

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
CAMPUS JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO APÓS APLICAÇÃO
SUPERFICIAL DE CALCÁRIO EM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SOB PLANTIO
DIRETO NO CERRADO**

Geanderson Nascimento da Silva

Tecnólogo em Horticultura

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL

Maio de 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
CAMPUS JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO APÓS APLICAÇÃO
SUPERFICIAL DE CALCÁRIO EM SISTEMA DE
INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SOB PLANTIO
DIRETO NO CERRADO**

Geanderson Nascimento da Silva

Orientador: Prof. Dr. Edicarlos Damacena Souza

Co-orientadores: Dr. Marco Aurélio Carbone Carneiro

Dr. Helder Barbosa Paulino

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Goiás – UFG, Campus Jataí, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL

Maio de 2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
BSCAJ/UFG

S586t

Silva, Geanderson Nascimento da

Atributos químicos do solo após aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto no Cerrado [manuscrito] / Geanderson Nascimento da Silva. - 2013.

49 f. :il.

Orientador: Prof. Dr. Edicarlos Damacena de Souza; Co-orientadores: Marco Aurélio Carbone Carneiro; Helder Barbosa Paulino

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, 2013.

Bibliografia.

1. Calagem dos solos. 2. Pastejo. 3. Plantio direto. 4. Lavoura – pecuária – integração. 5. Acidez do solo – atributos químicos.

CDU: 631.41

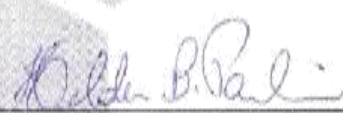
GEANDERSON NASCIMENTO DA SILVA

TÍTULO: "ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO APÓS APLICAÇÃO
SUPERFICIAL DE CALCÁRIO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA-PECUÁRIA SOB PLANTIO DIRETO NO CERRADO"

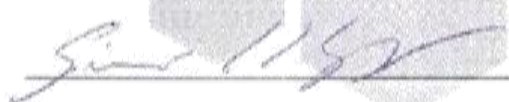
Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 08 de maio de 2013,
pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



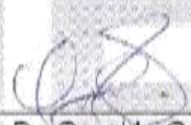
Prof. Dr. Edicarlo Damacena de Souza
Presidente – CAJ/UFG



Prof. Dr. Helder Barbosa Paulino
Membro -CAJ/UFG



Prof. Dr. Simério Carlos Silva Cruz
Membro -CAJ/UFG



Prof. Dr. Osvaldo Guedes Filho
Membro Externo– UFMT

Jataí - Goiás
Brasil

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

GEANDERSON NASCIMENTO DA SILVA – Filho de Sebastião Balbino da Silva e Maria Joselaide do Nascimento Silva, nascido no dia 13 de abril de 1990 no município de Belém de São Francisco – PE, iniciou a graduação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Sertão-PE) em janeiro de 2008, obtendo título de Tecnólogo em Horticultura em Agosto de 2011. Ingressou no mestrado em Agosto de 2011 pelo Programa de Pós-graduação em Agronomia da UFG, obtendo o título de mestre em maio de 2013.

EPÍGRAFE

Algo só é impossível até que alguém
duvide e acabe por provar o
contrário”

Albert Einstein

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais Sebastião
Balbino da Silva e Maria Joselaide do
Nascimento Silva. Aos meus irmãos
Joseano Nascimento da Silva e
Joselane Nascimento da Silva.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas forças concedidas nos momentos difíceis e por todas as benções realizadas na minha vida.

À Universidade Federal de Goiás pela oportunidade de realizar este sonho.

Ao CNPq e a CAPES pelo apoio.

À minha família: meus pais Sebastião Balbino da Silva e Maria Joselaide do Nascimento Silva e irmãos Joseano Nascimento da Silva e Joselane Nascimento da Silva pelo incentivo, fé e principalmente confiança depositados em mim nesta etapa da minha vida, assim como todas as outras. Nos momentos de dificuldades por me concederem forças para seguir em frente e ensinarem a nunca desistir diante das dificuldades impostas pela vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Edicarlos Damacena de Souza pela orientação, dedicação, paciência, conselhos e apoio para que esse trabalho fosse realizado e imensa contribuição para a minha formação profissional.

Ao prof. Dr. Marco Aurélio Carbone Carneiro e Helder Barbosa Paulino pela amizade, orientação e compartilhamento de conhecimento.

Aos Professores do PPGA.

Ao grupo de solos e todos aqueles que fazem parte da pós-graduação pela convivência.

Aos meus amigos Leonardo, Franciane, Flávio, Diego, João, Dorotéia, Marcos Humberto, Alex, Uadson, Caio, Luis, Udenis, Dieimesson, Josilene e Ariadna entre outros pela amizade, trabalho em equipe e conhecimentos compartilhados.

Ao Nielson pelo acolhimento na minha estadia em Recife-PE e pela amizade.

A Andreâne e Adréia pela amizade.

Aos professores e colegas da IF Sertão-PE pelo aprendizado e amizade durante a minha graduação. Em especial: Felipe, João Bosco, Hugo, Larissa e Janiclécia.

Ao Prof. Fábio Freire de Oliveira pelo incentivo ao ingresso na Pós-Graduação.

Aos meus companheiros de república Alberto, Baiano e Mário.

A Sidy por me incentivar a nunca desistir dos objetivos da vida, a você minha eterna admiração.

A todos os meus sinceros agradecimentos, Deus sempre nos proverá o melhor.

