

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/339508031>

ANGOLA: ACIDEZ DO SOLO E A CALAGEM

Book · February 2020

CITATION

1

READS

744

1 author:



Jorge Delfim

Universidade Estadual de Londrina

2 PUBLICATIONS 7 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Phosphate solubilizing bacteria in soils derived from volcanic ash [View project](#)



Effect of lime in the chemical properties in a Ferralitic soil of Chianga - Angola [View project](#)

ANGOLA: ACIDEZ DO SOLO E A CALAGEM



JORGE DELFIM

ANGOLA: ACIDEZ DO SOLO E A CALAGEM

Autor

Jorge Delfim

Técnico Básico e Médio em Agricultura Geral,

Engenheiro Agrônomo,

M.Sc. em Ciências Agronômicas

e

Doutorando em Agronomia

Huambo
2020

Editor
Jorge Delfim
Eng. Agrônomo
M.Sc e Doutorando.

Revisão
Filipe Mutumba
Eng. Agrônomo, M.Sc.

Capa:
Jorge Delfim

É permitido a sua reprodução total ou parcial,
desde que citado a fonte e o autor.

Citação bibliográfica:
Delfim, J. Angola: Acidez do solo e a calagem.
Huambo, Angola. 2020, 42p.

ISBN:

1ª edição, online.

Huambo, Angola, 2020

Angola: acidez do solo e a calagem

Endereço eletrônico: jorgedelfim88@yahoo.com

Angola: Acidez do solo e a calagem

Índice

PREFÁCIO	5
1. INTRODUÇÃO.....	6
2. AMOSTRAGEM DE SOLO PARA FINS DE FERTILIDADE.....	7
2.1. COMO RETIRAR AS AMOSTRAS.....	9
2.3. INSTRUMENTOS.....	9
2.4. LOCALIZAÇÃO E FREQUÊNCIA.....	10
2.5. CUIDADOS NA COLHEITA DE SOLO.....	11
2.6. ENVIO DAS AMOSTRAS AO LABORATÓRIO.....	11
3. ACIDEZ DO SOLO.....	13
4. CORRECÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO (CALAGEM).....	18
5. MÉTODOS PARA RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM.....	24
A) - NEUTRALIZAÇÃO DO ALUMÍNIO.....	24
B) - NEUTRALIZAÇÃO DO ALUMÍNIO TROCÁVEL E/OU A ELEVAÇÃO DOS NÍVEIS DE CÁLCIO E MAGNÉSIO TROCÁVEIS.....	24
C) – SATURAÇÃO POR BASES.....	25
D) – SEGUNDO O PH (ÁGUA).....	25
E) – INCUBAÇÃO.....	26
5.1. CORRECTIVOS DA ACIDEZ.....	28
5.2. MATERIAIS CALCÁRIOS.....	30
5.3. MODOS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO.....	32
5.4. ARMAZENAMENTO DOS CORRECTIVOS.....	35
5.5. SELECÇÃO DO MATERIAL CALCÁRIO: ALGUNS ASPECTOS DA QUALIDADE.....	35
5.6. SUPERCALAGEM.....	37
5.7. BENEFÍCIOS DA CALAGEM.....	37
5.8. FACTORES PARA O SUCESSO DA CALAGEM.....	37
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	41

PREFÁCIO

A acidez do solo, é um fenómeno natural, ou induzido por práticas de uso e manejo de exploração de solos, pode causar, de certo modo, limitações á maximização do potencial produtivo de culturas.

A agricultura é uma actividade complexa. São dezenas de variáveis envolvidas, sendo algumas controláveis e outras não-controláveis pelo produtor. O descuido de apenas uma delas pode resultar no insucesso da produção.

Fazer agricultura ou pecuária em solos pobres em nutrientes como os de Angola pressupõe bom manejo de um dos factores controláveis do processo, a correcção da fertilidade do solo, em níveis desejáveis, para dar sustentabilidade ao negócio agrícola.

Essencialmente agricultura nos solos de Angola difere das áreas com solos mais férteis apenas na correcção da pobreza natural de nutrientes e de sua acidez. Uma vez superada essa limitação, a agricultura angolana equiparar-se-á a escala mundial, onde se procura restituir ao solo os nutrientes extraídos e exportados pelas culturas como produto agrícola, pecuário ou florestal e perdidos sob várias formas do sistema.

Para a elaboração deste livro, contou-se com revisão bibliográfica de outros autores e resultado de trabalho próprio, vivencias do dia a dia, de contacto com outras realidades, pesquisadores, professores, técnicos, agricultores (camponeses), e outros.

Com este livro, espera-se poder colaborar com os aspectos de tomada de decisões na recomendação da correcção da acidez e o manejo do solo.

Jorge Delfim

1. INTRODUÇÃO

A modernização da agricultura tem como ênfase o desenvolvimento sustentável em que a otimização dos efeitos indesejáveis ao meio ambiente e aumento de produtividade são os objectivos deste processo. Assim, a convencional aplicação de insumos é baseada em teores médios da fertilidade do solo, uma vez que o sistema radicular das plantas tende a integrar a variabilidade das características desenvolvendo de acordo com a fertilidade média do solo.

Desta forma, o conhecimento detalhado das características químicas do solo pode favorecer a aplicação de correctivos e fertilizantes, melhorando, dessa maneira, o controle do sistema de produção das culturas.

Dentre os vários parâmetros químicos do solo, a determinação e correcção do pH merece destaque uma vez que a acidez do solo, interfere na disponibilidade dos nutrientes, bem como na presença do alumínio (Al^{3+}) não intercambiável na solução do solo pode se tornar tóxico para a maioria das culturas. Solos de natureza ácida, uma vez corrigidos quimicamente apresentam grande potencial agrícola, possibilitando a realização das actividades agropecuárias tecnificadas com elevada produtividade gerando assim maiores lucros.

O baixo pH favorece a disponibilidade de elementos tóxicos no solo como o Al^{3+} . O crescimento das raízes das plantas é reduzido na presença de excesso de Al^{3+} , sendo igual afectado pela deficiência de cálcio (Ca^{2+}). Um sistema radicular pouco profundo e não muito desenvolvido, limita a absorção de água, nutrientes e conseqüentemente a produtividade das culturas, sendo a raiz considerada como a boca da planta, caso haja algum problema com a mesma, haverá limitações nutritivas por parte da planta

Em Angola, o problema da acidez (presença de Al^{3+} , baixo teor de Ca^{2+} e magnésio (Mg^{2+})) no solo, limita a produção nacional, fazendo com que se obtenham baixos rendimentos agrícolas.

Os calcários apresentam características que os qualificam como eficientes correctivos da acidez dos solos. Para estimar a necessidade de calagem, ou seja, a dose de calcário a ser recomendada, são utilizados diferentes métodos com base em conceitos amplamente aceites e estudados, para os solos de cada região. Mas a maior parte de estes métodos baseiam suas recomendações com base nos resultados da análise do solo.

2. AMOSTRAGEM DE SOLO PARA FINS DE FERTILIDADE

A heterogeneidade é uma característica intrínseca dos solos devido aos factores de sua formação, as práticas de manejo da adubação e da calagem aumentam esta heterogeneidade, dificultando a colheita de amostras representativas. A amostra deve representar a condição real média da fertilidade do solo. Pode representar desde um vaso de flores até muitos hectares, sendo a homogeneidade o principal factor que determina a área a ser abrangida pela amostra. Por esse motivo, todas as instruções para a colheita de solo devem ser observadas para obter amostras representativas (CQFS-RS/SC, 2004).

A amostragem do solo é o primeiro passo para a análise do solo, e é sem dúvida a parte, mas importante do processo de análise de solo.

A amostragem é a etapa mais crítica de todo o processo de análise (Moreira, 2012). Ela, em geral, devido às condições temporais, não pode ser repetida. Uma amostra mal colhida não revela, pelo seu aspecto, se é ou não representativa da área amostrada. Um resultado de análise suspeito pode ser verificado por meio da repetição da análise que será corrigida com a colheita de outra (factores como umidade do solo, excesso de chuva, adubação e queimada pode alterar todo o resultado obtido anteriormente).

Por tanto, a amostragem do solo é a base para o uso racional, sustentável e econômico dos solos, por meio da recomendação correcta de correctivos (calagem) e fertilizantes, que, por sua vez, serão responsáveis por parte considerável da produtividade da cultura de interesse. A partir de uma amostragem correcta do solo, é feita a análise das propriedades (químicas, físicas e microbiológicas), uma técnica de rotina utilizada para avaliação de sua fertilidade.

Em geral, a amostra de solo representa a camada arável de áreas que podem chegar até 10 hectares. No caso de áreas sob plantio convencional ou de culturas perenes, a amostragem de solo é feita na camada de 0 cm – 20 cm, o que representa um volume de 20 milhões de litros (ou dm^3) de solo, para uma camada arável ($10.000 \text{ m}^2 \times 0,20 \text{ m}$). Isso significa que se forem enviados cerca de 400 g de solo para o laboratório, a amostra representará uma parte por 50 milhões de partes da camada arável, considerando a densidade do solo igual a

1,0 kg/dm³. Se for considerado que em diversas análises de laboratório são empregados somente 10 cm³ de solo, isso representará uma parte de 2 bilhões de partes da camada arável, ou seja, a análise dessa pequena fracção de solo deve refletir a fertilidade de um volume 2 milhões de vezes maior. Em cultivos manuseados no sistema plantio direto (SPD), onde se recomenda uma amostragem na camada de 0 cm - 10 cm, esse valor seria 1,0 milhão de vezes maior. É importante destacar que todas as amostras de solo de uma área ou talhão tem que ser colhidas na mesma profundidade (Arruda et al., 2014).

Assim sendo, recomenda-se colher sempre que possível 20 amostras simples por amostra composta, qualquer que seja a área a amostrar, mesmo que represente apenas 10m². Isso porque, a variabilidade das propriedades químicas de um solo manifesta-se em pequenas distâncias. Dependendo da homogeneidade do solo, o número pode variar de 10 a 20 amostras simples para uma composta.

Recomenda-se que a amostragem e avaliação da fertilidade do solo ocorram anualmente, para se corrigir possíveis deficiências de nutrientes e ainda a excessiva acidez ou concentração de alumínio, que é tóxico para a maioria das plantas cultivadas.

