimento das raízes das plantas;
- Aumenta a produtividade das culturas como resultado de um ou mais dos efeitos anteriormente citados.

O processo de calagem age como neutralizador d pH do solo, aumentando a disponibilidade dos macronutrientes e diminuindo a disponibilidade dos micronutrientes, porém controla os níveis tóxicos do Al^{3+} e Mn^{2+} (NOVAIS et al. 2007).

Uma acidez ativa e potencial está presente no solo, sendo a ativa representada pela intensidade, onde o cátion de hidrogênio que está presente na dissolução do solo, relacionado diretamente com o pH. A acidez potencial se divide em duas partes, a trocável ligada eletrostaticamente, está presente na forma de íons H^+ e Al^{3+} , também presentes na solução do solo e a não trocável que é representada da mesma forma, más com o H^+ e Al^{3+} ligados covalentemente, onde as ligações são mais difíceis de serem quebradas (LOPES, 1991).

A calagem promove um aumento significativo da CTC (capacidade de troca catiônica), reduzindo a lixiviação de bases, possibilitando um maior crescimento do sistema radicular, absorção de água e nutrientes pelas plantas (ZANDONÁ,2015).

Segundo Novais (2007), a calagem pode ser realizada em qualquer época do ano, porém é de suma importância que a aplicação do calcário seja realizada com maior antecedência possível ao plantio e/ou adubação. Metade do calcário deve ser jogado antes de arar o solo e a outra metade depois, pois a maneira que o calcário é aplicado no solo afeta diretamente sua eficiência.

Um estudo realizado por Caires (2013), mostrou que a calagem proporcionou o crescimento das raízes do trigo maior ou igual a 100%, com a profundidade de até 20 cm.

Muitos estudos realizados no final dos anos 90 constataram que a calagem tem um tempo de resposta de aproximadamente 40 meses, diminuindo a quantidade de calcário aplicada nas entrelinhas. Fageria (2004) analisou a produtividade do feijão em SPD (Sistema Plantio Direto), no período de 1999 a 2001, com doses de 0, 12 e 24 Mg/ha^{-1} aplicadas somente no preparo do solo. Durante os três anos de produção, no primeiro com sistema convencional e os dois últimos em sistema plantio direto, não houve diferenças contáveis na produção do feijão. Os melhores resultados foram obtidos na aplicação de 12 $Mg/há^{-1}$ de cálcio, com produção média em grãos de 3,06t $há^{-1}$.

Caires (2013), diz que no Sistema Plantio Direto, a máxima eficiência no cultivo está por volta de 5 anos associada a calagem em superfície, atingindo um V% de 65%, e a longo prazo em um período de 10 anos com V% de 70.

Contudo, a calagem é um assunto bastante estudado e a literatura aponta vários exemplares citando este tema que é muito importante quando o assunto é eficiência na agricultura.

Comparado a outros processos de correção do solo é considerado uma ação de baixo custo e traz inúmeros benefícios para o solo, fazendo com que seja bastante utilizado.

Vários autores citam o processo de calagem para correção de solo e apresentam experimentos que comprovam suas teses e enfatizam a importância do processo, chegando atuar em camadas de até 20 cm adentro do solo, alcançando resultados cada vez mais satisfatórios.

Estudos em laboratório são ainda necessários para avaliar o efeito isolado, nas propriedades físicas, da elevação do pH e do aumento de Ca^{2+} e Mg^{2+} nos sítios de troca decorrentes da calagem. No entanto, a calagem não pode ser restrita somente ao controle de algumas propriedades químicas do solo, mas, sim, considerada como uma prática com efeitos abrangentes, responsável por modificações nas características químicas, físicas e biológicas do solo, e inserida principalmente num contexto de sustentabilidade agrícola (Virén-Lehr, 2001).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente demanda por altas produtividades no campo, seja por motivações rentáveis, seja pela preocupação em se desenvolver sistemas de produção cada vez mais eficazes, moldados de forma a maximizar o potencial produtivo da terra, minimizando, contudo, a demanda pela utilização de recursos não renováveis, apresenta inúmeros desafios a técnicos e pesquisadores do setor agrícola brasileiro e mundial.