SUMÁRIO

RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1 – INTRODUÇÃO	1
2 – CAPÍTULO 1: ESTADO ATUAL DO CONHECIMENTO.....	3
2.1 – A INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA.....	3
2.2 – A INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SOB PLANTIO DIRETO	4
2.3 – CALAGEM EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SOB PLANTIO DIRETO	7
2.4 – REFERÊNCIAS	10
3 – CAPÍTULO 2: ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO APÓS APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE CALCÁRIO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA- PECUÁRIA SOB PLANTIO DIRETO NO CERRADO	16
RESUMO	16
ABSTRACT	17
INTRODUÇÃO	18
MATERIAL E MÉTODOS	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
CONCLUSÕES	35
REFRÊNCIAS	35

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO APÓS APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE CALCÁRIO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SOB PLANTIO DIRETO NO CERRADO

RESUMO – Em sistemas de integração lavoura-pecuária sob plantio direto a aplicação do calcário é feita em superfície, sendo possível que ocorra modificações na movimentação do calcário em profundidade em função do pastejo. Esse trabalho foi conduzido objetivando avaliar atributos químicos relacionados a acidez do solo após aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto, submetido a intensidades de pastejo no Cerrado. O estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Goiás/Campus de Jataí, em um Latossolo Vermelho distroférico. Os tratamentos consistiram de diferentes alturas de manejo da pastagem: 25, 35 e 45 cm e área sem pastejo, disposto em delineamento em blocos ao acaso. Foram aplicados $2,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ calcário com PRNT de 80%, em superfície do solo, após a colheita da cultura da soja (março 2012). Amostras de solo foram coletadas nas profundidades de: 0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-7,5; 7,5-10,0; 10,0-15,0; 15,0-20,0 e 20,0-30,0 cm para avaliação dos atributos químicos antes da calagem, sete meses (final do ciclo de pastejo 2012) e 12 meses (final do ciclo da soja 2013) após a calagem. Houve maior correção da acidez do solo no sistema integração lavoura-pecuária comparado área sem pastejo numa mesma época de avaliação, principalmente quando decorridos 12 meses da realização da calagem. Nas diferentes épocas de avaliações a integração lavoura-pecuária melhorou as propriedades químicas do solo na primeira camada de solo, e as condições de acidez do solo pioraram em profundidade em todas as áreas, exceto na menor intensidade de pastejo.

Palavras-chave: atributos químicos, calagem, pastejo.

CHEMICAL ATTRIBUTES OF SOIL AFTER APPLICATION OF SURFACE LIMESTONE IN SYSTEM INTEGRATION UNDER CROP-LIVESTOCK NO-TILLAGE IN THE CERRADO

ABSTRACT -In integrated crop-livestock under no-tillage, liming is done on the surface, it is possible that changes occur in the handling of the limestone in depth as a function of grazing. This study was conducted to evaluate attributes related to soil acidity after surface liming in integrated crop-livestock under no-tillage, subjected to grazing intensities in the Cerrado. The study was conducted at the Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí, of a Red Latosol (Oxisol). The treatments consisted of different heights pasture management: 25, 35 and 45 cm and area without grazing, arranged in blocks randomly. Were applied to 2.4 Mg ha⁻¹ lime with effective neutralization value 80 % in surface soil after the harvest of soybean (March 2012). Soil samples were collected depths: 0-2.5, 2.5-5.0, 5.0-7.5, 7.5-10.0, 10.0-15.0, 15, 0-20.0 and 20.0-30.0 cm for the evaluation of chemical attributes before liming, seven months (end of the grazing cycle 2012) and 12 months (end of the cycle of soybeans in 2013) after liming. A greater correction of soil acidity in the system crop-livestock compared without grazing area in the same evaluation time, especially when that 12 months after the realization of liming. The different assessment times crop-livestock improved soil chemical properties in the first layer of soil, and soil acidity conditions worsened in depth in all areas, except in the smallest grazing intensity.

Keywords: chemical attributes, liming, grazing.

1- INTRODUÇÃO

A partir da década de 1970 com a introdução do sistema de plantio direto (SPD) no Brasil foi possível amenizar as perdas de solo por erosão, além de promover incrementos na matéria orgânica do solo e, por conseguinte, tem melhorado a fertilidade do solo, incrementando a produtividade das culturas e melhorando a qualidade dos sistemas agrícolas de produção. Na década de 1980 essa prática começou a ser implantada no Cerrado, porém as condições edafoclimáticas da região dificultam o cultivo na entressafra (período de seca) e o estabelecimento de cobertura eficiente do solo, um dos pilares do SPD.

Como o SPD na região de Cerrado se caracteriza pela baixa utilização de plantas de cobertura, o reflexo disto é a pouca palha na superfície do solo, promovendo a degradação do solo pelos processos erosivos. Aliado a isso, geralmente não ocorre rotação de culturas, sendo que, esta quando adequadamente realizada promove maior ciclagem de nutrientes e favorece a maior produção de biomassa vegetal, essencial na conservação do solo.

Neste contexto, a integração lavoura-pecuária (ILP) sob SPD surge como uma alternativa visando à diversificação de atividades nas propriedades rurais, redução dos impactos ambientais e fonte de renda para os produtores de grãos no período de entressafra. Além disso, o manejo adequado do pastejo animal possibilita palha remanescente suficiente para sustentação do SPD. Porém, muitos produtores resistem em adotar a ILP por insegurança dos possíveis efeitos dos animais nos atributos físicos do solo, por receio de haver a compactação do solo é devido às poucas informações existentes sobre este sistema de manejo.