A amostragem do solo pode ser realizada em qualquer época do ano. Entretanto, o produtor ou técnico tem que considerar o tempo entre a amostragem do solo, o envio para o laboratório, a obtenção dos resultados, a compra e entrega dos insumos e a época de adubação e calagem exigidos pela cultura, quando necessário.

Para a realidade angolana, muita das vezes é difícil, se não impossível na maioria dos casos seguir cumprir com as recomendações acima citadas, porque não existe o hábito de avaliação da fertilidade do solo por meio da análise do solo, isto deve-se por vários motivos, dentre os quais destacamos os seguintes:

- A falta de laboratórios funcionais de análise de solo, em quase todo o território nacional;
- Falta de programas, incentivos e políticas por parte do governo que visam a estimular e ensinar a avaliação e correção da fertilidade dos solos;
- Falta de mão de obra qualifica;
- Falta de informação por parte dos agricultores e técnicos sobre os benefícios da análise do solo;

- Índice elevado de analfabetismo por parte dos praticantes da agricultura;
- Preço elevado da análise do solo praticado pelos escassos laboratórios (que literalmente funcionam) no país, e quando se tenta fazer no exterior.

2.1. Como retirar as amostras

A área a ser amostrada deve ser dividida em talhões de no máximo 10 hectares. Cada talhão deve ser o mais homogênea possível, com relação à vegetação, topografia, tempo de uso, produtividade e aplicações de calcário, gesso e fertilizantes. Áreas que diferem na paisagem como, por exemplo, em declividade, drenagem, cor e/ou tipo de solo, uso e tratamentos anteriores, devem ser amostradas separadamente. Áreas ou manchas de aspecto excepcional não devem ser amostradas ou, se desejado, devem ser amostradas separadamente como indicado na Figura 1.

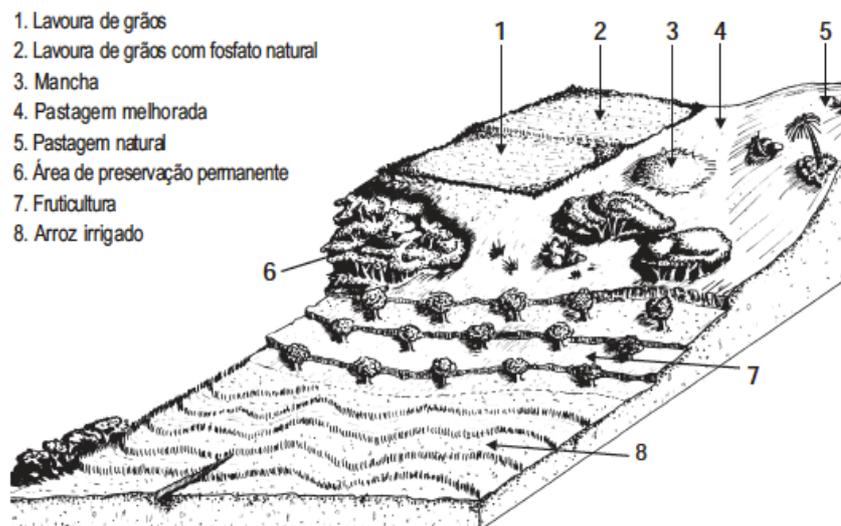


Figura 1. Esquema para a colheita de amostras de solo.

2.3. Instrumentos

A amostragem pode ser feita com diversas ferramentas, tais como: enxada ou enxadão, pá recta, tubo tipo sonda de amostragem, trados (holandês, caneco, etc.), pá de jardineiro, entre outros (Figura 2). Em qualquer caso é sempre necessário que as subamostras sejam retiradas de maneira uniforme em volume e profundidade desejada para que não ocorra uma sub ou superestimação das propriedades do solo dentro de um mesmo talhão. Os procedimentos para a

amostragem de solo com diferentes amostradores de solo são ilustrados na Figura 2.

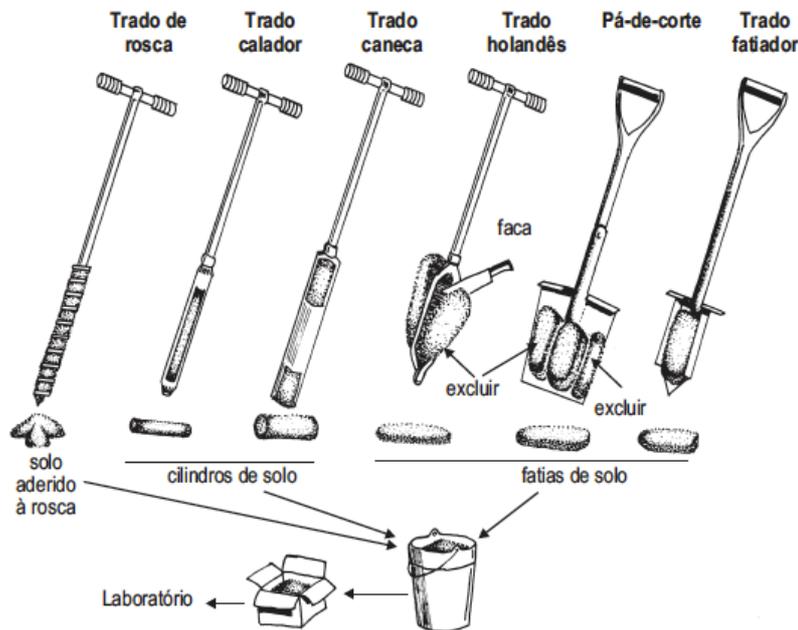


Figura 2. Instrumentos e procedimentos utilizados na amostragem de solo.

2.4. Localização e frequência

Retirar da superfície do solo as folhas, matérias estranhos e demais restos culturais que possam comprometer a qualidade da amostragem. Se o objectivo da análise de solo for obter um resultado representativo da área, não retirar amostras simples próximas a casa, depósito de adubo e correctivos, cercas, pântano, curva de nível, árvores, sulcos de erosão, formigueiros, termites, esterco, caminho, ou qualquer outra mancha não representativa da área (Arruda et al., 2014).

A frequência da análise depende do grau da intensidade de utilização do solo. Em propriedades que fazem duas épocas ou mas, no mesmo talhão, ocorre maior exportação de nutrientes. O ideal é que o produtor realize as análises de solo todos os anos, evitando a falta ou o excesso de aplicação de fertilizantes, o que pode onerar a atividade.

A amostragem de solo pode ser feita em qualquer época do ano; entretanto, considerando que são necessárias de duas a quatro semanas para a preparação, a análise química e o retorno dos resultados (em laboratórios sem

problemas básicos), deve-se amostrar o solo aproximadamente dois a três meses antes do plantio ou da sementeira. Em pastagens já estabelecidas, o solo deve ser amostrado dois a três meses antes do máximo crescimento vegetativo. Em culturas perenes, recomenda-se, em geral, amostrar o solo após a colheita (CQFS-RS/SC, 2004).

2.5. Cuidados na colheita de solo

As amostras podem ser colocadas em balde ou sacos, ou directamente no saco (amostras simples), no caso de amostras compostas, misturar bem, quebrando os torrões, sem colocar a mão no solo (para evitar contaminação da amostra), com o uso de luvas, misturar as amostras simples, usando o próprio saco plástico ou balde da amostra composta, transfere para um saco já etiquetado; em seguida, use o mesmo saquinho como embalagem da amostra composta. Não utilizar baldes ou sacos de adubo no armazenamento da amostra.

2.6. Envio das amostras ao laboratório

A identificação das amostras na propriedade, as informações referentes ao manejo da adubação, à calagem e à sequência e produtividade das culturas são úteis para o produtor e para o técnico encarregado de interpretar agronomicamente os resultados analíticos e indicar as doses de fertilizantes e de corretivos. Esses dados podem também ser utilizados para a gestão dos talhões da propriedade (fazenda).

As informações de identificação e de localização das lavouras (município, distrito, vila, linha, propriedade, talhões, etc.) permitem o uso dos resultados das análises em levantamentos da fertilidade do solo; estes podem ser utilizados para a validação do sistema de recomendação adotado, bem como para a verificação dos efeitos de programas específicos, regionais ou locais, na fertilidade do solo ou para a previsão da demanda de insumos e o estabelecimento de políticas agrícolas regionais ou municipais (CQFS-RS/SC, 2004).

Para envio ao laboratório, as amostras devem ser devidamente embaladas e identificadas, juntamente com o formulário para análise de solo devidamente preenchido. Os dados do formulário servirão para ajudar na interpretação dos

resultados da análise e na recomendação de calagem e adubação e para manter um histórico de uso das áreas. Nos formulários de encaminhamento de amostra devem constar as seguintes informações:

Nome do solicitante:

Município/Localidade:

Propriedade/proprietário:

Endereço para contacto:

Caracterização da área: tipo de solo: Argiloso____ Arenoso ____

Vegetação nativa adjacente: Mata ____ Outro: ____

uso anterior de fertilizantes: Sim ____ Não ____

uso anterior de calcário: Sim ____ Não ____ Quando? Há ____ anos

tipo de preparo: plantio direto ____ Preparo convencional ____ (aração e gradagem).

Cultura anterior _____

Cultura a ser implantada e espaçamento: _____

Identificação da amostra: _____

Profundidade da amostragem: _____

Análises solicitadas:

____ Granulometria (argila, limo e areia)

____ Fertilidade de rotina (pH (H₂O ou CaCl₂), Ca, Mg, Al, H+Al, K, Na e P)

____ Fertilidade de rotina + micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn)

____ Enxofre (S)

____ Fertilidade + matéria orgânica

Fonte: Arruda et al., 2014

3. ACIDEZ DO SOLO

A acidez do solo é uma das principais causas da degradação química do solo e limitante para a produção agrícola em várias partes do mundo, principalmente nas regiões tropicais. Em Angola a acidez do solo (Figura 3) afeta cerca de 80% dos solos que apresentam reacções ácidas (Dias, 1973). Esta propriedade é proporcionada pela gênese dos solos angolanos, pois a acção de factores e processos de formação sobre as rochas ocorrentes na região tende a formar solos ácidos com o avanço do intemperismo. No entanto, apesar de serem caracterizados como possuindo carácter ácido, os solos apresentam uma acidez bastante diferente entre si, (Figura 3) com reflexos nas práticas agrícolas necessárias à sua correcção.

