

UniRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

MÉTODOS DE CORREÇÃO DO SOLO SOB PROPRIEDADES
QUÍMICAS E A PRODUTIVIDADE DA SOJA

CAMILA MORAES FONSECA

Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL

2018

CAMILA MORAES FONSECA

**MÉTODOS DE CORREÇÃO DO SOLO SOB PROPRIEDADES
QUÍMICAS E A PRODUTIVIDADE DA SOJA**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL
2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação-- (CIP)

F743m Fonseca, Camila Moraes

Métodos de correção do solo sob propriedades químicas e a produtividade da soja. / Camila Moraes Fonseca. — 2018.
39 f. : il. tabs

Orientador: Prof^o. Dr. Calos César Evangelista de Menezes.
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) — Universidade de Rio Verde - UniRV, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Faculdade de Agronomia, 2018.

Inclui índice de tabelas.

1. Agronomia. 2. Correção. 3. Incorporação. I. Menezes, Calos César Evangelista de Menezes

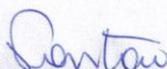
CDD: 631.41

CAMILA MORAES FONSECA

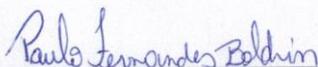
**MÉTODOS DE CORREÇÃO DO SOLO SOBRE AS PROPRIEDADES QUÍMICAS E
PRODUTIVIDADE DA SOJA**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de
Rio Verde, como parte das exigências do Programa
de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para
obtenção do título de *Magister Scientiae*

APROVAÇÃO: 20 de agosto de 2018



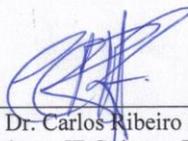
Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão
Presidente da Banca Examinadora



Prof. Dr. Paulo Fernandes Boldrin
Membro – FA/UniRV



Profa. Dra. Indiamara Marasca
Membro – FA/UniRV



Prof. Dr. Carlos Ribeiro Rodrigues
Membro – IF Goiano - Rio Verde

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar sempre comigo e com a minha família.

Agradeço a minha família que me ajuda, do jeito deles. Principalmente aos meus pais, que sem eles, isso não seria possível. E minha irmã que me auxilia.

Aos meus amigos que sempre estão dispostos a me ajudar e encorajar. Principalmente aqueles na faculdade que estavam presentes.

Agradeço grandemente a professora Veridiana por ter confiado em mim e ter paciência comigo. E sempre colocar seus alunos a dispor para me auxiliar. Aprendi muito com ela e todo esse período junto.

Ao meu orientador Carlos Cesar, pela oportunidade de fazer o mestrado.

Agradeço a faculdade, com todos os professores e funcionários, que me socorrem e foram compreensivos comigo.

À equipe do Centro Tecnológico Comigo (CTC) e Fapeg, pela área e apoio concedido para a realização deste trabalho.

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus, por ter me dado a oportunidade de continuar estudando; força para me manter e por ter me dado pais que me apoiam sempre.

E dedico para os meus pais, que são os bens mais importantes que tenho e que estão sempre ao meu lado.

E para os meus avós, que é principalmente por eles que quero chegar longe, são as pessoas que mais me fazem sonhar.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 Acidez.....	2
2.2 Calagem.....	3
2.3 Corretivos.....	4
2.4 Métodos de Necessidade de Calagem.....	5
2.5 Métodos de incorporação De Calcário.....	6
2.6 Implementos para incorporação de corretivos.....	8
2.7 Gessagem.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
5 CONCLUSÃO.....	23
6 REFERÊNCIAS.....	24

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Resultado da análise química do solo da área, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade.....	12
TABELA 2	Anava e valores das médias do primeiro ano agrícola (2015/16), para pH, Al (alumínio) e CTC (capacidade de troca catiônica).....	15
TABELA 3	Anava e valores das médias do primeiro ano agrícola (2015/16), para Ca (cálcio), Mg (magnésio) e V (saturação de bases).....	16
TABELA 4	Anava e valores de médias no primeiro ano agrícola (2015/16), para os parâmetros de produtividade, AP (altura de plantas), NV (número de vagens por planta) e PROD (produtividade).....	17
TABELA 5	Anava e valores das médias do segundo ano agrícola (2016/17), para pH, Al (alumínio) e CTC (capacidade de troca catiônica).....	19
TABELA 6	Anava e valores das médias do segundo ano agrícola (2016/17), para Ca (cálcio), Mg (magnésio) e V (saturação de bases).....	21
TABELA 7	Anava e valores de médias no segundo ano agrícola (2016/17), para os parâmetros de produtividade, AP (altura de plantas), NV (número de vagens por planta) e PROD (produtividade).....	23

RESUMO

FONSECA, C. M.; UniRV - Universidade de Rio Verde, Agosto 2018. **Métodos de correção do solo sob propriedades químicas e a produtividade da soja.** Orientador: Prof. Dr. Carlos César Evangelista de Menezes. Co-orientadora: Profa. Dra. Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão.

Uma das características principais dos solos do Cerrado é a acidez e a falta de nutrientes, que causam muitos prejuízos na produtividade da soja. Com isso a procura por métodos que diminuam a influência de indesejáveis características químicas do solo no desenvolvimento da cultura vem aumentando. A calagem é a técnica utilizada para diminuir a acidez no perfil do solo (0-20 cm) e em alguns casos é associada com a gessagem, que minimizará os efeitos da acidez em maiores profundidades (>20 cm). Assim, objetivou-se avaliar a produtividade da soja com a utilização de calagem e calagem + gessagem por diferentes métodos de aplicação destes insumos. O experimento foi realizado no Centro Tecnológico da Comigo - CTC, município de Rio Verde, por dois anos consecutivos, nas safras 2015/2016 e 2016/2017. Os tratamentos foram constituídos por três métodos de incorporação do calcário (superficial; grade aradora 36 polegadas e arado de aiveca), com três doses (0; 0,875 de calcário; 0,875 + 1,75 t ha⁻¹ de calcário e gesso). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Foi avaliada a altura de planta, número de vagens por planta, produtividade dos grãos e atributos químicos do solo nos anos agrícolas 2015/2016 e 2016/2017. Os resultados obtidos permitiram observar que no segundo ano agrícola os tratamentos com calcário e calcário mais gesso apresentaram acréscimos somente na altura das plantas. As demais variáveis avaliadas não apresentaram diferença significativa em função dos tratamentos. Enquanto nas análises de solo foi observado aumento nos valores de cálcio e magnésio em superfície e subsuperfície.

Palavras chaves: Acidez, rendimento, grade, aiveca.

ABSTRAT

FONSECA, C. M. University of Rio Verde UniRV, Agosto 2018. **Methods of soil correction under chemical properties and soybean yield.** Adviser: Prof. Dr. Carlos César Evangelista de Menezes. Co-advisers: Profa. Dra. Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão.

One of the main characteristics of the Cerrado is the acidity and lack of nutrients, which cause many losses in soybean yield. With this it is possible to find methods that diminish the influence of the undesirable chemical characteristics of the soil in the development of the crop is increasing. Liming is a technique used to reduce the acidity in the soil profile (0-20 cm) and in some cases is associated with a gesso, which limits the intensity of life in depth (> 20 cm). Thus, the aim of this study was to evaluate soybean using a calibration and liming + gesso by different methods of application of these inputs. The experiment was carried out at the Technological Center of Comigo - CTC, Rio Verde municipality, for two consecutive years, in the 2015/2016 and 2016/2017 harvests. The pulses were formed by three methods of limestone incorporation, with three doses (0, 0.875 limestone, 0.875 + 1.75 t ha⁻¹ limestone and gypsum). The experimental design was in a randomized block design, with four replications. Plant height, number of pods per plant, grain yield and soil chemical attributes in the 2015/2016 and 2016/2017 agricultural years. The results obtained showed that the second year had the treatments with limestone and limestone earlier and increases in height of the plants. As the variables do not stop being in function of the treatments. Meanwhile, soil analyzes increased calcium and magnesium levels at the surface and subsurface.

Keywords: Acidity, yield, note, aiveca.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas agrícolas são expostos a ações naturais e antropogênicas que podem ser benéficas ou prejudiciais. Os efeitos prejudiciais são normalmente conhecidos como estresses. Dentre estes, o desequilíbrio entre nutrientes no solo destaca-se como um dos mais problemáticos, pois pode restringir o desenvolvimento da planta (Corrêa et al., 2006).

A acidez do solo é, na maioria das vezes, um dos principais limitantes da produção e um dos piores fatores que envolvem o desenvolvimento das plantas, principalmente por afetar o crescimento radicular não permitindo que elas cresçam e alcancem os nutrientes. A cultura da soja reflete diretamente os efeitos da falta dos nutrientes e acidez do solo, fazendo com que a produção seja menor.

O uso de corretivos e de condicionadores favorece para o desenvolvimento das raízes. Com o uso dos mesmos, há retorno das bases ao solo e diminui a acidez, tanto em superfície, quanto em subsuperfície. O corretivo mais utilizado é o calcário, que age principalmente na camada superior do solo, diminuindo a acidez do solo. Além de adicionar cálcio e magnésio em superfície (Sousa et al., 2004). Já o gesso é um condicionador que age em todo o perfil do solo, levando as bases até 40 cm, ou mais dependendo da dose aplicada, e sua principal característica é diminuir a atividade do alumínio tóxico em profundidade, permitindo um maior desenvolvimento radicular (Sousa et al., 2004).