Embora o SPD seja uma prática de cultivo consolidada no Brasil, a inserção da fase pecuária no sistema de manejo gera um grande dilema com relação a aplicação do calcário em superfície, visto que devido ao seu caráter conservacionista, o revolvimento do solo não é desejável. Apesar do calcário apresentar baixa solubilidade, tem sido observado que a aplicação superficial é eficiente na correção da acidez do solo nas camadas mais profundas. Esta movimentação do calcário em profundidade é atribuída aos bioporos formados pela

ação decompositora de organismos da macro e mesofauna sobre as raízes e resíduos vegetais da cultura de cobertura. Além disso, os resíduos vegetais liberam ácidos orgânicos de baixo peso molecular que atuam como ligantes orgânicos, diminuindo o alumínio trocável e aumentando os teores de Ca e Mg em profundidade. Na ILP espera-se que as fezes dos animais atuem de forma semelhante aos resíduos vegetais, promovendo ampliação dos mecanismos responsáveis pela correção da acidez do solo em profundidade.

Há carência de pesquisas na temática de ILP sob SPD na região do Sudoeste de Goiás abordando aspectos relacionados a dinâmica da correção da acidez do solo com a aplicação de calcário em superfície, pois a maior parte das pesquisas existentes são conduzidas no Sul do Brasil. A hipótese desse trabalho é que a inserção da fase de pecuária em sequência a de lavoura sob SPD promova influência positiva na movimentação do calcário quando disposto superficialmente no solo.

O objetivo do trabalho foi avaliar atributos químicos relacionados a acidez do solo após aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto, submetido a intensidades de pastejo no Cerrado.

2. CAPÍTULO 1: ESTADO ATUAL DO CONHECIMENTO

2.1 - A integração lavoura-pecuária

A integração lavoura-pecuária (ILP) pode ser caracterizada como um sistema que em função do sinergismo entre essas duas atividades maximiza o uso racional da terra e os recursos disponíveis na propriedade (infra-estrutura, mão-de-obra), diversifica a produção, minimiza custos e dilui os riscos de investimentos, em relação à uma atividade (lavoura ou pecuária) isoladamente (Melo et al., 2004). Esse sistema surgiu devido a crescente demanda mundial por alimentos, madeira e fibras oriundos de vegetais e animais, o que impõe o setor primário frente a grandes desafios, que para atender essa exigência vem adotando meios de produção bastante intensivos (Carvalho et al., 2011; Oliveira et al., 2011). A alteração da agricultura diversificada e de pequena escala produtiva para uma agricultura altamente tecnificada em larga escala, com a monocultura ao longo dos anos, apesar de proporcionar ganhos de produtividade agrícola ocasiona efeitos adversos ao meio ambiente (Flores, 2008; Carvalho et al., 2011).

Para Russelle & Franzluebbers (2007) com essa mudança nos moldes de produção agrícola ocorre a degradação dos recursos naturais, com a contaminação dos lençóis freáticos por moléculas químicas e aumento na concentração de gases contribuintes para o efeito estufa. Assim, torna-se necessário o uso de sistemas menos impactantes aos recursos naturais e que sejam capazes de manter e ou aumentar os índices de produtividades agropecuários, sendo a ILP é um sistema adequado neste contexto de acordo com Cassol (2003).

O uso do sistema ILP promove melhoria das condições físicas do solo pela pastagem em áreas de lavoura, recuperação da fertilidade do solo pela lavoura na área de pastagem degradada, aumenta a eficiência de fertilizantes e corretivos, conserva os recursos naturais, reduz a incidência de pragas, doenças e plantas infestantes, além da produção de forragem e palha para a cobertura do solo no SPD (Gimenez et al., 2010). No entanto, a determinação de nível de biomassa de forragem que permita alto rendimento animal e que não limite o estabelecimento e

produção da cultura em sequência ao pastejo é uma das principais dificuldades do sistema (Lopes et al., 2009).

Contudo, para a implantação da ILP são enfrentadas algumas restrições, tais como: máquinas e implementos agrícolas diversificados, infraestruturas de estradas e armazéns, mão de obra qualificada, domínio da tecnologia de lavouras anuais e de pecuária, além de conhecimento profundo do mercado agropecuário (Macedo, 2009). Aliado a isso, existe de certa forma uma dificuldade para o produtor de grãos introduzir o animal na área de cultivo agrícola (Cassol, 2003). Esses fatores tem limitado o acesso dos produtores de grãos e dos pecuaristas à tecnologia da ILP.

Apesar desses impedimentos ao estabelecimento da ILP, esta prática de cultivo tem grande potencial de ser utilizada nas propriedades agrícolas e pecuárias, mesmo com essas possíveis limitações de adoção. Com políticas governamentais de incentivo a adoção de sistemas conservacionistas espera-se que seu uso seja facilitado. Para Conte et al. (2011) nas últimas décadas é crescente as áreas agrícolas sob ILP no Brasil, em virtude dos benefícios oriundos da utilização desse sistema. O governo Brasileiro comprometeu-se a diminuir as emissões nacionais de CO₂-equivalente entre 36,1 e 38,9% até 2020, e dentre as iniciativas para se atingir esse objetivo está o estímulo à implantação da ILP (Carvalho et al., 2011). A nível mundial a FAO reconhece a ILP como uma via sustentável de se almejar a alimentação de 9 bilhões de pessoas em 2050, além de ressaltar os benefícios do sistema com relação a diversidade biológica e ciclagem de nutrientes culminando em melhoria na qualidade do solo e mitigação das emissões de gases de efeito estufa.