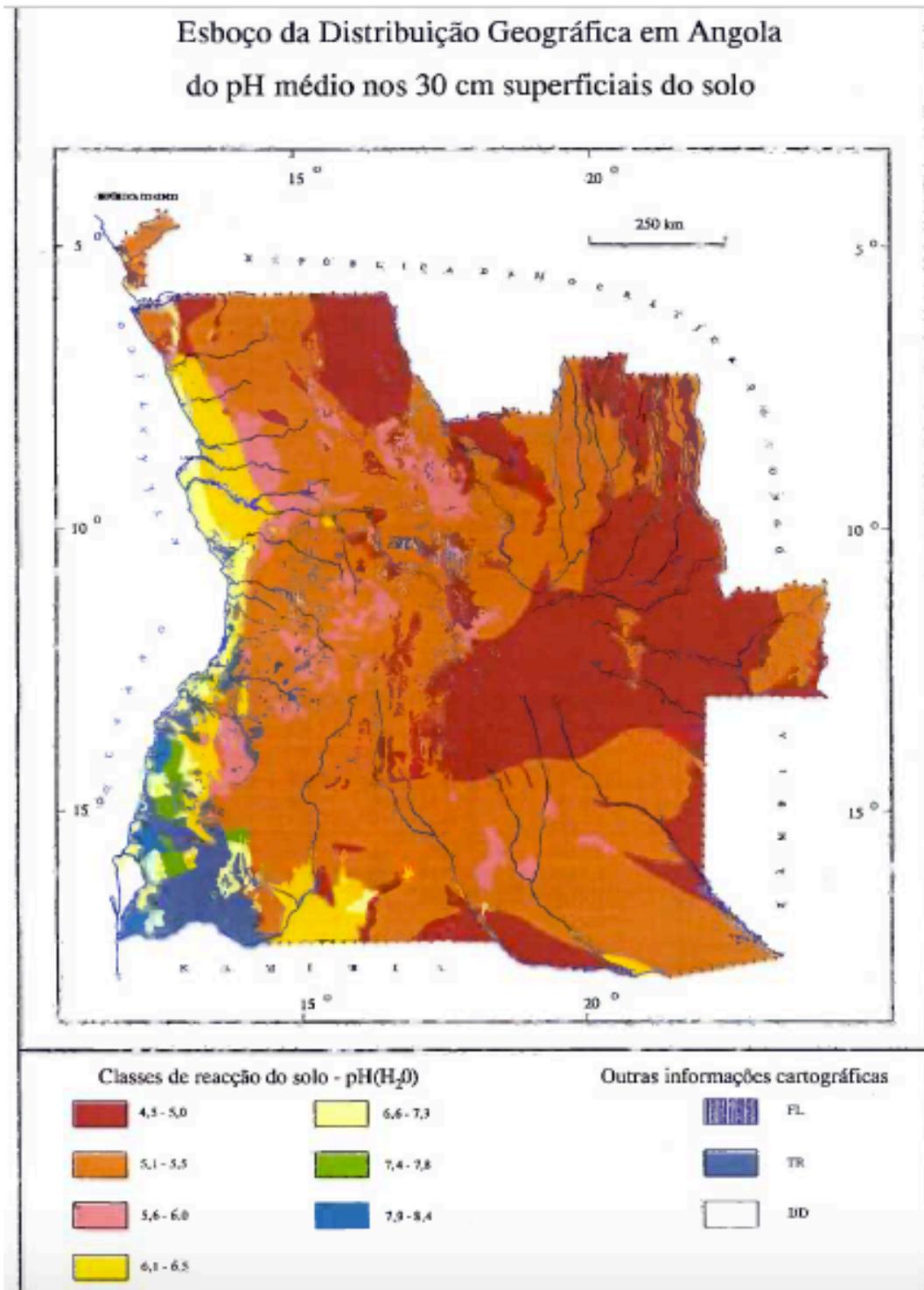


Figura 3. Distribuição geográfica dos valores médios da variável pH(30cm) dos agrupamentos principais dos solos de Angola (Franco et al., 2001).

Angola, predominam geralmente *Solos Ferralíticos*, cujas características correspondem genericamente a Ordem dos *Oxissolos*, ou ao grupo principal dos *Ferralsolos* (Figura 4). Estes solos caracterizam-se por apresentar uma baixa reserva mineral, principalmente de cálcio (Ca), magnésio (Mg), pH ácido Figura

5, baixa capacidade de troca catiónica efectiva (CTCE) e um elevado grau de saturação por alumínio (saturação por Al). Estes solos também são os mais representativos em vastas áreas de Angola consideradas de grande importância para o desenvolvimento do sector agrícola (Madeira et al., 2015).

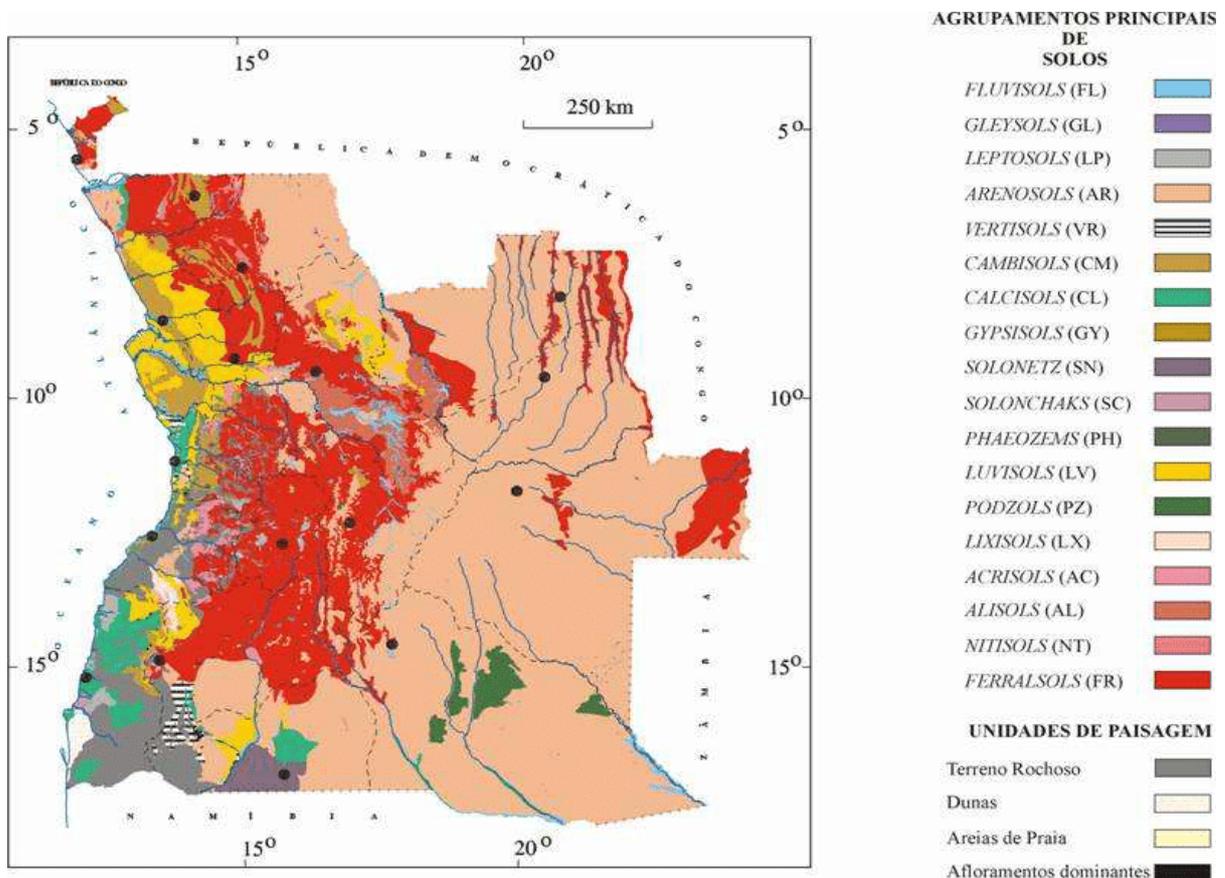


Figura 4. Carta generalizada dos solos de Angola (4ª Aproximação versão simplificada; Legenda da FAO, 1987), (Franco e Raposo, 1997).

Os solos de Angola geralmente são de baixa fertilidade química, e esta baixa fertilidade está associada também a acidez do solo como mostramos na Figura 3, (Diniz, 2006). A baixa fertilidade destes solos não deverá ser só associada à acidez de troca (ou melhor Al^{3+} de troca), mas também à pobreza em bases de troca, nomeadamente o Ca e o Mg (Neto, 2006; Teixeira, 2006) como mostra a Tabela 1. Para além do baixo nível da fertilidade dos solos, as baixas produções unitárias da agricultura angolana tradicional podem associar-se a outros factores como a baixa capacidade genética das plantas cultivadas, a ocorrência de infestantes e os ataques de pragas e doenças.

Ácido	< 4,5	Extremamente ácido
	4,5 - 5,0	Muito fortemente ácido
	5,1 - 5,5	Fortemente ácido
	5,6 - 6,0	Moderadamente ácido
	6,1 - 6,5	Levemente ácido
Neutro	6,6 - 7,3	Neutro
Alcalino	7,4 - 7,8	Levemente alcalino
	7,9 - 8,4	Moderadamente alcalino
	8,5 - 9,0	Fortemente alcalino
	≥ 9,1	Muito fortemente alcalino

Figura 5 - Escala de valores de pH e da respectiva reacção do solo adoptada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América do Norte.

A acidez do solo é uma das principais limitantes para a produção agrícola em várias partes do mundo, a acidez do solo (pH <5.5) Figura 5, representa cerca de 30% da superfície total livre de gelo do mundo (Sumner e Noble, 2003). A acidificação dos solos tornou-se um grande desafio ambiental para a produção agrícola. Os solos podem ser naturalmente ácidos devido à própria pobreza em bases do material de origem, ou a processos de formação que favorecem a remoção de elementos básicos como K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ Tabela 1, além disso, os solos podem ter sua acidez aumentada por cultivos e adubações que levam a tal processo. Em qualquer caso, a acidificação se inicia, ou se acentua devido à remoção de bases da superfície dos colóides do solo. As principais origens da acidez dos solos são a matéria orgânica, os aluminossilicatos (principalmente minerais de argila), os sesquióxidos (óxidos e hidróxidos de Fe e Al) e certos sais solúveis. A acidez do solo está associada à presença não só do hidrogénio, mas também do Al^{+3} , e pode ser causada pela utilização de fertilizantes principalmente nitrogenados.