O insumo empregado na prática da calagem é o calcário agrícola, composto essencialmente por carbonatos de cálcio e magnésio, aplicado tipicamente a lanço em área total, variando de acordo com o manejo.

De forma geral, recomenda-se a aplicação do insumo em pré-plantio, com antecedência de dois a três meses, de modo que o mesmo possa reagir de maneira adequada. A reação do produto se dá de forma lenta, e depende da capacidade de retenção de água e aeração do solo, além da reatividade do produto, marcada especialmente por área superficial específica das partículas.

A reação química entre carbonato de cálcio e água ocasiona a liberação de hidroxilas no meio, neutralizando a acidez do solo.

A determinação da dose de calcário a ser aplicada em uma área de cultivo pode ser obtida por inúmeros critérios, mas define-se basicamente pelas exigências nutritivas da cultura implantada e análise química do solo.

Exemplos de metodologias destinadas à determinação da demanda de calagem são: correlação positiva existente entre pH e a porcentagem de saturação por bases do solo (V%) e fornecimento adequado de cálcio e magnésio, de acordo com as demandas nutricionais da cultura.

São inúmeros os benefícios visualizados com a correção do solo. As reações químicas resultam na maximização dos efeitos dos fertilizantes, na aceleração da decomposição de resíduos, que faz aumentar a matéria orgânica encontrada, e o consequente aumento da produtividade. Dependendo da cultura, este aumento da produtividade pode variar de 15 a mais de 50%.

A redução dos componentes químicos prejudiciais às plantas, a melhoria da aeração e da circulação da água, e um maior desenvolvimento das raízes das plantas são mais alguns dos benefícios da calagem do solo. Sem contar o baixo custo de

aplicação que gira em torno de 10% da produção se tornando mais um dos atrativos do processo.

Com todo conteúdo apresentado neste trabalho, conclui-se que a calagem tem como finalidade diminuir a acidez do solo, ou seja aumentar o pH e fornecer cálcio e magnésio para as plantas. Observando que a faixa padrão de pH para a correção do solo é entre 5,5 e 6,5, pois atingindo tais valores os nutrientes se tornam disponíveis para as plantas.

Além disso a calagem neutraliza o alumínio, que é extremamente tóxico para o cultivo de plantações, sendo de suma importância principalmente no Brasil onde os solos são muito acidez e com uma concentração muito alta de alumínio.

Em resumo os benefícios da calagem são, eliminação de acidez, fornecimento de cálcio e magnésio, estimulação de crescimento radicular (Ca), aumento de disponibilidade de fósforo, redução de alumínio de manganês no solo, aumento de mineralização de matéria orgânica e aumento de agregação do solo, reduzindo a compactação.

REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J. C. Corretivos da Acidez dos Solos: Características e Interpretações Técnicas – Boletim Técnico nº 6. **Associação Nacional para Difusão de Adubos – ANDA**, São Paulo, p. 24, Nov. 2005.
- ALCARDE, J. C; RODELLA A.A. **Avaliação Química de corretivos de acidez para fins agrícolas: uma nova proposição**. Sci. agric. vol. 53 n. 2-3 Piracicaba May/Dec. 1996.
- ALCARDE, J.C. **Qualidade de fertilizantes e corretivos**. In: DECHEN, A.R.; BARRET, A.E.; VERDADE, F. da C. Coords. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., Piracicaba, 1992. Adubação, produtividade e ecologia. Campinas: Fundação Cargill. p.275-298. 1992.
- ALVAREZ V, V.H.A.; RIBEIRO, A. C.; Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; V, V.H.A. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gérias**. MG: Viçosa, 5ª aprox. Cap. 8. p. 43-60. 1999
- ARAÚJO, S.R.; DEMATTÊ, J.A.M. & GARBUJO, F.J. **Aplicação do calcário com diferentes graus de reatividade: alterações químicas no solo cultivado com milho**. R. Bras. Ci. Solo, 33:1755-1764, 2009.
- BELLINGIERI, P.A.; ALCARDE, J.C. & SOUZA, E.C.A. **Avaliação da qualidade de calcários agrícolas através do PRNT**. Anais da Esc. Sup. Agr. “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 45(2):579-588, 1988.
- BOARETTO, A. E.; JUNIOR, C. H. A.; LANGE, A.; Amostragem do solo. In: VALE, D.W.; SOUSA, J. de I.; PRADO, R. de M.(coord.). **Manejo da fertilidade do solo e nutrição de plantas**. São Paulo: Jaboticabal. Cap. 2, p. 37-68. 2010.
- BRAGA, G. N. M. **Na Sala com Gismonti - Assuntos sobre Agronomia**. Disponível em: <<http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2011/06/qualimportancia-do-prnt-do-calcario.html>>. Acesso em: 22 abril. 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretária de Fiscalização Agropecuária. Portaria 03 de 12 de junho de 1986. **Diário Oficial da União**, Brasília, 16 de jun. 1986. Seção I. p 8673.
- CAIRES. E. F., BANZATTO. D. A., FONSECA. A. F. **Calagem na superfície em sistema de plantio direto**. R. Bras. Ci. Solo, 24:161-169, 2000.
- CAIRES; EDUARDO FÁVERO. **Correção da acidez do solo em sistema plantio direto**. Informações agrônômicas, Piracicaba – SP, n. 141, p. 1-13, março, 2013.
- CANTARUTTI. R. R.; V, V.H.A.; RIBEIRO, A. C.; Amostragem do solo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; V, V.H.A. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gérias**. MG: Viçosa, 5ª aprox. Cap. 3. p. 43-60.1999.

CÍCERO, S.M.; et al., **A fertilidade do Solo e Sua Relação Com a Produção, o Peso e a Composição Química das Sementes de Milho**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 16, n. 5, p.627-631, 1981a.

COSTA, A. **Doses e modos de aplicação de calcário na implantação de sucessão soja-trigo em sistema plantio direto**. Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2000.

CRESOL, **Cooperativismo de Crédito e Agricultura Familiar**, Francisco Beltrão, capturado do Banco de dados consolidado e do endereço <http://www.cresol.com.br>, março de 2009.

FAGERIA, N. K. **Efeito da Calagem na Produção de Arroz, Feijão, Milho e Soja em Solo de Cerrado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 36, n. 11, p. 1419- 1424, 2001.

FAGERIA; N. K., STONE; L. F. **Produtividade de feijão no sistema plantio direto com aplicação de calcário e zinco**. Pesq. Agropec., Brasília, v. 39, n. 1, p. 73-78, janeiro. 2004.

FREIRIA, André Costa, et al. **Alterações em atributos químicos do solo pela aplicação de calcário na superfície ou incorporado**. Acta Sci. Agron., Maringá, v.30,n. 2, p. 285-291, 2008.

HELYAR, K.R. **The management of acid soils**. In: WRIGHT, R.J.; BALIGAR, V.C. & MURRMAN, R.P., eds. Plant-soil interactions at low pH. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. p.365-382.1991.

LOPES, A. S.; SILVA, M. de C.; GUILHERME, L.R. G. **Acidez do solo e calagem**. ANDA. 3ª ed., 22 p., São Paulo, (Boletim Técnico). 1991.

LUZ, M. J. da S., FERREIRA, G. B., BEZERRA, J. R. C., Adubação e Correção do Solo: Procedimentos a Serem Adotados em Função dos Resultados da Análise do Solo – Circular técnica nº 63. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Campina Grande, PB, p. 1-32, outubro, 2002.

MEDEIROS et. al., **Relação cálcio: magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 29, n. 4, p. 799-806, out./dez. 2008.