2.2 – A integração lavoura-pecuária sob plantio direto

O sistema plantio direto (SPD) foi introduzido no Brasil na década 70 na região Sul, devido a necessidade de redução nas perdas de solo, com consequente redução nos custos de produção (Melo Júnior et al., 2011; Franchini et al., 2000; Mata et al., 2011). Já na região do Cerrado sua implantação se deu por volta da década de 1980 (Balbino et al., 1996). As premissas básicas do SPD são: a manutenção de cobertura de solo eficiente, rotação de culturas e não revolvimento

do solo (Ribeiro et al., 2001). No entanto, a formação e manutenção de palha é uma das principais dificuldades enfrentadas nas regiões tropicais, com isso o SPD no Cerrado apresenta limitações (Fonseca et al., 2007; Silva et al., 2011). Nessa região, o fator condicionante da não eficiência plena do SPD é o estabelecimento de uma cobertura de solo uniforme, dificultada pelas altas temperaturas e umidade do solo, associada ao uso de espécies de baixa relação C/N, ocasionando rápida decomposição dos resíduos vegetais remanescentes na superfície do solo (Carneiro et al., 2008; Mata et al., 2011; Silva et al., 2011).

A necessidade de otimização das áreas destinadas a agricultura e pecuária é grande atualmente, em função da crescente demanda de produção de alimentos com qualidade e em grande quantidade, aliado a conservação dos recursos naturais, colocando a agricultura diante de grandes desafios nas últimas décadas (Balbinot Junior et al., 2009). Dentre as possibilidades para superar essa exigência ambiental, econômica e social está o uso de sistemas integrados de produção, como a integração lavoura-pecuária (ILP), que surge como opção para otimizar o uso dos recursos existentes nas propriedades (Fonseca et al., 2007; Balbinot Junior et al., 2009). Contudo, é preciso haver o manejo adequado do pastejo, de forma a permitir, além da maximização do desempenho individual dos animais, a obtenção de um adequado nível de palha residual para a agricultura (Lopes et al., 2008).

A atividade da ILP sob SPD torna-se interessante para o produtor rural, em função da diversificação das atividades na propriedade agrícola otimizando o uso solo e recursos disponíveis, possibilitando no período de limitação pluviométrica uma fonte de renda extra. Além disso, a agricultura é praticada de forma eficiente e sustentável, em sincronia com a pecuária (Cassol, 2003; Flores, 2004; Melo et al., 2004; Balbinot Junior et al., 2009).

A ILP não é um sistema novo, pois há muitos anos já vem sendo adotado em vários países (Cassol, 2003). No Brasil o ato de utilizar resíduos de culturas na alimentação animal é frequentemente utilizado em diversas regiões (Macedo, 2009). Contudo, ocorre de certa forma uma dificuldade para o produtor de grãos introduzir o animal na área de cultivo agrícola (Cassol, 2003). Além disso, muitos produtores de grãos não adotam o sistema por receio de ocorrer a compactação do solo, em função das poucas informações existentes dos possíveis efeitos dos animais nas propriedades físicas e químicas do solo. Isso porque dependendo da magnitude da

carga animal presente na área, pode ser prejudicial para o estabelecimento e rendimento da cultura sucessora ao pastejo (Flores, 2004; Melo et al., 2004; Jesus, 2006; Flores, et al., 2007), principalmente em período de déficit hídrico. O pisoteio animal pode causar a compactação do solo principalmente quando houver manejo inadequado da carga animal em ILP sob SPD (Flores et al., 2007).

O pisoteio animal nas áreas de sob pastejo proporciona maior pressão sob o solo podendo resultar em incrementos nos valores de densidade, resistência mecânica a penetração e redução da porosidade total (Marchão et al., 2007; Silva et al., 2008), e fica mais pronunciado principalmente quando há superpastejo, por conseguinte ocorre a redução de produtividade das culturas de verão (Nicoloso et al., 2006).

Para Lunardi (2005), a ILP deve otimizar o uso das pastagens de inverno, assim, torna-se necessário controlar a intensidade de pastejo permitindo a formação e manutenção de determinada camada de palha sobre o solo para implantação da cultura subsequente. A intensidade de pastejo influencia diretamente na quantidade de cobertura remanescente, a qual tem grande importância na eficiência do SPD, em especial na região do Cerrado pela limitada cobertura vegetal do solo. O nível de biomassa vegetal remanescente interfere na qualidade física do solo. Lanzasova et al. (2007) discorre que em sistema de ILP sob SPD é importante atentar de forma especial com relação ao manejo do pastejo dos animais para que os atributos físicos do solo não sejam alterados para condição de qualidade inferior em decorrência de baixo nível de cobertura do solo.

A cobertura do solo tem influência direta no desenvolvimento das plantas pois ela se relaciona com a compactação do solo, principalmente na ILP sob SPD, logo restam questionamentos a serem esclarecidos relacionados ao nível ideal de forragem a permanecer sobre a superfície do solo no final de ciclo de pastejo no Cerrado. Flores et al. (2007) não detectaram interferência de intensidades de pastejo nos atributos físicos do solo e rendimento de grãos após a fase de pastagem na região Sul do Brasil.