Tabela 1. Propriedades químicas básicas de amostras de solo de algumas localidades de Angola, análises de solo realizadas pelo laboratório de solos do IIA-Chianga, Huambo entre o período de 2011 a 2015. *

Província	Localidade	Prof. Cm	Nº de amostras	pH	K	Na	Ca	Mg	Al	P
					Cmolc kg ⁻¹					mg kg ⁻¹
Huila	Lubango	0-20	183	4,7	3,90	0,00	2,10	1,40	0,6	4,50
Namibe	Namibe	0-20	7	7,6	0,56	4,20	15,60	18,90	0	3,20
	Dibala	0-20	10	6	3,37	0,00	2,81	0,80	0,4	3,07
Benguela	Cavaco	0-20	4	7,7	1,28	1,98	21,11	0,42	0,3	3,40
	Cela	0-20	46	5,2	0,12	0,03	1,65	0,29	0,7	0,69
K. Sul	P. Amboim	0-20	5	5,3	0,00	0,00	1,50	0,00	0,5	3,62
	Kibala	0-20	30	4,9	1,12	0,16	0,37	0,06	0,3	0,40
	Mussende	0-20	4	5,5	0,10	0,07	1,50	0,20	0,6	0,30
Luanda	Mazozo	0-20	15	4,6	0,06	0,00	0,30	0,00	1,2	0,72
Bié	-	0-20	8	4,9	0,20	0,00	0,60	0,97	0,8	2,56
	Chianga	0-20	28	4,8	0,41	0,00	0,77	0,21	0,9	1,90
Huambo	Ngongiga	0-20	6	4,9	0,01	0,00	0,87	0,00	0,8	1,83
	Cuima	0-20	62	4,8	0,01	0,00	0,53	0,03	0,7	0,79
	Caala	0-20	6	5,1	0,05	0,00	0,00	0,01	0,9	3,05
Cabinda	S. Vicente	0-20	5	5	0,01	0,00	2,43	0,05	0,5	1,59
Zaire	Soyo	0-20	20	6	0,02	0,00	4,39	1,43	0,3	2,33
K. Norte	-	0-20	26	4,6	0,02	0,00	0,00	0,01	1,1	1,88
Malange	-	0-20	21	5,1	0,61	0,00	1,58	1,03	0,1	3,00

***Estes dados não são representativos para estas localidades, a ideia de apresentar este resumo de dados, de um universo variável e de amostras não representativas é para o leitor ter uma ideia do estado actual da fertilidade química do solo de algumas zonas de Angola, e assim estar atento na hora de planificação e implantação de projectos agropecuários.**

A acidificação abaixo de pH 5,5, como mostra a Figura 5, aumenta a solubilidade do solo de Al⁺³, Fe e Mn⁺², e impacta negativamente o crescimento e os rendimentos das plantas. Em solos fortemente acidificados, o Al⁺³ acumula-se no sistema radicular das plantas, de preferência, uma pequena quantidade é translocado para a parte aérea da planta. O efeito do Al⁺³ no desenvolvimento radicular se caracteriza por uma inibição do alongamento do eixo principal, as raízes laterais e nas pontas se tornam mais grossas, ou seja, não há existência de raízes finas, o que limita a absorção de água e nutrientes.

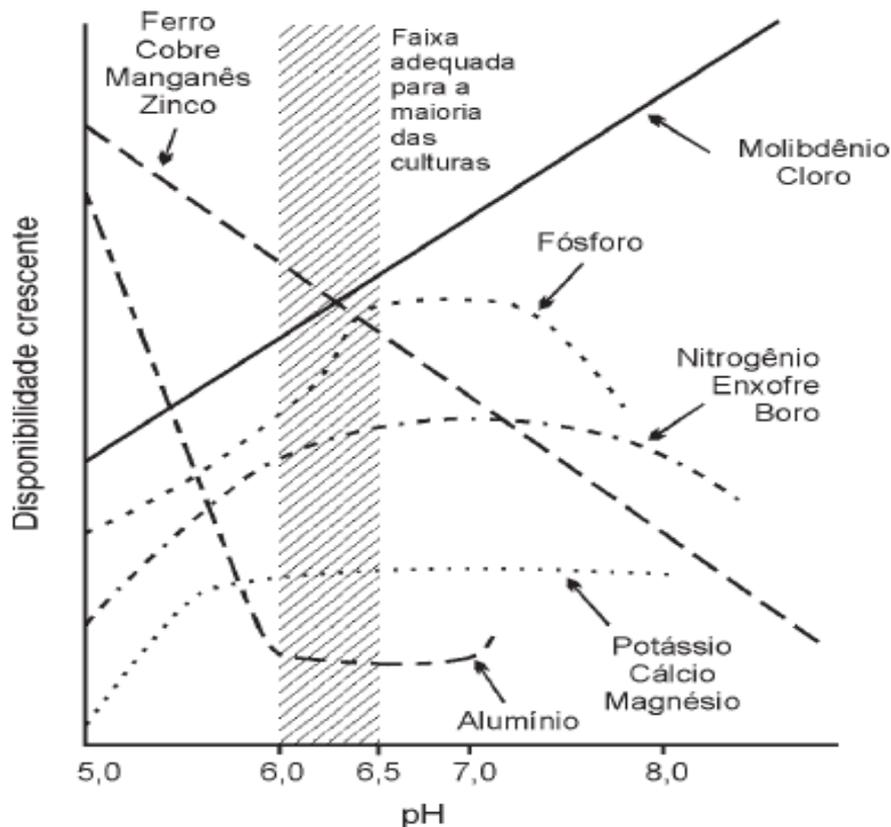


Figura 6. pH e a disponibilidade de nutrientes no solo (Lopes, 1998).

O sistema radicular é reduzido, poucas ramificações laterais, ocupando pequeno volume de solo, o que prejudica a planta na absorção de água e nutrientes no perfil do solo. O pH do solo quando atinge valores baixos (Figura 6) afecta a solubilidade de certos elementos (Figura 6), o que influencia negativamente a produção e a produtividade das culturas.

4. CORRECÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO (CALAGEM)

A calagem é considerada uma das práticas agrícolas mais antigas, tendo sido usada pelos romanos há mais de três mil anos (McCool & Millar, 1918; Kelley, 1948). Os gregos aplicavam marga (depósito de argila misturado com calcário) ao solo e os romanos aprenderam essa prática dos gregos. Plínio, que viveu entre os anos 62-113 d. C., dizia que o calcário deveria ser distribuído em uma fina camada e que uma aplicação seria "suficiente para muitos anos, mas não para 50" (Tisdale et al., 1993).

O termo calagem, como é usado em agricultura, significa adição ao solo de qualquer composto contendo Ca ou Mg e que seja capaz de reduzir a acidez. As substâncias mais importantes são carbonatos; óxidos e hidróxidos de Ca e de Mg. Sulfatos e cloretos de Ca e de Mg não têm efeito como correctivo de acidez. O calcário agrícola é extraído de minas e a maioria é submetido apenas ao processo físico de moagem.

A aplicação de calcário a solos ácidos, aliado a outras práticas de melhoria da fertilidade e do manejo do solo, tem a função de elevar a capacidade produtiva do solo, mediante o aumento da capacidade de troca de catiónica, aumento da disponibilidade de nutrientes e insolubilização de elementos tóxicos às plantas, que, no conjunto, se traduz em aumento de rendimento das culturas, um requisito básico para viabilizar economicamente a demanda actual de produção de alimentos do país e melhorar a sustentabilidade econômica da actividade agrícola.

Nos Estados Unidos, a calagem teve início entre 1825 a 1845 na região /este, no estado de Virginia, por Edmund Ruffin (Tisdale et al., 1993), e gradualmente foi sendo adotada á medida que a colonização ocorreu na direcção oeste do país (McCool & Millar, 1918). No Brasil, a calagem provavelmente vem sendo usada desde a década de 20, pois nessa época, em 1923, no Rio Grande do Sul, foi instalada a primeira indústria de calcário (Wiethoiter, 2000).

Em Angola a calagem não é uma prática comum na agricultura, por falta de informação técnica principalmente, políticas que visam a incentivar a sua utilização e o custo elevado do calcário.

Os trabalhos de investigação sobre a correcção da acidez dos solos (calagem) em Angola começaram na década de 60, segundo o relatório do Instituto de Investigação Agronómica de Angola (IIAA, 1972), os resultados nunca foram publicados, tendo sido paralisadas depois de 1975 devido a independência nacional e posterior guerra civil que assolou o país até no ano de 2002. Quase que não existe informações sobre a calagem no país. As pouquíssimas informações acerca dos efeitos da utilização de correctivos da acidez do solo (calagem) nos solos de Angola, foram realizadas no com solos Estação Experimental Agrícola da Chianga (EEAA).

Algumas informações sobre a correcção da acidez ou efeito do uso de calcário (calagem) nos solos de Angola são apresentadas a seguir em alguns trabalhos realizados por, (Auxtero et al., 2012; Delfim, 2014; Zacarias, 2015 e Neto, 2017). Auxtero et al., (2012) determinou a quantidade de diferentes formas de P aplicando diferentes níveis de superfosfato e fosfato de rocha (Fertigafsa) e calcário por fracionamento sequencial e, avaliou as relações entre os constituintes coloidais do solo e o conteúdo de P sequencialmente fraccionado Figura 6, na profundidade de 0 – 20 e 20 – 40 cm dos horizontes dos solos da EEAC. O solo foi incubado durante 6 meses a 80% da capacidade de campo. Os efeitos da aplicação de diferentes doses de calcário no pH do solo são apresentados a seguir na Figura 7.