MELLO, F.A.F.; SOBRINHO, M. de O.C. do B.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRA NETTO, A. & KIEHL, J.C. **Fertilidade do solo**. 4.ed., São Paulo: Nobel, 1983.

NATALE, William, et al. **Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira**. Revista Brasileira de Ciências do Solo, v. 31, p. 1475-1485, 2007.

NATALE, William, et al. **Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1294-1306, dez. 2012.

- NOVAIS; ROBERTO FERREIRA et al. (2007) **Fertilidade do solo** / editores Roberto Ferreira Novais... [et al.]. – Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.
- PÁDUA, T.R.P.; SILVA, C.A. & DIAS, B.O. **Nutrição e Crescimento do Algodoeiro em Latossolo Sob Diferentes Coberturas Vegetais e Manejo de Calagem**. Ci. Agrotec.,32:1481-1490, 2008.
- PÁDUA, T.R.P.; SILVA, C.A. & DIAS, B.O. **Nutrição e Crescimento do Algodoeiro em Latossolo Sob Diferentes Coberturas Vegetais e Manejo de Calagem**. Ci. Agrotec.,32:1481-1490, 2008.
- PEREIRA, M. C. de B. Revolução Verde. In: **Dicionário da Educação do Campo**. / Organizado por: CALDART Roseli Salete, et al. – Rio de Janeiro, São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular. p. 687 a 691. 2002
- RAIJ, B.V., Acidez e calagem In: VALE, D.W.; SOUSA, J. de I.; PRADO, R. de M.(coord.). **Manejo da fertilidade do solo e nutrição de plantas**. São Paulo: Jaboticabal. Cap. 3, p. 37-68. 2010.
- RODRIGHERO, M. B.; BARTH, G.; CAIRES, E. F.; **Aplicação superficial de calcário com diferentes teores de magnésio e granulometrias em sistema de plantio direto**. R. Bras. Ci. Solo, 39:1723-1736, 2015.
- SERRAT, B. M.; OLIVEIRA, A. C de.; Amostragem de solo para fins de manejo da fertilidade. In: SIRTOLI, A. E. et al. **Manual de diagnóstico da fertilidade e manejo dos solos agrícolas**. Curitiba-PR: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, 2ª ed. Revisada e ampliada. Cap. IV. 2003.
- SILVA, da V. et al. **Variáveis de acidez em função da mineralogia da fração argila do solo**. R. Bras. Ci. Solo, 32:551-559, 2008.
- SIQUEIRA, O. J. de S.; et al. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1987.
- SIRTOLI, A. E. et al. **Diagnóstico e recomendações de manejo de solo: aspectos teóricos e metodológicos**. Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, 2006.
- SORATTO, R.P. & CRUSCIOL, C.A.C. **Atributos Químicos do Solo Decorrentes da Aplicação em Superfície de Calcário e Gesso em Sistema Plantio Direto Recém Implantado**. R. Bras. Ci. Solo, 32:675-688, 2008.
- SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L. N., OLIVEIRA, S. A. **Acidez do solo e sua correção**. In: NOVAIS, et. al., **Fertilidade do solo**. MG: Viçosa. p. 204-274. 2007.
- VELOSO, C.A.C. et al. **Efeito de diferentes materiais no pH do solo**. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) vol.49 no.spe Piracicaba,1992.
- VIRÉN-LEHR, S.von. **Sustainability in agriculture: An evaluations of principal goal-oriented concepts to close the gap between theory and practices**. Agric. Ecosyst. Environ., 84:115-129, 2001.

ZAMBROSI, F.C.B.; ALLEONI, L.R.F. & CAIRES, E.F. **Aplicação de gesso agrícola e especiação iônica da solução de um Latossolo sob sistema plantio direto.** Ci. Rural, 37:110-117, 2007.

ZANDONÁ; RENAN RICARDO et al. **Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja.** Pesq. Agropec. Trop. Goiânia, v. 45, n. 2, p. 128-137, 2015.