2.3 - Calagem em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto

Desde a introdução do SPD no Brasil surgiram discussões sobre a forma e a frequência com que o calcário deve ser aplicado ao solo, sendo que a sua aplicação é feita principalmente em superfície, o que pode reduzir sua eficiência em corrigir a acidez em profundidade, devido a características de baixa solubilidade do calcário (Cassol, 2003; Flores et al., 2008). A literatura mostra controvérsias com relação a aplicação superficial do calcário no SPD, pois há relatos da influência nos atributos de solos relacionados com a acidez somente na camada superficial (Cassol, 1995; Rheinheimer et al., 2000; Amaral & Anghinoni, 2001). Outros trabalhos relatam efeito do calcário em profundidade, mesmo quando aplicado em superfície do solo (Caires et al., 1998; Gatiboni et al., 2003; Ciotta et al., 2004; Flores et al., 2008). Mesmo havendo divergências no que diz respeito a aplicação superficial de calcário no solo, tem sido verificado sua eficiência em manter e/ou aumentar a produtividade das culturas agrícolas (Cassol, 2003).

Para Amaral (2002) a intensidade do efeito em profundidade do calcário aplicado em superfície em solos sob o SPD depende de características do solo: textura, estrutura e drenagem; do clima: precipitação pluviométrica e temperatura; do tempo em que o sistema plantio direto foi adotado: influenciando principalmente o diâmetro, o volume e a continuidade dos macro e dos bioporos; do sistema de rotação de culturas utilizado: aportando quantidade e qualidade de palha e matéria orgânica; do calcário: em função da dose e granulometria; e do manejo adotado na área de cultivo.

O movimento em profundidade do calcário aplicado superficialmente no solo em SPD pode ocorrer de distintas maneiras, como a formação e deslocamento vertical descendente de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ e $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ (Oliveira & Pavan, 1996). É possível a movimentação estritamente mecânica de partículas de calcário por meio de espaços (bioporos), formados e mantidos pela morte de raízes e pelo não revolvimento do solo no SPD (Pavan, 1994). Cassol (2003) também reforça essa assertiva ao afirmar que no SPD os bioporos oriundos do processo de decomposição das raízes, atividade da macro e mesofauna estariam atuando como

mecanismo facilitador da movimentação física do calcário e seus subprodutos da dissolução em profundidades no solo.

Pode também ocorrer a complexação de Ca^{2+} e Mg^{2+} por compostos orgânicos de baixo peso molecular e sua movimentação em profundidade diminuindo o Al trocável (Miyazawa et al., 1996). O processo ocorre da seguinte maneira: os resíduos vegetais deixados na superfície do solo possuem compostos hidrossolúveis, os quais atuam como ligantes orgânicos (L) formando complexos CaL^0 ou CaL^- com Ca^{2+} . Com a mudança de carga do Ca^{2+} ocorre maior facilidade na mobilização no solo. Em subsuperfície os complexos formados têm o Ca^{2+} substituído pelo Al^{3+} , em função deste formar complexos mais estáveis no solo quando comparado ao formado com o Ca^{2+} . Reações semelhantes também ocorrem com o Mg^{2+} . Como a participação desses mecanismos no comportamento da acidez do solo é variável em SPD e dependem das condições específicas de cada solo, podendo também ocorrer de forma mútua, existe dificuldades da quantificação unitária (Amaral, 2002).

Grande parte dos trabalhos relacionados com a calagem no SPD foi desenvolvido em sistemas de produção exclusivamente de lavoura (Flores et al., 2008). No entanto, em sistemas de ILP, a presença de animais pode interferir na dinâmica do calcário no solo sob SPD em relação a áreas puramente de lavouras, pelo fato dos animais afetarem alguns dos fatores anteriormente descritos (Amaral, 2002; Flores et al., 2008). Na região do cerrado brasileiro há incipiência de pesquisa sobre a temática da calagem na ILP sob SPD, pois são encontrados trabalhos apenas na região Sul do país.

Em áreas sob ILP o pisoteio animal, além do tráfego de máquinas tem sido responsável pela compactação do solo (Albuquerque et al., 2001), o qual é normal ocorrer e varia com a intensidade de carga animal na área. O pisoteio animal em excesso provoca efeitos na qualidade física do solo, ocorrendo a diminuição da porosidade total, macroporosidade e condutividade hidráulica saturada, e aumento da a densidade do solo e resistência à penetração, principalmente na superfície do solo (Jesus, 2006; Lanza et al., 2007; Marchão et al., 2007). Isso pode restringir o efeito do calcário aplicado em superfície, pela menor mobilidade, em função do menor espaço poroso solo.

Cassol (2003) relata que o tráfego de animais pode exercer influência no comportamento do calcário em áreas de ILP quando comparado com SPD, pois o pisoteio animal e a desfolhação pode afetar as características físicas e reduzir a cobertura do solo, restringindo o efeito, em profundidade, do calcário aplicado em superfície. Por outro lado, com as fezes animais depositadas na área tem-se aumento da atividade de minhocas, besouros e outros organismos da macro e mesofauna (Edwards et al., 1988; Cassol, 2003). Essa maior atividade auxilia na decomposição de raízes da cultura anterior formando os bioporos, facilitando a movimentação física do calcário e de seus subprodutos para as camadas inferiores. Além disso, Flores et al. (2008) relatam que as fezes animais depositadas nas áreas sob pastejo tem a capacidade de liberar ácidos orgânicos de baixo peso molecular durante o seu processo de decomposição, o que pode auxiliar em maior efeito em profundidade do corretivo aplicado em superfície do solo na ILP sob SPD.