O uso de implementos como arado de aiveca e grade otimizam as reações dos corretivos no solo trazendo com eficiência os benefícios dos mesmos. Porém a não repetição contínua desses manejos (gradação e aração) propicia uma tendência em aumentar os teores de matéria orgânica e a concentração de nutrientes na superfície do solo, predispondo às plantas a deficiência hídrica com maior frequência (Muzilli, 1983).

Baseado no exposto objetivou-se avaliar o desenvolvimento da soja e correção de solo com a incorporação de calcário e gesso por diferentes métodos devido procura dos produtores por resultados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Acidez

Os solos de cada região apresentam características próprias do seu material de origem. Além disso, pode ocorrer desequilíbrio dos componentes químicos do solo. Os principais fatores que afetam a disponibilidade e absorção de nutrientes são, principalmente, o tipo de solo, o pH, a concentração e o equilíbrio entre a fração trocável e em solução do solo, além de interações iônicas (Malavolta, 1980; Tisdale et al., 1985).

Os solos ácidos apresentam baixas concentrações de bases, especialmente cálcio e magnésio, apesar da ocorrência generalizada destes elementos em diversos materiais de origem do solo. O principal processo de retirada destes elementos do perfil do solo é a lixiviação, através da água de percolação, que substitui as bases por hidrogênio e alumínio, intensificando a acidificação (Sousa et al., 2004).

Desde as primeiras décadas do século XX, o alumínio (Al^{3+}) foi apontado como o principal problema de solos com pH baixo ou muito baixo (Wietholter, 2000). O alumínio de forma tóxica ocorre principalmente, quando este se encontra na forma solúvel. Nos solos ácidos ($pH < 5,0$), o alumínio torna-se solúvel e, assim, ao reagir com moléculas orgânicas, modifica-as e suprime suas funções (Bulanova et al., 2001).

Os efeitos do Al são visíveis nas raízes, com um crescimento lento. Isso ocorre devido à interferência do Al no processo de divisão celular, assim as raízes paralisam o crescimento e apresentam alterações morfológicas. Além do excesso de Al prejudicar a absorção de nutrientes pelas plantas, principalmente de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio (Furlani, 1989).

No Brasil, grande parte das áreas de mata vem sendo substituída por lavouras e essa mudança na utilização do solo provoca um desequilíbrio no sistema, uma vez que o manejo adotado influenciará nos processos físico-químicos e biológicos do solo, modificando suas características (Ferreira, 1988). Outro fator a se considerar em solos brasileiros é o alto grau de intemperismo, que normalmente confere aos solos baixa fertilidade natural, apresentando esta baixa CTC, baixo pH e alta saturação por alumínio (Embrapa, 1976). Neste sentido, destaca-se a classe dos Latossolos, pois predomina em todo o território brasileiro. Os Latossolos são, em geral, muito permeáveis. Esta permeabilidade se dá em função da textura e da mineralogia do solo. Latossolos de textura

média ou, mesmo, argilosa ou muito argilosa quando gibbsíticos apresentam alta permeabilidade (Ferreira, 1988), favorecendo a lixiviação das bases.

Devido as características dos Latossolos, sua expressão e situação geográfica, condição de relevo, entre outros aspectos, estes solos constituem a classe de solo de maior utilização agrícola no país. Em consequência da intensa utilização agrícola, sendo comuns duas safras por ano agrícola nas áreas onde a precipitação pluviométrica é suficiente e bem distribuída, ou três quando sob irrigação, ocorrendo com frequência erosões (Ferreira, 1988).

Com isso o manejo adequado dos nutrientes do solo é tão mais importante, quanto maior for a remoção desses do sistema ou, quando a taxa de remoção excede a taxa natural de substituição. Assim, em condições naturais, a remoção é balanceada com a reposição natural, formando um ciclo fechado e equilibrado, o que nem sempre acontece (Alvarenga, 1996).

2.2 Calagem

A calagem é a prática agrícola utilizada para corrigir o pH quando o solo está ácido e adicionar cálcio (Ca) e magnésio (Mg) quando estes apresentam-se em baixas concentrações, além de minimizar os efeitos do alumínio (Al) em excesso. A relação cálcio e alumínio (Ca:Al) pode ser usada como indicadora de processos que contribuem para a acidificação do solo (Cronan e Grigal, 1995).

Dentre os corretivos de solo, o calcário é o mais utilizado em função do seu custo benefício. Entretanto, como este corretivo solubiliza lentamente e incorporado superficialmente (20 cm), a correção se restringe à superfície, limitando o crescimento das raízes à camada de aplicação (Sousa et al., 2004). No sistema plantio direto, onde geralmente a aplicação de calcário é feita na superfície do solo, a ação efetiva do calcário ocorre na camada de 0–10 cm (Sá, 1993, Amaral et al., 2004), se não houver íons, como nitrato, ou moléculas orgânicas carreadoras originadas de adubos verdes (Pavan, 1994 e 1998; Franchini et al., 1999), razão pela qual o sistema radicular da maioria das culturas irá predominar apenas na camada superficial do solo (Amaral et al., 2004). Isso pode ocasionar redução na produtividade das culturas, uma vez que nos solos de cerrado é frequente a ocorrência de veranicos, os quais ocasionam baixa disponibilidade de água na camada superficial (0–20 cm).

A calagem algumas vezes é utilizada de forma incorreta, pois a dose e a incorporação recomendadas nem sempre são realizadas como o indicado. As doses são diferentes para cada modo de incorporação (superficial ou incorporada) e são calculadas para incorporação do corretivo a 0,20 m de profundidade.

É incorporada em profundidade menor em razão do uso de grades aradoras intermediárias ou niveladoras. Isso se reflete negativamente nas propriedades físicas dos solos, causando sua degradação e erosão (Freitas, 1992), além de reduzir a disponibilidade de micronutrientes e, conseqüentemente, a produção das culturas.

Outro problema é a utilização de supercalagem, que as muitas vezes é realizada, devido a forma de incorporação incorreta dos corretivos. Foi evidenciado por Denardin (1984) que os efeitos da grade aradora pesada na incorporação do calcário (baseado na dose calculada para camada de 0-0,25 m) e em alguns atributos químicos de um Latossolo Vermelho do cerrado. O autor observou que, na camada abaixo de 0,15 m, onde os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} eram baixos e ocorriam altos teores de alumínio (20 mmolc dm^{-3}), houve restrição ao crescimento de raízes, expondo as culturas à erosão e tornando-as mais sujeitas aos veranicos.

A acidez do solo é um dos principais fatores capazes de reduzir o potencial produtivo dos solos tropicais. Segundo Sousa & Lobato (2004), grande parte dos solos de cerrado apresentam pH em H_2O baixo ($< 5,5$), alta concentração de Al^{3+} e baixos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , abrangendo a camada superficial (0–20 cm) e subsuperficial (> 20 cm).

Os materiais considerados corretivos da acidez dos solos são aqueles que contém como "constituintes neutralizantes" ou "princípios ativos": carbonatos, óxidos, hidróxidos ou silicatos de cálcio e ou de magnésio, isto é, compostos de cálcio e ou de magnésio de caráter alcalino e disponíveis economicamente em diversos materiais (Alcarde, 1983).

2.3 Corretivos

A correção de todo o perfil de solo se faz necessária para que o sistema radicular das culturas explore maior volume de solo, de modo que a planta absorva água e nutrientes para seu crescimento e desenvolvimento (Nolla, 2004). Para tal, é efetuada a aplicação de substâncias, capazes de neutralizar prótons da solução do solo. Os materiais empregados como corretivo de acidez são basicamente os óxidos, hidróxidos, silicatos e carbonatos (Alcarde, 1992).

O termofosfato magnesiano, além de fertilizar o solo com fósforo (P), tem efeito corretivo, graças à sua reação alcalina (pH 8,0), que reduz as concentrações de Al e manganês (Mn) no solo (Korndörfer e Gascho, 1999; Korndörfer et al., 2004a; Vitti et al., 2004). Aliado ao efeito corretivo e fertilizante, ele apresenta, também, silício (Si) em sua composição, o que pode contribuir para o controle de pragas e doenças e aumentar a tolerância ao estresse hídrico (Korndörfer et al., 2004b).

Alguns resíduos siderúrgicos, subprodutos da fabricação do ferro (Coelho, 1998) também podem ser usados na correção da acidez do solo, constituindo uma alternativa para o aproveitamento de parte desses subprodutos acumulados pelas indústrias. Sua aplicação ao solo pode liberar Ca e, ou, Mg em solução e ânions (SiO_3^{2-}) (Nolla, 2004).

2.4 Métodos de necessidade de calagem

Para recomendação da dose a ser aplicada dos corretivos, usam-se métodos para estimar a necessidade de calagem (NC) dos solos no Brasil. Os principais métodos são: método da solução tampão (SMP), método da saturação por bases, método da elevação dos teores de cálcio e magnésio, método da neutralização do Al^{3+} (Lopes et al., 1990; Comissão Estadual de fertilidade do solo de Pernambuco, 1998; Alvarez e Ribeiro, 1999; Fulin, 2001).