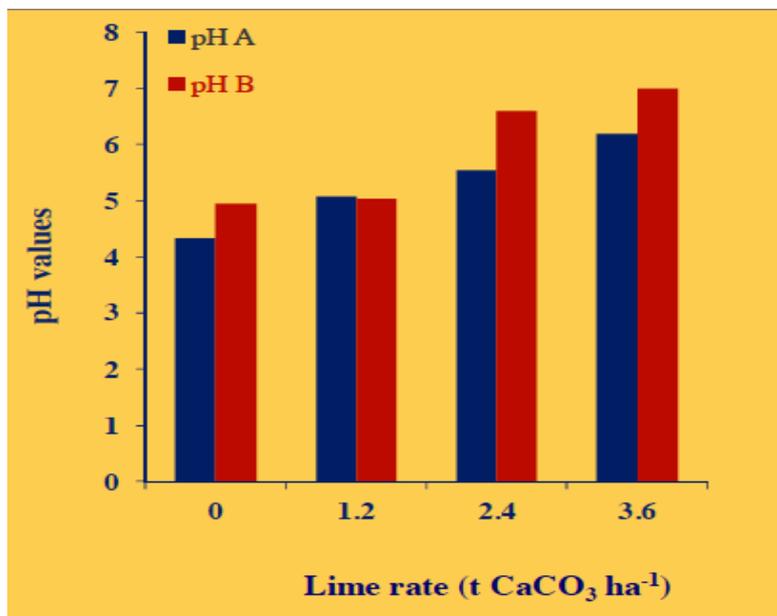


Figura 7. Efeito da aplicação de calcário (t ha⁻¹) nos valores do pH, depois de 6 meses de incubação. (A= camada de 0 – 20 e B = 20 – 50 cm) (Auxtero et al., 2012).

Delfim (2014), avaliou os efeitos de doses crescentes de calcário em duas épocas, após sua aplicação no solo sobre as alterações nas propriedades químicas, bem como a comparação de alguns métodos para determinação da necessidade de calcário, (neutralização de Al e Neutralização do Al mas elevação dos teores de cálcio e magnésio trocáveis) de um solo Ferralítico

amarelo da EEA - Chianga, a 0 – 20 cm. Os resultados são apresentados na Tabela 2, os efeitos da aplicação de calcário do tipo calcítico no solo, após 60 e 90 dias de incubação a 70% da capacidade de campo do solo, Tabela 2.

Tabela 2. Efeito das doses calcário nas propriedades química do solo (Delfim, 2014).

Tratamentos t ha ⁻¹ (CaCO ₃)	pH		Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	Al ³⁺	CTCE	m
	H ₂ O	CaCl ₂						
60 dias após a incubação								
0	4,1	3,9	0,23	0	0,43	0,80	1,23	1,23
1	4,3	4,3	0,86	0	1,06	0,48	1,54	1,54
2	4,8	4,5	1,78	0	1,99	0,38	2,37	2,37
4	5,3	5,5	2,93	0	3,14	0,22	3,36	3,36
6	5,8	5,7	4,10	0	4,33	0,22	4,55	4,55
8	6,3	5,9	4,91	0	5,12	0,22	5,34	5,34
90 dias após a incubação								
0	4,1	3,9	0,23	0	0,37	0,80	1,17	68,43
1	4,5	4,3	0,98	0	1,11	0,46	1,57	29,22
2	5,0	4,8	1,85	0	2,01	0,33	2,34	14,11
4	5,6	5,4	3,17	0	3,33	0,20	3,53	5,67
6	6,0	5,9	4,89	0	5,08	0,20	5,25	3,81
8	6,5	6,3	5,96	0	6,12	0,20	6,32	3,17

CTCE = capacidade de troca catiónica efectiva; SB= soma de bases e m = saturação por alumínio.

Concluiu que: Os dois métodos de determinação da necessidade de calagem estudados subestimaram a dose para determinar a quantidade de calcário para se atingir um pH de 6,0 quando comparados pelo método incubação, onde este valor de pH se conseguiu na dose de 6,0 t.ha⁻¹, e pode se observar que seria necessário mais do que a quantidade de calcário determinada analiticamente pelos dois métodos para se obter este valor.

O mesmo autor ainda, recomenda que quando se faz a calagem utilizando calcário do tipo calcítico e os níveis de Mg²⁺ no solo forem considerados baixos na análise de solo é necessário fazer o fornecimento deste nutriente utilizando outras fontes de Mg, mas, sempre procurando manter a relação Ca:Mg em torno de 4:1 ou 3:1.

Zacarias (2015), estimou as quantidades ideais de calcário para o aumento do pH e enriquecimento dos solos com os nutrientes essenciais na área

experimental da Chianga – Huambo Tabela 3, em um solo ferralítico vermelho. A tabela 2, é apresentada a seguir.

Tabela 3. Efeito da aplicação de calcário no pH após 30, 60 e 90 dias em um solo ferralítico vermelho da Chianga a 0 – 20 cm (Zacarias, 2015).

Tratamentos t ha ⁻¹ (CaCO ₃)	pH-H ₂ O		
	Período (dias)		
	30	60	90
0	4,54	4,54	4,43
1	4,64	4,80	4,78
2	4,76	4,91	4,97
3	4,82	5,14	5,19
4	5,13	5,31	5,31
5	5,20	5,43	5,38
6	5,36	5,58	5,57
7	5,46	5,65	5,65
8	5,77	5,79	5,79

Mas recentemente, Neto (2017), avaliou o efeito da aplicação de calcário dolomítico, de fertilizantes e de resíduos orgânicos na produção de milho e em características químicas gerais do solo. Utilizou um solo Fracamente Ferralítico Amarelo, na EEA da Chianga, aplicando o equivalente a 5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico. Trabalhando em condições de campo e em vaso (estufa), este autor afirma que, a aplicação de calcário, tanto nos ensaios em vasos como nos de campo, elevou o valor de pH do solo até 6,3; sendo significativamente mais elevado em relação aos tratamentos na qual não foram aplicados o calcário dolomítico não ocorreu. A elevação de pH foi paralela ao aumento da concentração de bases de troca (nomeadamente Ca²⁺ e Mg²⁺), promovendo a diminuição da concentração de Al³⁺ de troca e naturalmente a forte redução do grau de saturação em alumínio no complexo de troca. Os resultados do ensaio de campo indicam que, apesar do tempo decorrido após a aplicação do calcário dolomítico (cerca de 17 meses), os respectivos efeitos foram observados principalmente até 10 cm de profundidade do solo, sendo muito atenuados na camada de 10-20 cm e quase inexistentes a partir de 20 cm de profundidade. Além disso, a incorporação manual (com enxada) implicou a incorporação do calcário dolomítico a pequena profundidade (até 10 cm de profundidade) e,

portanto, houve mobilidade limitada dos elementos solubilizados no solo (Neto, 2017).

O mesmo autor conclui também que, as aplicações de calcário dolomítico, de fertilizantes e de resíduos orgânicos mostraram-se determinantes para o aumento da produção de milho e também para a disponibilidade de nutrientes e a melhoria da qualidade do solo (redução da concentração de Al de troca e do respectivo grau de saturação).

A correcção ou calagem nos solos tropicais como os de Angola deve influir sobre a soma de bases, consequentemente elevando a disponibilidade de nutrientes e aumento o complexo de troca para as plantas e o valor da CTC efectiva. A correcção pela calagem também satura o complexo de troca com cálcio e magnésio e eleva o pH até um nível em que o Al se torne praticamente indisponível para as culturas.

A calagem é, então, prática fundamental para a melhoria do ambiente radicular das plantas e, talvez, a condição primária para ganhos de produtividade nos solos. Já se afirmou por diversas vezes que a sub-utilização da calagem é um dos principais factores de subprodutividade de muitas culturas na agricultura de Angola. A baixa fertilidade destes solos não devera ser só à acidez induzida pelo Al^{3+} , devendo também estar em correspondência com a pobreza de bases de troca, principalmente no que respeita ao Ca e ao Mg. (Dias, 1969, Neto et al., 2012; Neto, 2017).

A prática utilizada para a correcção da acidez na camada arável (0 a 20 cm) do solo é a calagem. Uma calagem bem feita irá neutralizar o Al^{3+} do solo e fornecer Ca e Mg como nutrientes. Além disso, promove o aumento da disponibilidade do fósforo e outros nutrientes no solo, assim como a capacidade de troca catiónica efectiva e da actividade microbiana, e outros benefícios.

A quantidade de calcário a ser utilizada em determinada área depende do tipo de solo e do sistema de produção a ser desenvolvido.

Em Angola não existe nenhum método definido e calibrado para determinar a necessidade de calcário (NC) dos solos.

5. MÉTODOS PARA RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM

A necessidade de calagem pode ser calculada através de diferentes métodos preconizados na literatura. O melhor método a ser utilizado em cada região será aquele que foi calibrado ou adequado para aquelas condições.

A seguir apresentamos alguns métodos citados na literatura e que podem ser adequar e calibrados para a realidade angolana:

A) - Neutralização do alumínio

Um dos critérios mais simples de recomendação de calagem é aquele baseado na neutralização do alumínio. Isso prende-se ao facto de o alumínio trocável ser considerado um dos principais componentes relacionados à acidez dos solos. A fórmula utilizada é a seguinte:

$$\text{Necessidade de calcário em t ha}^{-1} (\text{NC}) = \text{Al}^{3+} \times f$$

Onde,

O Al^{3+} expresso em $\text{Cmol}_c \text{ kg}^{-1}$

$f = 1,5$ para culturas tolerantes a acidez (ex. gramíneas)

$f = 2,0$ para culturas não tolerantes a acidez (ex. leguminosas)

Deve-se considerar que a dose de calcário calculada por esse método é insuficiente para elevar o pH do solo de modo sensível, geralmente só atinge até pH 5,50, ou um pouco menos (Lopes et al., 1991).

B) - Neutralização do alumínio trocável e/ou a elevação dos níveis de cálcio e magnésio trocáveis.

$$\text{NC (t ha}^{-1}\text{)} = [2 \times \text{Al}^{3+} + (2 - \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})]$$

ou

$$\text{NC (t há}^{-1}\text{)} = [\text{Y} \times \text{Al}^{3+} + (\text{X} - \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})]$$

O valor Y é variável em função da textura do solo, e o valor X é variável em função da exigência da cultura.

Y é igual a;

1 para solos arenosos (< 15% de argila)

2 para solos de textura média (15 a 35% de argila)

3 para solos argilosos (> 35% de argila)

X é igual a;

2 para a maioria das culturas

1 para eucalipto (por exemplo)

3 para cafeeiro (por exemplo)

devendo ser utilizada a maior recomendação.

As doses de calcário, obtidas através dos critérios descritos no método 2, referem-se a calcário com PRNT – 100%. Para calcários com valores de PRNT diferentes de 100%, é necessário corrigir a dose de acordo com a fórmula:

Dose calculada x 100/PRNT = dose a ser aplicada

Exemplo:

Dose calculada = 3,0 t/ha de calcário

PRNT do calcário = 67%

Dose a ser aplicada = $3,0 \text{ t ha}^{-1} \times 100/67 = 4,5 \text{ t há}^{-1}$ de calcário

C) – Saturação por bases

Baseia-se na relação existente entre pH e saturação por bases. Na fórmula são considerados parâmetros referentes à solo, correctivo e cultura específica.