Em trabalho realizado por Flores et al. (2008) os autores estudaram a dinâmica do calcário aplicado em superfície de um Latossolo Vermelho distroférico típico em sistema de ILP sob SPD em diferentes intensidades de pastejo no Sul do Brasil. E observaram que o efeito da calagem superficial na correção da acidez variou em profundidade com o atributo químico e tempo avaliado, chegando a atingir 25 cm de profundidade. Além disso, a presença dos animais provocaram incrementos na profundidade de efeito da calagem realizada em superfície. Esse estudo demonstra que a calagem superficial no SPD tem seus efeitos ampliados quando ocorre a presença do animal pastejando na área (ILP sob SPD).

Como na região do Cerrado estar havendo o aumento das áreas integradas de produção (lavoura e pecuária), e existe déficit de pesquisas em sistemas integrado de produção relacionado a acidez do solo, há necessidade de buscar o entendimento do comportamento do calcário quando aplicado superficialmente no solo em ILP sob SPD na região do Cerrado, quando comparado aos sistemas unitários de produção sob SPD.

2.4 - REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L. & ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.717-723, 2001.

AMARAL, A. S. **Mecanismos de correção da acidez do solo no sistema plantio direto com aplicação de água na superfície**. Porto Alegre, RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 107p. (Tese de Doutorado).

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

BALBINO, L. C.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, J. G.; OLIVEIRA, E. F. & OLIVEIRA, I. P. **Plantio Direto**. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F. & ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.301-352.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A. & DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v.39, n. 6, p.1925-1933, 2009.

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 sistemas de cultivo sem preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, n.1, p.27-34, 1998.

CARNEIRO, M. A. C.; CORDEIRO, M. A. S.; ASSIS, P. C. R.; MORAES E. S.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B. & SOUZA, E. D. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, v.67, n.2, p.455-462, 2008.

CARVALHO, P. C. F.; BARRO, R. S.; KUNRATH, T. R.; SILVA, F. D.; BARTH NETO, A.; SAVIAN, J. V.; PFEIFER, F. M.; TISCHLER, M. R. & ANGHINONI, I. Experiências

de integração lavoura-pecuária no Rio Grande do Sul. **Synergismus Scyentifica UTFPR**, v. 6, n.2, p. 1-10, 2011.

CASSOL, L. C. **Características físicas e químicas do solo e rendimento de culturas após a reaplicação de calcário, com e sem incorporação, em sistemas de preparo**. Porto Alegre, RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 98p. (Dissertação de Mestrado).

CASSOL, L. C. **Relação solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. Porto Alegre, RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 157p. (Tese de Doutorado).

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C. & ALBUQUERQUE, J. A. Manejo da calagem e os componentes da acidez de Latossolo Bruno em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.2, p. 317-326, 2004.

CONTE, O.; FLORES, J. P. C.; CASSOL, L. C.; ANGHINONI, I. CARVALHO, P. C. F.; LIVIEN, R. & WESP, C. L. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1301-1309, 2011.

EDWARDS, W. M.; NORTON, L.D. & REDMOND, C. E. Characterizing macropores that affect infiltration into non tilled soil. **Soil Science Society of America Journal**, v.52, p.483-487, 1988.

FLORES, J. P. C. **Atributos de solo e rendimento de soja em um sistema de integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo em plantio direto com aplicação de calcário na superfície**. Porto Alegre, RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. 74p. (Dissertação de Mestrado).

FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. F.; LEITE, J. G. D. B. & FRAGA, T. I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.4, p.771-780, 2007.

FLORES, J. P. C.; CASSOL, L. C.; ANGHINONI, I. & CARVALHO, P. C. F. Atributos químicos do solo em função da aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura-pecuária submetido a pressões de pastejo em plantio direto. **Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.6, p.2385-2396, 2008.

FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A. C.; COSTA, A. R.; OLIVEIRA, G. C. & BALBINO, L. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo Vermelho distrófico de cerrado sob duas rotações de cultura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.1, p.22-30, 2007.

FRANCHINI, J. C.; BORKERT, C. M.; FERREIRA, M. M.; GAUDÊNCIO, C. A. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.2, p.459-467, 2000.

GATIBONI, L. C.; SAGGIN, A.; BRUNETTO, G.; HORN, D.; FLORES, J. P. C.; RHEINHEIMER, D. S. & KAMINSKI, J. Alterações nos atributos químicos de solo arenoso pela calagem superficial no sistema plantio direto consolidado. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.283-290, 2003.

GIMENES, M. J.; DAL POGETTO, M. H. F. A.; PRADO, E. P.; CHRISTOVAM, R. S. & SOUZA, E. F. C. Integração lavoura-pecuária – Breve revisão. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, v.4, n.1, p.52-60, 2010.

JESUS, C. P. **Atributos físicos do solo e produtividade da soja após um ano de integração lavoura-pecuária em área sob plantio direto**. Lages, SC, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2006. 46p. (Dissertação de Mestrado).

LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C. & REINERT, D. J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.5, p.1131-1140, 2007.

LOPES, M. L. T.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D. T.; KUSS, F.; FREITAS, F. K. & FLORES, J. P. C. Sistema de integração lavoura-pecuária: desempenho e qualidade da carcaça de novilhos superprecoces terminados em

pastagem de aveia e azevém manejada sob diferentes alturas. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 178-184, 2008.