O método da solução tampão (SMP) consiste em agitar uma quantidade de solo com um volume desta solução tampão e através do pH desta suspensão, representado pelo pH SMP, é consultada uma tabela própria deste método, que indica a quantidade de calcário a aplicar. Este método é bastante utilizado nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Lopes *et al.*, 1990; Alvarez e Ribeiro, 1999).

O método da saturação por bases baseia-se na relação existente entre pH do solo e a saturação por bases (V%). Quando se deseja atingir um determinado valor de V% adequado para a cultura a ser implantada. Na equação $\text{NC (t ha}^{-1}\text{)} = T(\text{V}_2 - \text{V}_1)/100 \times f$ são considerados parâmetros referentes ao solo, ao corretivo e a cultura que se deseja implantar. O método de V% é o mais utilizado nos Estados de São Paulo e Paraná (Lopes *et al.*, 1990; Alvarez e Ribeiro, 1999, Fulin, 2001).

Um dos critérios mais simples para se obter a necessidade de calagem é aquele baseado na neutralização do Al^{3+} . O objetivo deste método é eliminar ou reduzir o Al^{3+} a teores não tóxicos às plantas (Lopes *et al.*, 1990; Alvarez e Ribeiro, 1999, Fulin, 2001). Variações do método da neutralização do Al^{3+} são utilizadas em diversas regiões no

Brasil, buscando a neutralização do Al^{3+} trocável e a elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis (Lopes *et al.*, 1990; Alvarez e Ribeiro, 1999, Fulin, 2001). Outras modificações deste método levam em consideração fatores como o teor de argila do solo, a susceptibilidade, ou a tolerância da cultura à acidez, a capacidade tampão do solo e as exigências das culturas em Ca^{2+} e Mg^{2+} , características estas que são adotadas de forma diferente em cada um dos métodos de necessidade de calagem (Lopes *et al.*, 1990; Alvarez e Ribeiro, 1999, Fulin, 2001). A equação é $\text{NC (t ha}^{-1}\text{)} = [2 \times \text{cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ Al}^{3+}/100 \text{ cm}^{-3} + (2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}/100 \text{ cm}^{-3})]$.

No Estado de Pernambuco utiliza-se também variações do método de neutralização do Al^{3+} . A Comissão Estadual de Fertilidade do Solo de Pernambuco (1998) sugere que a necessidade de calcário deve ser feita utilizando-se a maior estimativa entre a necessidade de neutralização do Al^{3+} trocável e o suprimento da necessidade de Ca^{2+} e Mg^{2+} da planta. $\text{NC (t ha}^{-1}\text{)} = \text{cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ Al}^{3+}/100 \text{ cm}^{-3} \times f$. A variável f é alterada de acordo com as exigências da cultura, a textura do solo, o teor de matéria orgânica, podendo variar entre 1,5; 2,0 e 3,0.

Também é muito utilizado, o livro do Cerrado como base para aplicação de corretivos ao solo, com o método de Neutralização do Al^{3+} trocável e elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis. Segundo os autores do livro, para solos com teor de argila maior que 20% e teor de Ca^{2+} e Mg^{2+} menor que $2,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, usa-se: $\text{NC (t ha}^{-1}\text{)} = [2 \times \text{cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ Al}^{3+}/100 \text{ cm}^{-3} + (2 \times \text{cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}/100 \text{ cm}^{-3})]$. Para solos com teor de argila maior que 20% e teor de Ca^{2+} e Mg^{2+} maior que $2,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, usa-se: $\text{NC (t ha}^{-1}\text{)} = \text{cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ Al}^{3+}/100 \text{ cm}^{-3}$ e para solos com teor de argila menor que 20% usa-se: $\text{NC (t ha}^{-1}\text{)} = \text{cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ Al}^{3+}/100 \text{ cm}^{-3}$; ou, $\text{NC (t ha}^{-1}\text{)} = 2 \times \text{cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}/100 \text{ cm}^{-3}$. Devendo-se utilizar o maior valor de NC obtida nesta última condição (Sousa, 2004).

2.5 Métodos de incorporação do calcário

Segundo Andrade (1991), a eficiência da calagem envolve diversos fatores, tais como; a quantidade, qualidade, profundidade de incorporação e intervalo entre aplicações. Destes aspectos, o autor afirma ser a profundidade de incorporação a mais importante.

Com isso, o estudo das transformações que ocorrem no solo, resultantes do uso e manejo, é de grande valia na escolha do sistema mais adequado para que se recupere a

potencialidade do solo (Fernandes, 1982), podendo ser um manejo mais conservacionista ou não. Bayer e Mielniczuk (1997), estudando as características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de culturas, verificaram que a utilização de sistemas de manejo do solo sem revolvimento e a alta adição de resíduos culturais por cinco anos promoveram aumento nos teores de carbono orgânico total e na CTC do solo, com reflexos na maior retenção de cátions, indicando ser viável a recuperação de solos degradados, em médio prazo, por meio do uso de sistemas de manejo adequados.

Segundo Caires et al. (2003), no sistema plantio direto se intensificou a procura de formas de correção de acidez sem o revolvimento do solo. Segundo o autor a aplicação do calcário em superfície resultou em correção da acidez e melhoria de atributos químicos ao longo do tempo. A aplicação superficial de calcário, ao promover a formação de uma frente de alcalinização descendente a partir da superfície, minimiza a acidificação onde esta é mais intensa (Amaral, 1998).

Mas alguns autores já dizem que o calcário, sendo o material mais utilizado, para ser efetivo, requer água para sua dissolução, devendo ser incorporado ao solo para uma maior eficácia (Alcarde e Rodella, 2003). A adoção de práticas conservacionistas normalmente tem efeito positivo sobre o teor e da matéria orgânica do solo (Bayer e Mielniczuk, 1997), com reflexos diretos ou indiretos sobre as características químicas (Frazão et al., 2008). No cultivo de plantas no sistema de plantio convencional (aração e gradagem), existem alternativas adequadas de recomendação de calagem e de manejo do calcário nos solos de cerrado, ocorrendo um efeito residual significativo desse corretivo, por meio de vários cultivos sucessivos (Gonzalez-Erico et al., 1979; Miranda, 1993).

Com o calcário previamente incorporado, a resposta das culturas à calagem tem sido semelhante nos plantios direto e convencional (Arshad e Gill, 1996), sendo que os métodos de preparo do solo não afetaram o pH e a distribuição de cálcio, magnésio e alumínio trocáveis no perfil do solo (Klepker e Anghinoni, 1995). Por sua vez, a adição superficial de manutenção de calcário ao solo com o sistema plantio direto tem sido efetiva em melhorar as condições de acidez da camada subsuperficial e aumentar a produtividade de grãos de soja (Oliveira e Pavan, 1996).

Segundo Kaminski et al. (2007), a calagem incorporada no preparo do solo com arado e grade, o calcário é naturalmente misturado com o solo numa camada onde se concentram as raízes das culturas. É relatado também que em solos cultivados sob plantio direto que apresentam elevada acidez nas camadas mais profundas seria recomendada a

correção da camada arável (0-20 cm), com incorporação e reinício do sistema plantio direto. Mas o revolvimento do solo, apesar de ser uma opção para melhoria do ambiente radicular, encontra algumas limitações em locais em que se realiza a segunda safra, como a maior agilidade na semeadura, o alto custo e a falta de equipamentos apropriados para realização dessa operação na camada inferior a 20 cm de profundidade (Neis et al. 2010).

Marcolan e Anghinoni (2006) ressaltam que um solo conduzido sob plantio direto em quatro anos após o revolvimento teve o retorno dos atributos físicos do plantio direto, não diferindo de um sistema plantio direto com oito e 12 anos. Indicando que o solo, após revolvimento e correção de acidez da camada arável para pH em água 6,0, em pouco tempo teria condições de reestruturar-se e readquirir as melhorias físico-biológicas típicas do sistema plantio direto. Nesse trabalho, a cada quatro anos o solo recebeu aplicação de calcário em superfície no plantio direto e houve a incorporação no sistema plantio direto, com aração e gradagem e no cultivo convencional. Nessas condições houve neutralização total do Al^{3+} , aumento no V% e melhor distribuição de nutrientes no perfil do solo com o revolvimento, comparativamente ao sistema plantio direto contínuo (Amaral e Anghinoni, 2001; Amaral, 2002).

2.6 Implementos para incorporação de corretivos

No cultivo de plantas no sistema de plantio convencional (aração e gradagem), existem alternativas adequadas de recomendação de calagem e de manejo do calcário nos solos de cerrado, ocorrendo um efeito residual significativo desse corretivo, por meio de vários cultivos sucessivos (Gonzalez-Erico et al., 1979; Miranda, 1993).

Para o preparo do solo, nos cerrados, são utilizados arados de disco e de aiveca, grades aradoras, e, ultimamente, o sistema plantio direto. O arado de aiveca absorve menos potência do que o de disco, na movimentação do mesmo volume de solo (Folle e Seixas, 1986). O arado de disco não vira a leiva de solo, e se for acionado a velocidade elevada, fragmenta demasiadamente o mesmo, prejudicando sua estrutura e contribuindo para a formação de camadas endurecidas. Além disto, o agricultor considera o preparo do solo com arado uma operação dispendiosa em tempo e dinheiro (Silveira et al., 2001).