$\text{NC (t ha}^{-1}\text{)} = \text{CTC (V}_2 - \text{V}_1) / \text{PRNT}$

Onde:

NC = necessidade de calcário

CTC = capacidade de troca de catiónica a pH 7,0 = $(\text{K}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{Al}^{3+})$

V_2 = saturação por bases desejada para a cultura a ser implantada

V_1 = saturação por bases actual do solo = $\text{S} \times 100/\text{T}$

S = soma de bases = $(\text{K}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^{2+})$

PRNT = poder relativo de neutralização total.

*Todos os elementos devem estar expressos em $\text{Cmol}_c \text{ kg}^{-1}$

Todos estes métodos estão calibrados para utilizar calcário com PRNT de 100%, caso o calcário tenha um PRNT inferior a 100% deve multiplicar o resultado obtido na necessidade de calcário pelo resultado da divisão de $F = 100/\text{PRNT}$, como explicado nos métodos anteriores.

D) – Segundo o pH (água)

Dependendo principalmente do seu conteúdo de matéria orgânica, os solos diferem na sua capacidade tampão. O poder tampão se refere a “resistência” que o solo mostra para mudar o seu nível de pH. Maior conteúdo de matéria orgânica, o solo apresenta maior poder tampão. Quer dizer que se requer maior

quantidade de correctivo para produzir uma mudança no pH de um solo que tenha menos matéria orgânica.

Para calcular a dose de calcário necessário para produzir uma determinada mudança no pH do solo, pode se recorrer a esta fórmula:

Necessidade de calagem CaCO_3 (kg ha^{-1}) = $[(\text{pH a alcançar} - \text{pH actual})/\text{poder tampão}] \times 1.000$

E) – Incubação

Para determinações de quantitativos de calcário é muito utilizado em trabalhos científicos, sendo citado por vários autores, que a incubação de amostras substanciais (500 a 1000 gr) com diferentes quantidades de calcário até se completar o equilíbrio produz uma curva na qual a necessidade de calcário pode ser determinada para qualquer pH.

O método incubação pode ser utilizado para a recomendação da dosagem de calcário necessária para atingir os valores referenciais dos índices de acidez. Em função de sua precisão, é muito importante para a calibração de outros métodos mais práticos, sendo caracterizado como método padrão. Para este método, devem ser utilizados solos com características representativas da região ou da propriedade, aplicando-se doses crescentes de carbonato de cálcio. Com a determinação dos índices de acidez (pH, Al, %Al, V%), são elaboradas curvas de neutralização. Com isso, pode-se, pelas curvas de calibração como mostra a Figura 8, e assim determinar a dosagem de CaCO_3 necessária para atingir o critério de tomada de decisão de calagem no solo para atingir o pH desejado.

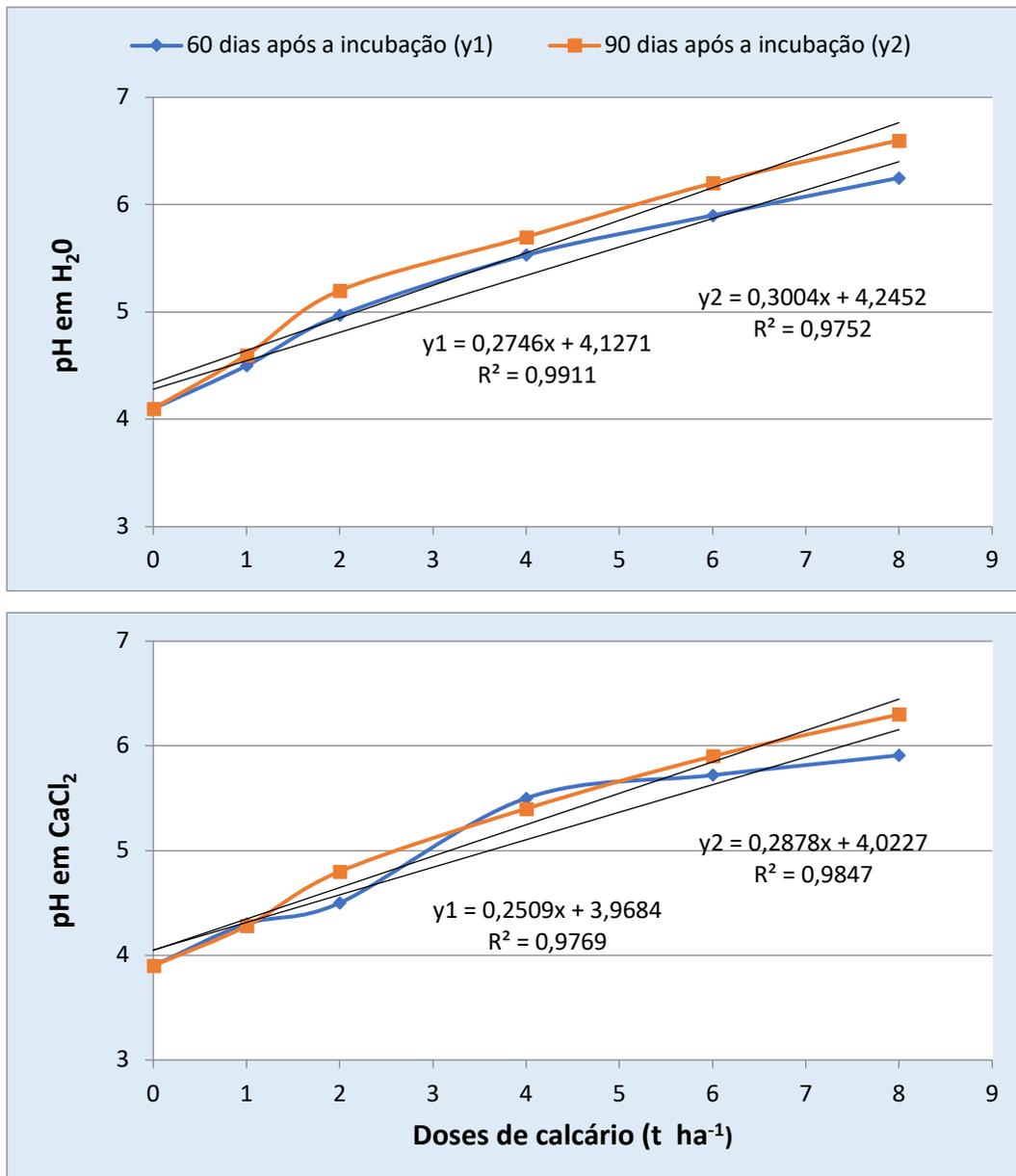


Figura 8. Exemplo de curva de neutralização para a determinação a dose de calcário obtida pelo método de incubação (Delfim, 2014).

Malavolta (1981) relata que, mesmo demandando muito tempo, a incubação do solo com calcário é o método padrão para se determinar a quantidade ideal do correctivo a ser utilizado, servindo também como base para calibração de outros métodos.

É comum encontrar, no cálculo da necessidade de calagem pelos vários métodos resultados diferentes a ser utilizada. A escolha dependerá do grau de tecnologia usada pelo produtor.

O melhor método vai depender daquele que mostrou melhor resultado nos diversos tipos de solos encontrados por cada região ou país. O técnico deve consultar os manuais de recomendação de calagem e adubação de cada região (caso existam), pois são resultados de trabalhos de pesquisas e de acordo com os métodos de calibração utilizados para a correlação (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999).

Para a nossa realidade estes trabalhos, que recomendam o melhor método ou as quantidades de correctivo a utilizar para cada região do país não existem ainda informação referentes. Assim sendo recomendamos a utilização do método, mas simples, de acordo com a realidade de cada produtor ou região que podem ser calibrados mesmo na sua propriedade através de consultoria especializada.

5.1. Correctivos da acidez

Os correctivos da acidez do solo mais utilizados são as rochas calcárias moídas, chamados simplesmente de "calcários", classificados, de acordo com a concentração de MgO, em calcíticos (menos de 5%), magnesianos (5 a 12%) e dolomíticos (acima de 12%) mas estas classificações variam de região para região Tabela 4. Também existem os calcários calcinados. Quanto à granulometria, é necessário que cada país regule baseando em pressupostos técnicos e científicos a utilização destes insumos através de legislação. Em Angola desconheço a existência de legislação de correctivos agrícolas vigente ou algum outro documento oficial que trata desta matéria. Por esta razão utilizaremos como exemplo a legislação brasileira de correctivos, tendo em conta a proximidade de alguns solos e climas do Brasil aos de Angola.

Tabela 4. Classificação dos calcários de acordo com o teor de óxido de magnésio (MgO)

Classificação	Teor de MgO %
Calcítico	< 5
Magnésiano	5 – 12
Dolomítico	≤ 12

Quanto à granulometria, a legislação brasileira exige que pelo menos, 95% do material correctivo passe em peneira de 2 mm (ABNT n.º 10), 70% em peneira de 0,84 mm (ABNT n.º 20) e 50% em peneira de 0,30 mm (ABNT n.º 50).

Do ponto de vista químico, de acordo com a natureza do material, os mínimos exigidos pela legislação são os apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Valores mínimos, do poder de neutralização (PN) e da soma dos teores de cálcio e de magnésio, exigidos pelo Ministério da Agricultura (Brasil), e valores correspondentes com o uso do Sistema Internacional de Unidades (Rai et al., 1996).