LOPES, M. L. T.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; SANTOS, D. T.; AGUINAGA, A. A. Q.; FLORES J. P. C & MORAES, A. Sistema de Integração lavoura-pecuária: efeito do manejo da altura em pastagem de aveia preta e azevém anual sobre o rendimento da cultura da soja. **Ciência Rural**, v.39, p.1499-1506, 2009.

LUNARDI, R. **Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema de integração lavoura-pecuária em função de espaçamento entre fileiras, métodos e intensidades de pastejo**. Porto Alegre, RS, 2005. 143 p. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (Dissertação de Mestrado).

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, p.133-146. 2009.

MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; SANTOS JUNIOR., J. D. G.; SÁ, M. A. C.; VILELA, L. & BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p. 873-882, 2007.

MATA, J. F.; SILVA, R. R.; CHAGAS, J. F. R.; FREITAS, G. A. & FARIAS, V. L. S. Produção, decomposição e meia-vida da palhada de consórcio de gramíneas sob diferentes níveis de adubação para sistema de plantio direto no cerrado. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.4, n.1, p.96–115, 2011.

MELLO, L. M. M.; YANO, E. H.; NARIMATSU, K. C. P.; TAKAHASHI, C. M. & BORGHI, E. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.1, p.121-129, 2004.

MELO JÚNIOR, H. B.; CAMARGO, R. & WENDLING, B. Sistema plantio direto na conservação do solo e água e recuperação de áreas degradadas. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.12, p.1-17, 2011.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. & SANTOS, J. C. F. Effects of addition of crop residues on the leaching of Ca and Mg in Oxisols. In: International Symposium on

Plant-Soil Interactions at Low pH, 4. Belo Horizonte, 1996. **Abstracts**. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/EMBRAPA-CPAC, 1996. p.8.

NICOLOSO, R.S.; LANZANOVA, M. E. & LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1799-1805, 2006.

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

OLIVEIRA, M. I. L.; BECQUER, T.; GOEDERT, L. V.; & DELEPORTE, P. Concentração de íons na solução de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1291-1300, 2011.

PAVAN, M.A. Movimentação de calcário no solo através de técnicas de manejo da cobertura vegetal em pomares de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.16, p.86-91, 1994.

RHEINHEIMER, D. S.; SANTOS, E. J. S.; KAMINSKI, J. & XAVIER, F. M. Aplicação superficial de calcário no sistema plantio direto consolidado em solo arenoso. **Ciência Rural**, v.30, n.2, p.263-268, 2000.

RIBEIRO, M. F. S.; NETO, F. S. & SANTOS, J. A. B. Plantio Direto na pequena propriedade. **Informe Agropecuário**, v.22, p.100-108, 2001.

RUSSELLE, M. P. & FRANZLUEBBERS, A. J. Introduction to "Symposium: Integrated crop-livestock systems for profit and sustainability". **Agronomy Journal**, v.99, n.2, p.323-324, 2007.

SILVA, G. J.; JUNIOR, D. D. V.; BIANCHINI, A.; AZEVEDO, E. C.; MAIA, J. C.S. Variação de atributos físico-hídricos em Latossolo Vermelho-amarelo do cerrado Mato-Grossense sob diferentes formas de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.5, p.2135-2143, 2008.

SILVA, V. J.; CAMARGO, R.; WEDLING, B. & PIRES, S. C. Integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto no cerrado brasileiro. **Enciclopédia Biosfera**,

Goiânia, vol.7, n.12, p.1-12, 2011.

CAPÍTULO 2: ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO APÓS APLICAÇÃO SUPERFICIAL DE CALCÁRIO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SOB PLANTIO DIRETO NO CERRADO

RESUMO – Em sistemas de integração lavoura-pecuária sob plantio direto a aplicação do calcário é feita em superfície, sendo possível que ocorra modificações na movimentação do calcário em profundidade em função do pastejo. Esse trabalho foi conduzido objetivando avaliar atributos químicos relacionados a acidez do solo após aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto, submetido a intensidades de pastejo no Cerrado. O estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Goiás/Campus de Jataí, em um Latossolo Vermelho distroférico. Os tratamentos consistiram de diferentes alturas de manejo da pastagem: 25, 35 e 45 cm e área sem pastejo, disposto em delineamento em blocos ao acaso. Foram aplicados 2,4 Mg ha⁻¹ calcário com PRNT de 80%, em superfície do solo, após a colheita da cultura da soja (março 2012). Amostras de solo foram coletadas nas profundidades de: 0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-7,5; 7,5-10,0; 10,0-15,0; 15,0-20,0 e 20,0-30,0 cm para avaliação dos atributos químicos antes da calagem, sete meses (final do ciclo de pastejo 2012) e 12 meses (final do ciclo da soja 2013) após a calagem. Houve maior correção da acidez do solo no sistema integração lavoura-pecuária comparado área sem pastejo numa mesma época de avaliação, principalmente quando decorridos 12 meses da realização da calagem. Nas diferentes épocas de avaliações a integração lavoura-pecuária melhorou as propriedades químicas do solo na primeira camada de solo, e as condições de acidez do solo pioraram em profundidade em todas as áreas, exceto na menor intensidade de pastejo.

Palavras-chave: atributos químicos, calagem, pastejo.