A grade aradora normalmente trabalha o solo a pouca profundidade, incorporando os resíduos orgânicos e plantas invasoras superficialmente. A profundidade de penetração deste implemento no solo depende do seu peso, do diâmetro dos discos, do ângulo formado com a linha de tração do trator, e da classe e umidade do solo. O corte pouco

profundo, com o uso contínuo desse implemento, pode ocasionar a formação de camadas compactadas superficiais que dificultam a penetração da água e das raízes, favorecendo, como consequência, a erosão do solo. Entretanto, é um implemento com grande capacidade de trabalho e de uso bastante recomendado para a incorporação dos resíduos orgânicos pós-colheita (Seguy et al., 1984). O sistema de preparo do solo com grade aradora tem sido o mais usado pelos produtores. Entretanto, o uso contínuo desse implemento pode levar à formação de camadas compactadas, chamadas “pé-de-grade” (Silva, 1992).

O arado de aiveca é pouco usado porque requer maior tempo e energia para a sua operação que os demais implementos, embora, em situações onde foi usado, tenha ocorrido maior produtividade de milho (Kluthcouski, 1998) e de arroz (Seguy e Bouzinac, 1992; Kluthcouski, 1998), quando comparado ao plantio direto ou ao preparo com grade aradora. Isto se deveu ao pior desenvolvimento do sistema radicular nesses sistemas de preparo, por causa da compactação do solo na camada superficial ou subsuperficial, respectivamente.

Além disto, os sistemas de preparo influem na distribuição de nutrientes no perfil do solo. Preparos com menor mobilização do solo favorecem o acúmulo de nutrientes na camada superficial (0-5 cm), enquanto os que mobilizam mais intensamente o solo proporcionam distribuição mais uniforme de nutrientes na camada arável (Klepker e Anghinoni, 1995).

2.7 Gessagem

Como já mencionado, os solos brasileiros são predominantemente ácidos e os efeitos da acidez intensificam em profundidade. Sabe-se que a prática da calagem é dependente da dose, do tipo de corretivo e da sua forma de aplicação. Sendo assim, a gessagem é uma prática que auxilia a minimizar os efeitos da acidez em profundidade com o uso do gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – sulfato de cálcio). O sulfato, solúvel em água, leva cátions até as camadas mais profundas do subsolo, diminui a saturação por alumínio e torna o ambiente mais apropriado para o crescimento das raízes (Sousa et al., 1995).

As principais causas que restringem a penetração das raízes são: aeração deficiente; impedimentos mecânicos; acidez (deficiência de cálcio e excesso de alumínio). A ocorrência de cálcio também evita a perda da semipermeabilidade das raízes,

essencial à absorção de nutrientes, conferindo à planta maior eficiência na produção de biomassa (Pearson, 1996; Marschner, 1993 citado por Raij, 2008).

Com a utilização do gesso agrícola e o maior crescimento das raízes, tornou a prática da gessagem uma importante ferramenta para minimizar o problema de deficiência hídrica nos veranicos. Devido ser um produto condicionador de solo e que apresenta uma alta mobilidade no perfil, o gesso é capaz de disponibilizar os íons Ca^{+2} e SO_4^{-2} em solução e pode ser lixiviado, enriquecendo de nutrientes as camadas subsuperficiais e reduzindo a saturação por Al^{+3} em profundidade (Broch et al., 2008)

A recomendação de gesso deve se basear nos resultados das análises químicas e físicas do solo, amostrando de 20 em 20 cm, até a camada de 60 cm de profundidade. A aplicação de gesso é recomendada em caso de subsolo ácido, com saturação por Al maior que 20% e Ca^{2+} menor que $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. O efeito residual do gesso, em geral, é maior que o do calcário, devendo ser reaplicado, se necessário, de acordo com os resultados de nova análise de solo (Andrade, 2004).

O gesso tem uma solubilidade de aproximadamente $2,5 \text{ g L}^{-1}$, em geral é rápida, comparada com o calcário que é 200 vezes mais insolúvel. No caso do calcário, o ânion ou íon acompanhante (CO_3^{-2}) reage com a água transformando-se em CO_2 , o qual é perdido para a atmosfera. Assim o Ca^{+2} , não tendo um ânion acompanhante irá lixiviar/deslocar menos no perfil, ficando mais retido na superfície de troca ou adsorvido pelas argilas, enquanto que o gesso um ânion acompanhante (SO_4) que pode ser carregado juntamente com o Ca até as camadas mais profundas do solo (Embrapa, 2004).

O gesso quando disposto em solução, pode ser lixiviado, reduzindo a saturação por alumínio em profundidade, pode ainda translocar nutrientes das camadas superficiais para as subsuperficiais, propiciando desta forma maior eficiência e área de exploração às raízes (Broch et al., 2008; Raij, 2008). A lixiviação de Mg trocável tem sido uma resposta frequente nos estudos com aplicação de gesso em solos (Oliveira e Pavan, 1996; Caires et al., 1999). Com a baixa quantidade de água no substrato pode influenciar a expansão celular, a regulação estomática, a fotossíntese, a respiração, a translocação de substâncias e a síntese da parede celular, levando à redução da taxa de crescimento e a mudanças no padrão de translocação de matéria seca (Kramer 1983 – apud Steinberg et al. 1990).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro Tecnológico Comigo (CTC/Comigo - Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano), no município de Rio Verde – Goiás, em dois anos agrícolas, nas safras 2015/16 e 2016/17. O solo na área experimental é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, com 555, 87 e 356 g kg⁻¹ de areia, silte e argila respectivamente na camada de 0-20 cm e 622, 104, 273 g kg⁻¹ na camada de 20-40 cm.

Nos últimos 10 anos, a área experimental foi conduzida sem o revolvimento do solo, no sistema 1ª safra (soja) e 2ª safra (milho). A aplicação dos tratamentos com calcário e gesso foi realizada na safra 2015/2016, tendo como base os resultados da análise de solo (Tabela 1). Subsequente a aplicação dos tratamentos foi realizada a semeadura da soja.

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo da área, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade

Profundidade	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	K	Pmel	M.O.	V	B	Fe	Mn	Zn	Co	Na	Cu
cm	CaCl ₂	-----cmol _c dm ⁻³ -----					mg dm ⁻³		g dm ⁻³	%	-----mg dm ⁻³ -----						
0-20	4,54	1,65	0,58	0,14	3,54	5,63	0,23	19,89	19,99	38,44	0,14	100,80	28,96	18,11	0,14	2,42	0,43
20-40	4,51	0,94	0,20	0,32	3,33	4,56	0,10	22,30	14,07	25,94	0,14	125,79	11,98	7,40	0,10	1,22	0,39

O experimento foi realizado em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 3x3 com 4 repetições. Cada parcela era composta por 12 linhas de semeadura com 20 m de comprimento, espaçadas em 0,5 m, totalizando 120m². O experimento foi composto por três métodos de incorporação do calcário (superficial; grade aradora 36 polegadas e arado de aiveca) e por uma dose de calcário aplicada individualmente (0,875 t ha⁻¹), calcário associado a gesso agrícola (0,875 + 1,75 t ha⁻¹) e o tratamento testemunha, totalizando 9 tratamentos.

A dose de calcário utilizada como referência (1,75 t ha⁻¹) foi definida com base na análise de solo (Tabela 1), utilizando-se o método da saturação por bases (Raij et al., 1987). Devido a demanda dos produtores da região onde o experimento foi conduzido, os tratamentos utilizados foram de acordo com o que normalmente é realizado por estes.

O calcário utilizado continha 90,8% de poder relativo de neutralização total (PRNT), 94,13% de poder de neutralização (PN), 90,80% eficiência relativa (ER), 32,2% de óxido de cálcio e 14,7% de óxido de magnésio. O gesso agrícola possuía 8,3% de cálcio, 2,04% de fósforo, 15,96% de enxofre e 28% de umidade. A aplicação de calcário foi realizada no dia 03/12/2015, e incorporadas de acordo com o que foi planejado. No dia 17/12/15 foi realizada a aplicação de gesso nos tratamentos onde este insumo foi avaliado.

As aplicações de calcário e gesso foram realizadas apenas no primeiro ano. Nos tratamentos testemunha, onde tem a dose é 0, não houve a aplicação de calcário ou gesso, mas foi realizada o revolvimento do solo de acordo com o manejo referido para assegurar a mesma influencia aos agregados e outros atributos físicos do solo.

O primeiro plantio da soja foi realizado dia 15 de dezembro de 2015, cultivar Anta 82 RR e a precipitação média foi de 848 mm. Na segunda e terceira safra, foram utilizadas a cultivar M 7739 IPRO. Na safra 2016/2017 a semeadura ocorreu em 10 de novembro de 2016, com precipitação média de 874 mm durante todo o ciclo da cultura. A safra 2017/2018 teve a semeadura realizada dia 23 de outubro de 2017. Em todos os anos foi utilizada a inoculação das sementes com 600 mL ha⁻¹ do inoculante Biomax Premium, com um mínimo de 6x10⁹ células viáveis mL⁻¹, das estirpes SEMIA 5079 e 5080.