Material	Poder de neutralização		Soma de cálcio e magnésio	
	Equiv. CaCO ₃	Mol	CaO + MgO	Ca + Mg
	%	mol _c kg ⁻¹	%	g kg ⁻¹
Calcário moído	67	13	38	250
Calcário calcinado agrícola	80	16	43	280
Cal virgem agrícola	125	25	68	450
Cal hidratado agrícola	94	19	50	330
Escórias	60	12	30	200
Outros	67	13	38	350

O poder de neutralização (PN), expresso atualmente em percentagem de "equivalente carbonato de cálcio", representa o teor contido de neutralizantes. Seu valor pode ser determinado no laboratório ou calculado, nos casos em que a totalidade do cálcio e do magnésio esteja na forma de óxidos, hidróxidos ou carbonatos, o que lhes confere o poder neutralizante dos compostos. O cálculo é feito por:

$$PN = CaO(\%) \times 1,79 + MgO(\%) \times 2,48.$$

Como as partículas mais grosseiras dos correctivos da acidez não dissolvem no solo, no período de alguns meses, usa-se outra expressão, que deprecia as partículas menos reativas. Trata-se do poder relativo de neutralização total (PRNT), calculado por:

$$PRNT = (PN \times RE) / 100.$$

O PRNT representa, assim, o valor do PN multiplicado por RE, que indica a reatividade de partículas de calcário de diferentes tamanhos, em relação ao

carbonato de cálcio finamente moído, em um período de três meses. A eficiência relativa é calculada por:

$$RE = 0,2x + 0,6y + z.$$

sendo x a percentagem do material retido na peneira ABNT n.º 20, y o material retido na peneira ABNT n.º 50 e z o material que passa pela peneira ABNT n.º 50. O material retido na peneira ABNT n.º 10 é considerado como tendo reatividade nula.

O gesso é um material que vem sendo usado para aumentar os teores de cálcio e reduzir a saturação de alumínio em solos ácidos. Trata-se, basicamente, de sulfato de cálcio e as exigências para comercialização são teores mínimos de 13% de S e 16% de Ca. O gesso tem ação totalmente diferente dos correctivos do (**Quadro 6**), e por não ter acção directa sobre a acidez, não se aplicam a ele os conceitos discutidos acima. Ou seja, o gesso agrícola não altera o pH do solo (não é um correctivo agrícola).

Ao adquirir um correctivo, é importante considerar o custo do produto por unidade de PRNT, posto na área a corrigir e não o custo por tonelada de produto. Além do PRNT do correctivo, deve-se também considerar o seu teor de Mg, por ser este um nutriente geralmente determinado em menor teor que o Ca nos solos ácidos de Angola. Por essa razão, como orientação geral, recomenda-se optar, sempre que possível, por correctivos que contenham magnésio, como os calcários dolomíticos.

Nos casos em que só existe calcário calcítico e a análise do solo mostra deficiência de magnésio, deve-se corrigir recorrendo a fertilizantes magnesianos ou que contenham magnésio para suprir as necessidades dos cultivos.

5.2. Materiais calcários

São apresentadas, a seguir, a descrição do óxido de cálcio; hidróxido de cálcio; calcários calcíticos, magnesianos e dolomítico; calcário calcinado; margas e escórias;

Óxido de cálcio (CaO) - Também conhecido como cal viva, cal virgem ou calcário rápido, o CaO é um pó branco, muito desagregável na mão. É fabricado pela queima do calcário calcítico em fornos e sua pureza depende da matéria prima. Quando adicionado ao solo, reage quase imediatamente, de modo que, quando se desejam resultados rápidos, o CaO ou hidróxido de cálcio são ideais.

Deve ser completamente misturado ao solo, pois empedra rapidamente e pode tornar-se ineficiente.

Hidróxido de cálcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ - Frequentemente chamado de cal apagado, cal hidratado ou cal construção, o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ é uma substância branca, pulverulenta, difícil e desagregável de manusear. A neutralização ocorre rapidamente quando é adicionado ao solo. É preparado através da hidratação do CaO .

Calcário calcítico (CaCO_3), calcário magnesiano e calcário dolomítico $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ – Existem vários depósitos de calcário calcítico, magnesiano e dolomítico de alta qualidade no mundo, em Angola existem alguns depósitos (Exemplo de alguns nas províncias da: (Huila, Benguela e Kuanza sul). São mais frequentemente explorados em mineração a céu aberto. Sua qualidade depende das impurezas – tais como argila – que eles contêm. Seu poder de neutralização (equivalente de CaCO_3) usualmente varia de 65 a 70% a pouco mais de 100%. São produtos apenas moídos, para posterior utilização.

Calcário calcinado - Os calcários calcinados, que tanto podem ser calcíticos, magnesianos ou dolomíticos, são fabricados pela calcinação das rochas em fornos e posterior moagem. O grau de calcinação pode ser total ou parcial, o que dá ao produto finais diferentes graus de poder relativo de neutralização total.

Margas – margas são depósitos moles, não consolidados, de CaCO_3 , que ocorrem em muitas áreas. A espessura dos depósitos pode atingir até 10m. Estes depósitos são explorados através de sistemas de dragas ou pás mecânicas após a remoção do material superficial não aproveitável. As margas são quase sempre pobres em magnésio, e o seu poder de neutralização está inversamente relacionado com a quantidade de argila presente.

Escórias – vários tipos de matérias são classificados como escórias. A escória de siderurgia é um subproduto da fabricação do ferro gusa. As escórias de básica é um produto de um método de fabricação de aço a partir de ferro gusa. As escórias básicas são geralmente aplicadas pelo seu teor de fósforo, ao invés do seu valor como material correctivo. As escórias de forno eléctrico resultam da redução, em um forno eléctrico, do fosfato de rocha na preparação do fósforo elementar. É um resíduo, geralmente comercializado a baixo preço dentro de um raio limitado em torno do local de produção.

Poeira calcária – A poeira calcária é um subproduto da produção de cimento e contém uma mistura de CaO , CaCO_3 , K_2O , KCO_3 e outras matérias. O material

é muito fino e difícil de manusear. Com partículas finas, entretanto, é um produto ideal para ser usado em suspensão fluidas. A presença de óxidos, contudo, pode levar o pH das suspensões a cerca de 12.

Outros matérias – um grande número de subprodutos industriais pode conter quantidades consideráveis de matérias calcáreas. Estes produtos devem ser analisados antes de seu uso, quanto a teores de elementos ou compostos que podem causar danos ao ambiente.

Alguns destas matérias calcáreas, (calcário calcítico, magnesiano e dolomito) estão disponíveis no mercado angolano, (mas somente em algumas províncias), em sacos de 100 kg e/ou big bags de 1tonelada e também a granel em alguns casos. Mas o custo elevado do calcário praticado no mercado nacional inviabiliza muita das vezes a sua aquisição por parte dos pequenos agricultores que na sua maioria vivem em pobreza extrema, mesmo também por parte de alguns agricultores com algum poder de compra, tem dificuldades em adquirir esses insumos, que são básicos para a prática da agricultura, no sentido de se aumentarem as produções e conseqüentemente combater a fome e a pobreza de forma geral.

5.3. Modos e épocas de aplicação

O calcário deve ser incorporado ao solo com a maior antecedência possível ao plantio (30, 60, 90 e 180 dias) este tempo vai depender da qualidade do correctivo, Tabela 6, para melhor reacção do correctivo. É importante um bom contacto do calcário com o solo e, para isso, recomenda-se a pré-incorporação com grade e depois a aração profunda ou aplicar metade antes da aração e metade depois, para incorporação com gradagem. A incorporação profunda também é importante. Não é aconselhável a incorporação rasa, com grade, principalmente em solos que estão sendo corrigidos pela primeira vez, pois pode resultar em excesso de calagem próximo à superfície do solo, acarretar deficiências de micronutrientes e limitar o aprofundamento do sistema radicular. A distribuição não uniforme de calcário acarreta conseqüências no solo, pós cria bandas de maior e menor concentração de calcário e pH muito variável em um mesmo talhão, em alguns casos chega mesmo a alcalinizar o solo, causando outro problema de degradação química do solo. Como apresentamos nas figuras abaixo.



Figura 9. Aplicação e distribuição não uniforme de calcário no solo

Para rotações que incluem leguminosas, que necessitam pH mais altos, o calcário deve ser aplicado de três a seis meses antes da sementeira, especialmente em solos muito ácidos. A calagem feita poucos dias antes da sementeira ou plantação, as plantas não serão totalmente beneficiadas da calagem, porque o calcário pode não ter tempo suficiente para reagir com o solo.



Figura 10. Aplicação e distribuição uniforme de calcário

As formas de calcários de (óxido de cálcio e hidróxido de cálcio) devem ser aplicados (espalhados) no solo com bastante antecedência ao plantio para prevenir danos as sementes na germinação.

Em culturas perenes formadas ou em sistemas de plantio direto, nos quais não se fará a aração, o calcário deve ser aplicado em área total e, quando possível, em quantidades maiores nas partes adubadas do terreno. Se possível, incorporar levemente com grade (caso seja necessário), sem danificar as raízes das plantas. É importante lembrar que é preciso incorporar muito bem o calcário na formação de culturas perenes ou no início de sistemas de produção em plantio direto, já que aplicações superficiais atuam lentamente nas camadas mais profundas do solo, e um solo mal corrigido no início comprometerá a produtividade por muito tempo.

O ideal, sobretudo quando se opta pelo sistema de plantio direto é fazer a correção do perfil do solo antes (de preferências até 40 cm de profundidade) para evitar problemas futuros. Depois pode ser feito gradualmente a correção superficial sempre que necessário.

A calagem pode ser feita em qualquer época do ano, contudo é importante que a aplicação do calcário seja realizada com a maior antecedência possível ao

plantio e/ou adubação. No caso de não ser possível aplicar o calcário com antecedência necessária, pode-se utilizar produtos com maior PRNT Tabela 5. o sucesso da calagem vai depender do cumprimento dos supostos básicos desta operação.

5.4. Armazenamento dos correctivos

Os correctivos (calcario) devem ser armazenados correctamente em locais apropriados para evitar perdas do material que podem se perder com a chuva, vento e prevenir a criação de bandas com amontoados de calcário prevenindo assim a contaminação do solo e água.



Figura 11. Calcário armazenado incorretamente.

5.5. Selecção do material calcário: alguns aspectos da qualidade

Na selecção do material calcário, verifique seu valor neutralizante, seu grau de finura e sua reactividade. Onde o magnésio do solo for baixo ou deficiente, como em muitos solos altamente intemperizados dos trópicos, como é o caso de muitos dos nossos solos, o teor deste nutriente no calcário deverá ser um factor determinante na selecção do material correctivo, isto é, deve-se utilizar calcário

magnesiano ou dolomítico Tabela 5. Quando isto não é possível o magnésio deve ser suprido de outra fonte.