A adubação foi realizada com 250 kg ha⁻¹ de MAP Turbo no sulco de semeadura. Todos os tratos culturais foram de acordo com a recomendação agrônômica para cultura da soja na região.

Foram avaliados a altura de plantas (5 plantas de cada área útil); número de vagens por planta e produtividade. Para a produtividade foi colhida e trilhada manualmente 4,5 metros da área útil de cada parcela. Posteriormente os grãos foram pesados e ajustou-se a umidade para 13%.

O solo foi amostrado nas camadas de 0-20 e 20-40 cm e foram analisados quanto ao pH, Al, CTC, Ca, Mg e V. Os dados foram submetidos a análises de variância e quando estas foram significativas, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância, utilizando Software ASSISTAT (2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ano do experimento (2015/16) nenhum dos tratamentos teve diferença nos parâmetros do solo avaliados, tabelas 2 e 3. Outros trabalhos com aplicação de calcário incorporado mostram que o pH do solo na semeadura direta, sem incorporação, foi maior que no convencional onde teve a incorporação, na camada superficial (0-5 cm). Os autores observaram ainda que o pH foi menor a partir da camada de 5–10 cm em um Latossolo Vermelho e um Latossolo Vermelho-Amarelo (Embrapa, 1999). Resultados semelhantes também foram observados por outros pesquisadores em áreas de produção e em ensaios de pesquisa (Silveira et al., 2000; Martinazzo, 2006; Siqueira Neto, 2006).

No presente trabalho, tanto nos tratamentos com incorporação e aplicação superficial, os valores de pH foram similares e o gesso não contribuiu para o aumento do pH. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Oliveira e Pavan (1994), onde as doses de gesso não exerceram influência sobre o pH. Entretanto, alguns autores têm enfatizado que em plantio direto a aplicação de calcário com incorporação tem sido eficiente para a correção de acidez, principalmente na camada de 10 – 20 cm (Kaminski et al., 2005; Rossato, 2007). Segundo Caires et al. (1999), há um aumento do pH no subsolo, por meio da aplicação de gesso, o que não ocorreu neste experimento. Segundo Moreira et al. (2001), o aumento do pH e redução do alumínio trocável nas camadas subsuperficiais podem atingir profundidades maiores, até 30 cm e são proporcionais às doses de calcário aplicadas e ao tempo de aplicação na superfície do solo.

Tabela 2 - Anava e valores das médias do primeiro ano agrícola (2015/16), para pH, Al (alumínio) e CTC (capacidade de troca catiônica)

FV	GL	QM					
		2015/16					
		pH		Al		CTC	
		cmol _c dm ⁻³					
		0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
Incorporação	2	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Dose	2	NS	NS	NS	NS	NS	NS
IncorporaçãoxDose	4	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Bloco	3	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Erro	24	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)		10,91	9,63	52,64	41,45	16,98	21,28
Média		4,75	4,39	0,16	0,33	5,85	4,44
Tratamentos							
Grade		4,71	4,41	0,16	0,36	5,77	4,44
Superficial		4,74	4,41	0,17	0,38	5,85	4,71
Aiveca		4,80	4,35	0,14	0,25	5,94	4,18
0		4,67	4,52	0,15	0,31	5,77	4,55
0,875		4,85	4,38	0,17	0,37	6,11	4,50
0,875+1,75		4,74	4,27	0,15	0,31	5,68	4,28
Superficial x 0		4,85	4,45	0,20	0,39	6,16	4,83
Superficial x 0,875		4,77	4,23	0,23	0,45	5,98	4,82
Superficial x 0,875+1,75		4,62	4,55	0,80	0,29	5,42	4,49
Grade x 0		4,52	4,36	0,15	0,34	5,31	4,50
Grade x 0,875		4,78	4,48	0,14	0,35	6,07	4,56
Grade x 0,875+1,75		4,84	4,39	0,19	0,39	5,93	4,26
Aiveca x 0		4,65	4,74	0,09	0,21	5,84	4,34
Aiveca x 0,875		4,99	4,45	0,14	0,31	6,30	4,12
Aiveca x 0,875+1,75		4,75	3,88	0,19	0,24	5,69	4,09

Valores em uma mesma coluna com letras maiúsculas referem se a mesma dose, em incorporações diferentes. E letras minúsculas na coluna, referem se a doses diferentes na mesma incorporação. *significativo a 5% pelo teste de Tukey. NS= não significativo.

Tabela 3 - Anava e valores das médias do primeiro ano agrícola (2015/16), para Ca (cálcio), Mg (magnésio) e V (saturação de bases)

FV	GL	QM					
		2015/16					
		Ca		Mg		V	
		cmolc dm ⁻³				%	
		0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
Incorporação	2	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Dose	2	NS	NS	NS	NS	NS	NS
IncorporaçãoxDose	4	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Bloco	3	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Erro	24	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)		33,50	58,07	36,90	53,35	27,10	42,91
Média		1,64	0,75	0,56	0,17	40,20	22,41
Tratamentos							
Grade		1,48	0,62	0,51	0,15	36,21	19,15
Superficial		1,65	0,75	0,54	0,14	40,43	21,11
Aiveca		1,79	0,87	0,62	0,22	43,96	27,00
0		1,68	0,97	0,58	0,21	39,36	27
0,875		1,67	0,54	0,59	0,13	41,15	17,55
0,875+1,75		1,58	0,74	0,50	0,17	40,07	22,80
Superficial x 0		1,92	1,00	0,54	0,14	37,98	24,52
Superficial x 0,875		1,54	0,47	0,52	0,11	40,07	13,81
Superficial x 0,875+1,75		1,77	0,79	0,57	0,17	43,24	25,00
Grade x 0		1,47	0,81	0,50	0,20	35,24	22,30
Grade x 0,875		1,53	0,45	0,55	0,11	36,38	15,50
Grade x 0,875+1,75		1,45	0,6	0,49	0,14	37	19,67
Aiveca x 0		1,92	1,10	0,71	0,28	44,87	33,90
Aiveca x 0,875		1,93	0,70	0,71	0,18	47,00	23,33
Aiveca x 0,875+1,75		1,52	0,84	0,45	0,19	40,00	23,71

Valores em uma mesma coluna com letras maiúsculas referem se a mesma dose, em incorporações diferentes. E letras minúsculas na coluna, referem se a doses diferentes na mesma incorporação. *significativo a 5% pelo teste de Tukey. NS= não significativo.

No primeiro ano (Tabela 3), apenas a altura de plantas nos tratamentos com uso de aiveca, apresentaram diferença significativa. O tratamento com aplicação de gesso foi o que se destacou em todas as formas de incorporação. Neis et al. (2010) em seu trabalho em uma área sob plantio direto sem e com revolvimento, não encontrou resposta em rendimento de grãos de soja com doses de gesso aplicadas independente do manejo adotado. Isso deve ter ocorrido pois o Ca²⁺ encontrava-se acima do valor para a recomendação de aplicação de gesso agrícola (Sousa et al. 2004), que é de 0,5 cmolc dm⁻³, nas camadas de 20–40 e 40–60 cm, e a saturação de Al³⁺, abaixo de 20 %. e a precipitação pluvial atendeu à necessidade da cultura.

Foi possível observar (Tabela 4) nos tratamentos que independente das doses ou formas de incorporações, as produtividades foram muito próximas. Isso pode ter ocorrido devido ao pouco tempo de reação dos insumos aplicados no solo. De acordo com Kurihara (2012), o gesso é considerado um condicionante que apresenta o seu efeito no solo em longo prazo, quando aplicado em superfície, até que seja carregado para profundidades maiores ao longo do tempo pela ação da água da chuva. Em geral, segundo Barbosa Filho et al. (2005), o tempo médio de reação dos corretivos na camada de solo de 0 a 20 cm de profundidade, varia de dois a três anos, dependendo de como são aplicados e dos atributos químicos do solo, como textura e conteúdo de matéria orgânica, entre outros.

Tabela 4 - Anava e valores de médias no primeiro ano agrícola (2015/16), para os parâmetros de produtividade, AP (altura de plantas), NV (número de vagens por planta) e PROD (produtividade)

FV	GL	QM		
		2015/16		
		AP	NV	PROD
		cm	qt	sacas ha⁻¹
Incorporação	2	NS	NS	NS
Dose	2	NS	NS	NS
IncorporaçãoxDose	4	*	NS	NS
Bloco	3	NS	NS	NS
Erro	24	NS	NS	NS
CV(%)		6,40	18,29	7,21
Média		70,53	35,43	41,71
Tratamentos				
Grade		70,46b	34,65	43,43
Superficial		65,86b	33,12	40,54
Aiveca		75,26a	38,55	41,16
0		70,35ab	34,79	42,05
0,875		67,32b	34,48	42,04
0,875+1,75		73,91a	37,04	41,04
Superficial x 0		65,35Bb	33,63	41,45
Superficial x 0,875		58,35Bb	30,45	39,7
Superficial x 0,875+1,75		73,88Aa	35,28	40,48
Grade x 0		68,92ABa	31,88	43,68
Grade x 0,875		70,53Aa	34,48	43,98
Grade x 0,875+1,75		71,93Aa	37,6	42,63
Aiveca x 0		76,77Aa	38,88	41,03
Aiveca x 0,875		73,10Aa	38,53	42,45
Aiveca x 0,875+1,75		75,93Aa	38,25	40,03

Valores em uma mesma coluna com letras maiúsculas referem se a mesma dose, em incorporações diferentes. E letras minúsculas na coluna, referem se a doses diferentes na mesma incorporação. * significativo a 5% pelo teste de Tukey. NS= não significativo.

Os resultados obtidos para o segundo ano agrícola (2016/17) são apresentados na tabela 5. Observa-se que a análise de variância demonstrou que na maioria dos resultados, houve

diferença significativa na interação (Incorporação x Dose). Os valores de pH, aumentaram do primeiro para o segundo ano na camada de 0-20 cm, nas aplicações de calcário com e sem o gesso, superficial e com utilização da grade. Na aplicação superficial com calcário, o valor de pH foi de 4,76 para 5,06, e na aplicação de calcário mais gesso o aumento foi maior, sendo 0,65 unidades de pH de um ano ao outro (Tabela 3 e Tabela 5).

Com a grade o aumento do pH foi menor na camada de 0-20 cm, comparado com o superficial, sendo 0,24 e 0,32 unidades de pH, com a utilização de calcário e calcário mais gesso respectivamente. Na camada de 20-40 cm a diferença nos valores de pH, foi visível na aplicação de calcário mais gesso incorporados com aiveca. O pH foi de 3,88 para 4,45 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ no segundo ano agrícola (2016/17).

O Al teve diferença significativa apenas no segundo ano, 2016/17, (Tabela 5), com a utilização de aplicação superficial dos produtos nas duas profundidades avaliadas, os valores de Al foram maiores, principalmente na camada de 0-20 cm sem aplicação. Caires et al. (2004) encontrou baixos teores de Al trocável nas camadas do subsolo (3 a 5 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$), o que antes se encontravam com a presença de Al^{3+} em concentração tóxica (8 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$). De forma geral, isso fica evidente ao relacionar as médias de cada tratamento dos valores de pH com a média Al.

A CTC na camada de 0-20 cm teve diferença significativa na dose zero, com a utilização da grade, valores melhores foram encontrados. Resultados semelhantes foram encontrados por Ciotta et al. (2003), onde a ação do calcário aumentou a CTC entre os sistemas de plantio direto e convencional (com e sem incorporação do calcário). Neis et al. (2010), também encontrou aumento da CTC com aplicação de gesso e calcário, mas em seu trabalho, a CTC foi maior no tratamento sem o revolvimento do solo.

Tabela 5 - Anava e valores das médias do segundo ano agrícola (2016/17), para pH, Al (alumínio) e CTC (capacidade de troca catiônica)

FV	GL	QM					
		2016/17					
		pH		Al		CTC	
		cmol _c dm ⁻³					
		0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
Incorporação	2	NS	*	NS	NS	NS	NS
Dose	2	*	*	NS	NS	*	NS
IncorporaçãoxDose	4	NS	NS	*	*	*	*
Bloco	3	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Erro	24	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)		4,77	2,98	67,85	33,5	11,05	13,19
Média		4,93	4,29	0,10	0,29	7,18	7,08
Tratamentos							
Grade		4,97	4,30ab	0,08	0,31ab	7,88a	7,57
Superficial		4,99	4,19b	0,12	0,36a	7,12ab	7,04
Aiveca		4,82	4,38a	0,10	0,21b	6,54b	6,65
0		4,67b	4,20b	0,17a	0,35	7,31	7,44
0,875		4,50a	4,32ab	0,07b	0,27	7,23	6,81
0,875+1,75		5,11a	4,35a	0,06b	0,26	6,10	7,02
Superficial x 0		4,62Ab	4,11a	0,20a	0,42	7,40AB	7,34
Superficial x 0,875		5,02Aa	4,25a	0,10ab	0,34	6,94	6,67
Superficial x 0,875+1,75		5,27Aa	4,21B	0,06b	0,31	7,03	7,12
Grade x 0		4,74Ab	4,24a	0,15	0,37	8,21A	8,28
Grade x 0,875		5,02Aab	4,26a	0,05	0,26	7,99	7,24
Grade x 0,875+1,75		5,16Aa	4,40AB	0,06	0,30	7,44	7,20
Aiveca x 0		4,66Aa	4,26a	0,16	0,26	6,31B	9,70
Aiveca x 0,875		4,91Aa	4,44a	0,08	0,21	6,78	6,52
Aiveca x 0,875+1,75		4,80Aa	4,45a	0,07	0,18	6,52	6,74

Valores em uma mesma coluna com letras maiúsculas referem se a mesma dose, em incorporações diferentes. E letras minúsculas na coluna, referem se a doses diferentes na mesma incorporação. * significativo a 5% pelo teste de Tukey. NS= não significativo.

A ação de gesso e do calcário são visíveis em profundidade, devido a forma a eles agirem diferentemente, calcário agindo em superfície (0-20cm) onde é aplicado e gesso em subsuperfície (20-40 cm). Pires et al. (2003) observaram efeito positivo da aplicação do calcário na superfície em solo argiloso até a profundidade de 5 cm.

Na Tabela 6, o Ca teve diferença significativa de 0-20 e 20-40 cm. Na profundidade de 0-20 cm com 0,875+1,75 t ha⁻¹, sem incorporação o resultado encontrado de Ca, foi maior comparado com os demais aplicados superficialmente. Era esperado que o Ca aumentasse em todos os tratamentos, devido ao fornecimento desde vindo do calcário e do gesso. Mas segundo Caires et al. (1998), a ação neutralizante do calcário aplicado na superfície de áreas já cultivadas

vai atingindo gradativamente as camadas mais profundas no perfil do solo, o que faz com que essa prática produza resultados benéficos com o tempo de cultivo.

Dentre as doses de cada incorporação, não houve diferença, apenas para aiveca com aplicação de calcário e gesso. Entretanto foram encontradas diferenças significativas na mesma dose, mudando com a forma que ela foi aplicada, na camada de 20-40 cm (Tabela 6). As aplicações de calcário e calcário mais gesso tiveram valores maiores quando incorporados por aiveca.

De acordo com a Tabela 6, os valores de Mg, com aplicação de calcário mais gesso superficial, foram melhores comparados ao demais na camada de 0-20 cm. Já na camada de 20-40 cm, a aplicação de calcário e gesso obteve resultados melhores com incorporação por aiveca. Oliveira & Pavan (1994) verificaram intensa lixiviação de magnésio com a aplicação de gesso. Neis et al., (2010) observaram que o Mg aplicado superficialmente acarretou em teores mais homogêneos até 10 cm de profundidade, quando compararam à incorporação com arado e grade.

No trabalho desenvolvido por Miranda (2005), houve, em geral, uma variabilidade nos atributos químicos do solo a partir da camada de 0-5 cm independentemente se o calcário foi aplicado superficialmente ou incorporado. Os teores de Ca e Mg trocáveis e a saturação por bases tendem a decrescer e o teor de Al trocável tende a aumentar com a profundidade (Miranda 2005). Porém houve aumento da disponibilidade de Ca e Mg na camada mais superficial do solo.

A V%, na camada de 0-20 cm, teve diferença significativa nos tratamentos aplicados superficialmente. A aplicação de calcário e gesso se destacou entre os demais tratamentos nesta camada. Já na camada de 20-40 cm, dentre as doses em cada incorporação não houve diferença significativa. Mas nos tratamentos com calcário, sem incorporação e com incorporação com aiveca, o resultado foi melhor do que a grade. E com aplicação de calcário e gesso incorporados com aiveca houve diferença significativa.

Caires et al. (2001), com aplicação de calcário e gesso, observam que a calagem aumentou significativamente o pH, Ca e Mg trocáveis e V%, e redução significativa nos teores de Al trocável e H + Al do solo e a aplicação de doses de gesso aumentou significativamente os teores de Ca trocável no perfil do solo e causou redução significativa nos teores de Al e de Mg trocáveis na superfície. Porém, os autores realizaram a avaliação 68 meses após a aplicação, enquanto o presente trabalho foi realizado após 11 meses, talvez isso possa ter influenciado no resultado.