O poder de neutralização do calcário é determinado pela comparação pelo poder de neutralização do carbonato de cálcio puro (CaCO_2). Considerando-se o poder de neutralização do CaCO_2 como 100, o poder de neutralização dos outros matérias pode ser determinado. Este valor é chamado de **poder relativo de neutralização total ou equivalente de carbonato de cálcio**. o poder relativo de neutralização de vários materiais calcários comuns é mostrado a seguir na Tabela 5.

Quando uma quantidade de calcário é misturada com o solo, a sua velocidade de reacção e grau de reactividade são determinados pelo tamanho das partículas. As partículas grosseiras de calcário reagem mais lentamente e menos completamente. As partículas finas de calcário reagem mais rapidez e muito mais completamente.

Tabela 6. Poder relativo de neutralização de vários materiais calcários

Material calcário	Poder relativo de neutralização
Carbonato de cálcio	100
Calcário dolomítico	95 – 108
Calcário calcítico	85 – 100
Farinha de ostras cozidas	80 – 90
Margas	50 – 90
Cal viva	150 -175
Farinha de ostras queimadas	90 – 110
Cal hidratada	120 – 135
Escorias básicas	50 – 70
Cinza de madeira	40 – 80
Gesso	Nenhum
Subprodutos	Variável

Fonte: Lopes 1996

O custo do calcário aumenta com a finura do material moído e do PRNT. Porque a maior gasto de energia no processo. A meta é um material que necessite um mínimo de moagem, e que tenha suficiente material fino, para causar uma rápida mudança no pH. Como resultado os materiais calcários para agricultura têm tanto material grosseiro quanto material fino.

5.6. Supercalagem

A quantidade de calcário a aplicar deve ser definida pela análise de solo para evitar uma aplicação de quantidade superior a necessária. A calagem em excesso é tão prejudicial quanto a acidez elevada, com o agravante que a supercalagem é de muito mais difícil correcção. Com a supercalagem há a precipitação de diversos nutrientes do solo, como o P, Zn, Fe, Cu, Mn, além de maior predisposição à danos físicos.

5.7. Benefícios da calagem

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:

- ⇒ 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

5.8. Factores para o sucesso da calagem

- a) Definição da dose
 - ⇒ Amostragem do solo
 - ⇒ Análise química do solo
 - ⇒ Método utilizado
 - ⇒ Cultura e variedade
- b) Aplicação do correctivo
 - ⇒ Época de aplicação

- ⇒ Localização/ homogeneidade
- ⇒ Profundidade de incorporação

c) Características do correctivo

- ⇒ Teor de MgO
- ⇒ Reatividade(finuria)
- ⇒ PRNT [(PN – CaO e MgO) + RE (granulometria)]
- ⇒ Efeito residual

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A baixa fertilidade dos solos de Angola é uma realidade, por isso é necessário a adoção de práticas que visam a melhorar a sua fertilidade, para a obtenção de melhores rendimentos das culturas, principalmente os pequenos e médios produtores.

O emprego de calcário como correctivo da acidez de solos é uma prática inquestionável, eficiente e sem contestação técnica ou ambiental, que permite obter alta produtividade das culturas em solos ácidos e com presença de alumínio trocável e, ou deficientes em cálcio e magnésio. O sistema de tomada de decisão para o estabelecimento da necessidade de correção e de dose de calcário evoluiu muito nos últimos anos, em países com presença de solos ácidos, com reflexos importantes no cenário agrícola, mas em Angola esta prática (tema) nunca foi nem tido nem achado, ou seja, não faz parte da cultura agrícola angolana. Porém, existe uma necessidade de se estudar algumas questões sobre métodos de recomendação, doses, forma de aplicação, efeito residual e a mensuração de seus efeitos em profundidade quando aplicado em superfície para as condições agroecológicas de Angola, ademas da produtividade e assim promovermos a incorporação desta prática na nossa agricultura.

Pode-se considerar que a primeira calagem é fundamental na implantação de um sistema agrícola, quer seja conduzido da forma convencional ou sob plantio direto. A dose deve ser estimada em função da acidez (utilizando um método adequado através de assistência técnica especializada) e suficiente para elevar os valores de pH que permitam uma saturação por bases próxima a 80% a depender sempre da cultura que se pretende instalar. O calcário deve ter incorporação profunda e, no manejo da área, devem ser adotadas práticas conservacionistas.

Os produtores (agricultores) devem procurar sempre que possível assistência técnica nesta matéria com vista maximizar a produção e reduzir os custos de produção através da aplicação de doses correctas de fertilizantes e correctivos. A falta de empresas que se dedicam a exploração de calcário em muitas regiões do nosso país é outro problema. Ademas, dos custos associados com a transportação do material na sua maioria a centenas ou milhares de quilómetros

desde os escassos pontos de venda que existem no país, e a preços exorbitantes.

A falta de um plano (programa) nacional de correcção dos solos, continua a ser ainda a maior barreira para a realização de estudos, treinamento, divulgação da calagem e facilitar o acesso deste e outros insumos agrícolas por parte dos agricultores (produtores). Isto tudo associado a vontade política e carências de especialistas em fertilidade do solo e nutrição de plantas no país.

É necessário que o governo cria políticas que claras que visam a massificar e melhorar a exploração de calcário e outros correctivos agrícolas em diferentes partes do país, para que seja acessível aos produtores.

É responsabilidade do Governo de Angola, através do Ministério da agricultura em colaboração com os seus institutos especializados na matéria ajudar o na criação de propostas para uma futura legislação sobre fertilizantes e correctivos agrícolas em Angola.

A uma necessidade de os produtores angolanos adotarem pelo espírito de associativismo, criando cooperativas ou outros tipos de associações que podem ajudar e minimizar os seus problemas de base.

7. Bibliografia consultada

Auxtero, E.; Madeira, M.; Monteiro, M.C.H. 2012. Extractability of P in major soils of Angola as affected by P fertilizers and lime application. In International Congress of EUROSIL, 14th, Bari, 2-6 July. Poster.

Bernier, R., Alfaro, M. 2006. Acidez de los suelos y efecto del encalado. Instituto de investigaciones Agropecuarias, INI, Osorno, Chile.

Brasil. Instrução Normativa nº 004 de 02/08/2004. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 2004. (Aprova as definições e normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos correctivos de acidez, correctivos de alcalinidade, correctivos de sodicidade e dos condicionadores de solo, destinados à agricultura). Diário Oficial da União, Brasília.

Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 1999. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação. Viçosa, MG. P. 43-47.

Delfim, J.J. 2014. Incubação de um solo ferralítico amarelo da região da Chianga com doses crescentes de calcário. Trabalho apresentado como pré-requisito da conclusão do curso de Engenharia Agronomia, da Faculdade de Ciências Agrárias. Chianga, Huambo.

Diniz, A.C. 2006. Características Mesológicas de Angola. 2ª ed, Lisboa IPAD.

Instituto de Investigação Agronómica de Angola. 1967. Programa de trabalho para 1967. Projecto 1- estudo da fertilidade dos solos de Angola. Chianga, p1-7

Instituto de Investigação Agronómica de Angola. 1967. Programa de trabalho para 1967. Projecto 1- estudo da fertilidade dos solos de Angola. Chianga, p1-7.

Instituto de Investigação Agronómica de Angola. 1972. Relatório de 1972. Angola, p44-52.

Franco, E. C.; Raposo, J. A. 1997. Carta Generalizada dos Solos de Angola (4ª aproximação). IICT/CEP. Lisboa.

Franco, E.P.C.; Ricardo, R.P.; Raposo, J.A.; 2001. Valores médios do pH nos 30 cm superficiais da cobertura pedológica do território angolano. Sua distribuição geográfica. Anéis do Instituto Superior de Agronomia ISA, p87-104.

Kelley, W.P. 1948. Cation exchange in soils. New York: Reinhold, 144p. (ACS. Monograph, 109).

Lopes, A.S (tradução e adaptação). 1998. Manual internacional de fertilidade do solo. 2ª ed. Revisão e aplicação. Piracicaba: Potafos, 177p.

Lopes, A.S., Guilherme, L.R.G., Silva, C.1991. Acidez do solo e calagem. 3ª ed. São Paulo, ANDA. 22 p. (Boletim Técnico, 1)

Malavolta, E. Corretivos cálcicos, magnesianos e cálcio-magnesianos. In: Manual de química agrícola: adubos e adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 596p.

Mccool, M.M.; millar, C.E. 1918. Some general information on lime and its uses and function in soils. East Lansing: Michigan Agricultural College – Experiment Station, 27p. (Special Bulletin, 9 1).

Neto, A.G et al. 2012. O alumínio nos solos de angola. In: IIA & IIV. (Organização). Primeiras jornadas científicas de investigação agrária. Huambo p 37-41

Neto, A.G. 2017. O alumínio nos solos de angola. Tese apresentada para obtenção do grau de doutor em engenharia agronómica. Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

Quaggio, J.A.2000. Ácidez e calagem em solos tropicais. 1ª ed, campinas SP, Instituto agrônômico. 111p.

Raij, B. Van.; Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. 1996.

Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2 ed. rev. atual. Campinas, Instituto Agrônômico/ Fundação IAC. 285p. (Boletim técnico, 100).

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 2004. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. - 10. ed.– Porto Alegre, 2004. P.58

Sousa, D.M.G e Lobato, E. 2004. Cerrado: correção do solo e adubação. 2ªed. Embrapa, 416 p.

Soveral Dias, J.C. 1971. Estudos de tecnologia da fertilização de importantes complexos solo x planta. I-Distrito do huambo (programa) Nova Lisboa 6p.

Soveral Dias, J.C.1973. Programa de fertilização para angola. Alguns elementos para sua produção e vulgarização e uso. Serie tecnica nº 35 IIAA – Chianga. 50p.

Teixeira, A.M. 2012. A qualidade do solo e as práticas agrícolas no planalto

central de angola: in IIA & IIV. 25 e 26 de julho de 2012. Primeiras jornadas científicas de investigação agrária. Huambo p.33-36.

Tisdale, S.L.; nelson, W.L.; Beaton, J.D.; Havlin, J. L. 1993. Soil fertiity and fertilizers. Upper Saddle River: Prentice Hall, 634p.

Wiethölter, S. 2000. Calagem no Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 104p. (Embrapa Trigo. Documentos 22).

Zacarias, E.F.C. 2015. Aplicação de doses crescentes de calcário por incubação nos solos da chianga-huambo. Trabalho de fim de curso apresentado na Faculdade de Ciências da Universidade Agostinho Neto para a obtenção do grau de Licenciatura em Química. Luanda.