Tabela 6 - Anava e valores das médias do segundo ano agrícola (2016/17), para Ca (cálcio), Mg (magnésio) e V (saturação de bases)

FV	GL	QM					
		2016/17					
		cmolc dm ⁻³				%	
		Ca		Mg		V (%)	
		0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
Incorporação	2	*	NS	NS	NS	NS	NS
Dose	2	*	NS	NS	NS	NS	NS
IncorporaçãoxDose	4	NS	*	NS	*	*	*
Bloco	3	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Erro	24	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)		20,00	27,89	31,63	28,84	17,62	24,99
Média		1,83	0,82	0,64	0,26	39,02	16,97
Tratamentos							
Grade		1,99a	0,79b	0,71a	0,28a	39,25	25,83b
Superficial		1,91ab	0,63b	0,74a	0,17b	41,43	13,00b
Aiveca		1,59b	1,04a	0,49b	0,33a	36,39	22,07a
0		1,48b	0,73b	0,51b	0,21b	32,41b	14,38b
0,875		1,89a	0,76ab	0,80a	0,28ab	41,37a	17,02ab
0,875+1,75		2,12a	0,98a	0,63ab	0,30a	43,29a	19,50 a
Superficial x 0		1,49b	0,58	0,53	0,14	32,60b	11,54
Superficial x 0,875		1,93ab	0,58B	0,87	0,17B	43,72ab	12,86 a
Superficial x 0,875+1,75		2,30a	0,74B	0,82A	0,20B	47,97a	14,62B
Grade x 0		1,69	0,75	0,59	0,24	32,63	13,42
Grade x 0,875		2,08	0,72AB	0,89	0,28AB	41,80	15,48AB
Grade x 0,875+1,75		2,21	0,91AB	0,65AB	0,33AB	43,31	19,60AB
Aiveca x 0		1,28	0,85b	0,42	0,25	31,99	18,19
Aiveca x 0,875		1,66	0,99Aab	0,65	0,38A	38,59	22,73a
Aiveca x 0,875+1,75		1,83	1,29Aa	0,41B	0,37A	38,6	25,28a

Valores em uma mesma coluna com letras maiúsculas referem se a mesma dose, em incorporações diferentes. E letras minúsculas na coluna, referem se a doses diferentes na mesma incorporação. *significativo a 5% pelo teste de Tukey. NS= não significativo.

Para todos os tratamentos, não houve diferença significativa entre as características avaliadas, altura de plantas, número de vagens por planta e produtividade (Tabela 6). Alguns trabalhos com a utilização de calagem, não tiveram aumentos na produtividade da soja com a aplicação de calcário superficial em solos ácidos brasileiros sob sistemas de semeadura direta (Caires et al., 1998; Caires et al., 1999).

Para produtividade era esperado um aumento nos tratamentos com a utilização de calcário, porém não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 7). Entretanto, no segundo cultivo da soja no trabalho de Miranda et al. (2005), a cultura obteve aumento

significativo de produtividade da cultura em resposta às doses de calcário incorporadas, de forma semelhante no plantio convencional e no plantio direto. Em todas as doses de calcário, nas diferentes formas de aplicação, a produtividade foi semelhante, e foi superior apenas em relação ao tratamento testemunha. E neste presente trabalho, eram esperados resultados semelhantes.

Os tratamentos com aplicação de calcário (Tabela 7), tiveram resultados semelhantes aos de Caires et. al (2003), onde os tratamentos de calcário não proporcionaram alterações significativas na produtividade de grãos e de Arshad e Gill, (1996), com o calcário previamente incorporado, a resposta das culturas à calagem tem sido semelhante nos plantios direto e convencional, mesmo com o revolvimento do solo, os resultados foram semelhantes ao sem revolvimento.

Nos tratamentos com aplicação de calcário e calcário mais gesso, houve aumento dos nutrientes no solo. Porém, os tratamentos com incorporação esse aumento aconteceu mais em profundidade, comparado com o superficial. Em relação aos parâmetros de produtividade, em nenhum dos dois anos foi possível perceber um aumento grande nos parâmetros, devido ao uso de calcário e gesso. E o corretivo, e o condicionar aplicado, precisam de um tempo para reagir.

Tabela 7 - Anava e valores de médias no segundo ano agrícola (2016/17), para os parâmetros de produtividade, AP (altura de plantas), NV (número de vagens por planta) e PROD (produtividade)

FV	GL	QM		
		2016/17		
		AP	NV	PROD
		Cm	qt	sacas ha ⁻¹
Incorporação	2	*	NS	NS
Dose	2	NS	NS	NS
IncorporaçãoxDose	4	NS	*	*
Bloco	3	NS	NS	NS
Erro	24	NS	NS	NS
CV(%)		12,89	13,15	5,88
Média		67,65	49,06	63,64
Tratamentos				
Grade		68,22	49,93ab	64,41
Superficial		68,38	45,31b	64,18
Aiveca		66,36	51,93a	62,33
0		62,00b	47,4	60,15b
0,875		67,90ab	47,05	64,68 ^a
0,875+1,75		73,05 ^a	52,73	66,09 ^a
Superficial x 0		63,65	43,10	60,95
Superficial x 0,875		66,15	45,40	64,50
Superficial x 0,875+1,75		75,35	47,45	67,10
Grade x 0		66,95	48,70	61,90
Grade x 0,875		66,70	47,05	65,30
Grade x 0,875+1,75		71,00	54,05	66,03
Aiveca x 0		55,40b	50,40	57,60b
Aiveca x 0,875		70,85a	48,70	64,23a
Aiveca x 0,875+1,75		72,80a	56,70	65,15a

Valores em uma mesma coluna com letras maiúsculas referem se a mesma dose, em incorporações diferentes. E letras minúsculas na coluna, referem se a doses diferentes na mesma incorporação. *significativo a 5% pelo teste de Tukey. NS= não significativo.

5 CONCLUSÃO

Com o estudo foi possível observar que o calcário reage no solo, promovendo aumento dos teores de nutrientes no solo, aumento do pH, e conseqüentemente maior produtividade.

A calagem incorporada com grade ou aiveca contribuí para uma melhor distribuição dos nutrientes ao solo, contribuindo para uma resposta mais imediata deste.

O gesso agrícola permite maior quantidade de cálcio e magnésio no solo, principalmente em supsuperfície (20-40cm). Porém ele não aumentou a produtividade.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J.A. & RODELLA, A.A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A. S. & ALVARES V., V.H., eds. Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa, Sociedade brasileira de Ciência do Solo, 2003. p.291-334.

ALCARDE, J.C. Características de qualidade dos corretivos da acidez do solo. IN: SIMPÓSIO SOBRE "ACIDEZ E CALAGEM", XV REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, Campinas, 1983; Anais. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 1983. p. 11-23.

ALCARDE, J.C. Corretivos da acidez dos solos: Características e interpretações técnicas. 2 ed. São Paulo, ANDA, 1992. 26p. (Boletim Técnico, 6)

ALVARENGA, M.I.N. Propriedades físicas, químicas e biológicas de um Latossolo Vermelho-Escuro em diferentes ecossistemas. Lavras, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1996. 211p. (Tese de Doutorado)

ALVAREZ, V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C, GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, 1999. 359 p.

AMARAL, A. S.; ANGHINONI, I. Alterações de parâmetros químicos do solo pela reaplicação superficial de calcário no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 4, p. 695-702, 2001.

AMARAL, A.S. *Reaplicação do calcário em sistema plantio direto consolidado*. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. 102p. (Dissertação de Mestrado).

AMARAL, A.S.; ANGHINONI, I. & DESCHAMPS, F. C. Resíduos de plantas de cobertura e mobilidade dos produtos da dissolução do calcário aplicado na solo. **Revista Brasileira de Ciência no Solo**, 28:115–123, 2004.

ANDRADE, L. A. B. Calagem para a cultura da cana-de-açúcar. *Inf. Agropec.*, 15:15-16, 1991.

ARSHAD, M.A.; GILL, K.S. Field pea response to liming of an acid soil under two tillage systems. **Canadian Journal of Soil Science**, v.76, p.549-555, 1996.

Barbosa Filho, M. P.; Fageria, N.K.; Zimmermann, F.J.P. Atributos de fertilidade do solo e produtividade do feijoeiro e da soja influenciados pela calagem em superfície e incorporada. *Ciência Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n. 3, p. 507-514, maio/jun., 2005.

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência no Solo**, 21:105-112, 1997.

BULANOVA. N.V.; SYNZYNYYS. B.I.; KOZ' MIN. G.V. Aluminum induces chromosome aberrations in cells of wheat root meristem. *Russian Journal of Genetics*. Vol. 37. No. 12. 2001. pp. 1455–1458.

CAIRES, E. F. et al. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 275-286, 2003.

CAIRES, E.F.; CHUEIRI, W.A.; MADRUGA, E.F.; FIGUEIREDO, A. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, p.27-34, 1998.

CAIRES, E.F.; FONSECA, A.F.; FELDHAUS, I.C.; BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da soja cultivada no sistema plantio direto em resposta ao calcário e gesso na superfície. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.25, n.4, 1029-1040, 2001.

CAIRES, E.F.; FONSECA, A.F.; MENDES, J.; CHUEIRI, W.A. & MADRUGA, E.F. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:315-327, 1999.

CAIRES, E.F.; KUSMAN, M.T.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J. PADILHA, J.M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.28, p.125-136, 2004.

CIOTTA, M.N.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V.; ERNANI, P.R.; ALBUQUERQUE, J.A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de baixa atividade sob plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.33, n.6, p.1161-1164, 2003.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO DE PERNAMBUCO.
Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco. Recife: IPA, 1998. 198p.

CRONAN, C. S.; GRIGAL, D. F. Use of calcium/aluminium ratios as indicators of stress in forest ecosystems. *Journal of Environmental Quality*, v. 24, p. 209-226, 1995.

DENARDIN, J.E. Manejo adequado do solo para áreas motomecanizadas. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DO SOLO E PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL, 1., Passo Fundo, 1984. Anais. Passo Fundo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1984, p.107-23.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas Agropecuária do Cerrado. Relatório técnico anual 1975-76. Brasília, 1976. 154p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro, 1999.412p.

FERREIRA, M.M. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de latossolos brasileiros. Viçosa, MG. UFV, 1988. 79p. (Tese D.S.).

FOLLE, S. M.; SEIXAS, J. M. Mecanização agrícola. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos cerrados: tecnologia e estratégias de manejo**. São Paulo: NOBEL/Embrapa- CPAC, 1986. p. 385-408.

FRANCHINI, J.C.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; TORRES, E.;MIYAZAWA, M. & PAVAN, A. Organic composition of green manure during growth and its effect on cation mobilization in an acid Oxisol. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*,34:2045–2058, 2003.

FRAZAO, L.A.; PICCOLO, M.C.; FEIGL, B.J.; CERRI, C.C. &CERRI, C.E.P. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43:641-648, 2008.

FREITAS, P.L. Manejo físico do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1., Goiânia, 1992. Anais. Goiânia, Fundação Cargill, 1992. p.117-39.

FULLIN, E.A. Acidez do solo e calagem. In: DADALTO, G. G.; FULLIN, E. A. **Manual de Necessidade de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo**. Vitória: SEEA/INCAPER, p.70-98. 2001.

FURLANI, P. R. Efeitos fisiológicos do alumínio em plantas. Simposio Avançado de Solos e Nutrição de Plantas 2. Piracicaba, 1989. Anais...Campinas: Fundação Cargil, 1989. p. 73-90.

GONZALEZ-ERICO, E.; KAMPRATH, E.J.; NADERMAN, G.C.; SOARES, W.V. Effect of depth of lime incorporation on the growth of corn on an Oxisol of Central Brasil. Soil Science Society of America Journal, v.46, p.1155-1158, 1979.

KAMINSKI. J.; RHEINHEIMER. D.; GATIBONI. L.C.; BRUNETO. G.; SILVA. L.S. Eficiência da calagem superficial e incorporada precedendo o sistema plantio direto em um argissolo sob pastagem natural. Revista Brasileira de Ciência do Solo. vol.29. nº4. p.573-580. 2005.

KAMINSKI. J.; SILVA. L.S.; CERETTA. C.A. e RHEINHEIMER. D.; Acidez e calagem em solos do sul do Brasil: aspectos históricos e perspectivas futuras. In: CERETTA. C.A.; SILVA. L.S.; REICHERT. J.M. *Tópicos em ciência do solo*. – Vol. 1. Viçosa. MG: SBCS. 2007. p. 307-332.

KER, J. C. LATOSSOLOS DO BRASIL: UMA REVISÃO. GEONOMOS, 5(1):17-40.

KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Características químicas e físicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.19, p.395-401, 1995.

KLUTHCOUSKI, J. Efeito do manejo em alguns atributos de um Latossolo Roxo sob cerrado e nas características produtivas do milho, soja, arroz e feijão, após oito anos de plantio direto. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998. 180p. (Tese de Doutorado).

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA. H.S. & NOLLA. A. Análise de silício: solo, planta e fertilizante. Uberlândia, GPSi/ ICIAG/UFU, 2004a. 34p. (Boletim Técnico, 2).

KORNDÖRFER, G.H. & GASCHO, G.J. Avaliação de fontes de silício para o arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1., Pelotas, 1999. Anais. Pelotas, Embrapa, 1999. p.313-316.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S. & CAMARGO, M.S. Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura. Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU, 2004b. 28p. (Boletim Técnico, 1)

KURIHARA, C. H, TSUJIGUSHI, B. C, SILVA, J. S, SOARES, R. B, Resposta de milho safrinha consorciado com *Brachiaria ruziziensis* à calagem, gessagem e ao manejo da adubação (safras 2011 e 2012). Aquidauana, MS, 2012.

LOPES, A.S.; SILVA, M.C.; GUILHERME, L.R.G. **Acidez do solo e calagem**. São Paulo: ANDA, 1990, 15 p.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 1980.

MARTINAZZO, R. Diagnóstico da fertilidade de solos em áreas sob plantio direto consolidado. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2006. 82p. (Tese de Mestrado).

MIRANDA, L. N.; MIRANDA, J. C. C.; REIN, T. D.; Gomes; A. C. Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo Vermelho. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.40, n.6, p.563-572, jun. 2005.

MIRANDA, L.N. de. Resposta da sucessão soja-trigo a doses e modos de aplicação de calcário em solo glei pouco húmico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, p.75-82, 1993.

MOREIRA, S.G.; KIEHL, J.C.; PROCHNOW, L.I.; PAULETTI, V. Calagem em sistema de semeadura direta e efeitos sobre a acidez do solo, disponibilidade de nutrientes e produtividade de milho e soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, p.71-81, 2001.

NEIS,L.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E.E.; REIS, E. F.; PINTO, F. A. Gesso agrícola e rendimento de grãos de soja na região do Sudoeste de Goiás. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 34:409-416, 2010

NOLLA, A. Correção da acidez do solo com silicatos. In: **SIMPÓSIO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA**. 3., Uberlândia, 2004. Palestras. Uberlândia, GPSi/ICIAG/ UFU, 2004. CD-ROM

OLIVEIRA, E.L. & PAVAN, M.A. Redução da acidez do solo pelo uso de calcário e gesso e resposta da soja cultivada em plantio direto. In: **REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS**, 21., Petrolina, 1994. Anais. Petrolina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ EMBRAPA-CPATSA, 1994. p.178.

OLIVEIRA, E.L. de; PAVAN, M.A. Control of soil acidity in no-tillage system for soybean production. **Soil and Tillage Research**, v.38, p.47-57, 1996.

PAVAN, M.A. Mobilização orgânica do calcário no solo através de adubo verde. In: FUNDAÇÃO CARGILL, ed. Plantio direto: atualização tecnológica. Castro, Fundação Cargill/ Fundação ABC, 1999. p.45-52.

PAVAN, M.A. Movimentação de calcário no solo através de técnicas de manejo da cobertura vegetal em pomares de macieira. *R. Bras. Frutic.*, 16:86-91, 1994.

PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T.; PRATT, P.F. Toxicity of aluminium to coffee in ultisols and oxisols amended with CaCO₃, MgCO₃, and CaSO₄. 2H₂O. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.46. p.1201-1207, 1982.

PAVAN, M.A.; BINGHAM, FT.; PRATT, P.F. Redistribution of exchangeable calcium, magnesium and aluminium following lime or gypsum applications to a Brazilian oxisol. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.48, p.33-38, 1984.

PEARSON, R.W. Soil acidity and liming in the humid tropics. Cornell, International Agriculture, 1975. 66p. (Bulletin, 30).

PIRES, F.R.; SOUZA, C.M.; QUEIROZ, D.M.; MIRANDA, G.V.; GALVÃO, J.C.C. Alteração de atributos químicos do solo e estado nutricional e características agrônomicas de plantas de milho, considerando as modalidades da calagem em plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.121-131, 2003.

PRADO, R. de M.; NATALE, W. Uso da grade aradora superpesada, pesada e arado de discos na incorporação de calcário em profundidade e na produção de milho. *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v.24, n.1, p.167-176, jan./abr. 2004.

ROSSATO, O.B.; Correção da acidez em subsuperfície em um Latossolo de textura franco-arenosa sob plantio direto. Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria. 2007. 90p. (Dissertação de Mestrado).

SÁ, J.C.M. Manejo da Fertilidade do solo no plantio direto. Castro, Fundação ABC, 1993. 94p.

SEGUY, L. & BOUZINAC, S. Arroz de sequeiro na fazenda Progresso: 4.550 kg/ha. Piracicaba, POTAFOS, 1992. p.1- 3. (POTAFOS. Informações Agrônomicas, 58).

SEGUY, L.; KLUTHCOUSKI, J.; BLUEMENSCHEN, F. N.; DALL'ACQUA, F. M. **Técnicas de preparo do solo**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1984. 26 p. (Embrapa- CNPAF. Circular Técnica, 17).

SILVA, J.G. Ordens de gradagem e sistemas de aração do solo: desempenho operacional, alterações na camada mobilizada e respostas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Botucatu, Universidade Estadual de São Paulo, 1992. 180p. (Tese de Doutorado).

SILVEIRA, P. M. da.; SILVA, O. F. da; STONE, L. F.; SILVA, J. G. da. Efeitos do preparo do solo, plantio direto e de rotações de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 36, n. 2, p. 257-263, fev. 2001.

SILVEIRA, P.M.; ZIMMERMANN, F.J.P.; SILVA, S.C. & CUNHA, A.A. Amostragem e variabilidade espacial de características químicas de um Latossolo submetido a diferentes sistemas de preparo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 35:2057-2064, 2000.

SIQUEIRA NETO, M. Estoque de carbono e nitrogênio do solo com diferentes usos no cerrado em Rio Verde. Piracicaba, Universidade de São Paulo, 2006. 159p. (Tese de Doutorado).

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E., (Eds.). *Cerrado: correção do solo e adubação*. 2. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.

SOUSA, D.M.G. *Cerrado: Correção do solo e adubação*. 2ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 25:395-401, 2001.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. *Soil fertility and fertilizers*. 4th ed. New York: MacMilan Publ., 1985.

WIETHOLTER, S. *Calagem no Brasil*. Passo Fundo, Embrapa/CNPT, 2000. 101p.