CHAPTER 2: CHEMICAL ATTRIBUTES OF SOIL AFTER APPLICATION OF SURFACE LIMESTONE IN SYSTEM INTEGRATION UNDER CROP-LIVESTOCK NO-TILLAGE IN THE CERRADO

ABSTRACT - In integrated crop-livestock under no-tillage, liming is done on the surface, it is possible that changes occur in the handling of the limestone in depth as a function of grazing. This study was conducted to evaluate attributes related to soil acidity after surface liming in integrated crop-livestock under no-tillage, subjected to grazing intensities in the Cerrado. The study was conducted at the Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí, of a Red Latosol (Oxisol). The treatments consisted of different heights pasture management: 25, 35 and 45 cm and area without grazing, arranged in blocks randomly. Were applied to 2.4 Mg ha⁻¹ lime with effective neutralization value 80 % in surface soil after the harvest of soybean (March 2012). Soil samples were collected depths: 0-2.5, 2.5-5.0, 5.0-7.5, 7.5-10.0, 10.0-15.0, 15, 0-20.0 and 20.0-30.0 cm for the evaluation of chemical attributes before liming, seven months (end of the grazing cycle 2012) and 12 months (end of the cycle of soybeans in 2013) after liming. A greater correction of soil acidity in the system crop-livestock compared without grazing area in the same evaluation time, especially when that 12 months after the realization of liming. The different assessment times crop-livestock improved soil chemical properties in the first layer of soil, and soil acidity conditions worsened in depth in all areas, except in the smallest grazing intensity.

Keywords: chemical attributes, liming, grazing.

INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto (SPD) é amplamente adotado no Brasil, devido a suas características conservacionistas possibilitando menores danos aos recursos naturais e maiores ganhos produtivos das culturas comerciais (Moraes et al., 2007). A sustentação do SPD é a cobertura de solo permanente, porém tanto a formação quanto a manutenção de palha são difíceis de serem conseguidas nas regiões tropicais (Fonseca et al., 2007, Silva et al., 2011). Dificuldades oriundas das condições edafoclimáticas e uso de espécies de baixa relação C/N, ocasionam rápida decomposição dos resíduos vegetais (Carneiro et al., 2008; Mata et al., 2011). O uso de sistema integrados de produção englobando a lavoura e pecuária (ILP) apresentam vantagens em relação aos sistemas unitários de produção (Schiavo et al., 2011).

No entanto, a maioria das áreas sob SPD no Cerrado estão localizadas em solos de natureza ácida, havendo a necessidade de correção dessa acidez pela prática da calagem, para a obtenção de boas produtividades das culturas. No SPD o calcário é aplicado em superfície do solo, sem haver incorporação (Moraes et al., 2007, Flores et al., 2008). Em função de sua característica de baixa solubilidade e mobilidade de produtos resultantes de sua dissolução, surgem questionamentos com relação a forma de aplicação do calcário em solos ácidos sob SPD. A literatura é contraditória com relação à prática de aplicação do calcário em superfície no SPD, onde são encontrados resultados que mostram efeitos de correção da acidez do solo em superfície (Alleoni et al., 2005) e também em subsuperfície (Gatiboni et al., 2003; Ciotta et al., 2004; Flores et al., 2008).

Já em sistemas de ILP sob SPD se espera comportamento diferenciado do que se observa em SPD isoladamente. Isso porque no sistema de ILP pode ocorrer um compactação do solo pelo pisoteio dos animais quando a taxa de lotação animal é alta (Lanzanova et al, 2007; Santos et al. 2011). Assim, é esperado que a correção da acidez do solo em profundidade seja restringida pela limitada movimentação de partículas de calcário (Flores et al., 2008). Contudo, no sistema ILP a constante deposição de excrementos dos animais, em especial as fezes, estimula a maior atividade da fauna do solo e, conseqüentemente, aumento na quantidade de bioporos no perfil do solo (Edwards et al., 1988). Isso pode contribuir para o deslocamento de partículas de calcário e subsequente correção subsuperficial da

acidez do solo (Flores et al., 2008). Ácidos orgânicos de baixo peso molecular (AOBPM) liberados pela decomposição de resíduos vegetais depositados na superfície do solo apresentam a capacidade de complexar Ca e Mg mobilizando-os em profundidade e neutralizando o Al trocável (Miyazawa et al., 1996; Franchini et al., 1999, 2001, 2003). Para Flores et al. (2008) com a decomposição das fezes animais também é possível a liberação de AOBPM, o que incrementa o movimento vertical de produtos resultantes da dissolução do calcário.

Na região do Cerrado brasileiro existe incipiência de pesquisas na temática de correção da acidez do solo no sistema ILP em SPD, pois a maior parte das pesquisas atuais são conduzidas no Sul do Brasil. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar atributos químicos relacionados a acidez do solo após a aplicação superficial de calcário em sistema de ILP sob SPD, submetido a intensidades de pastejo no Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental da Universidade Federal de Goiás, *Campus* Jataí. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa, relevo levemente ondulado (Embrapa, 2006), localizado a 17° 56' 57" S e 51° 43' 18" W a 800 m de altitude. O clima tropical chuvoso do tipo Aw de acordo com classificação de Köppen apresenta duas estações bem definidas, sendo a estação chuvosa (novembro a abril) e a seca (maio a outubro). A temperatura média é de 22° C e precipitação média anual de 1600 mm, podendo ocorrer veranicos (Figura 1).

A área onde o experimento foi instalado vinha sendo conduzida por dez anos com pastagem de *Brachiaria decumbens*, a qual não recebia correção do solo e adubação, pastejada com animais bovinos sob alta intensidade de pastejo. Por ocasião da instalação do presente trabalho a pastagem apresentava redução da produção vegetal e a presença de plantas invasoras. Os atributos químicos e granulométricos do solo, sendo o último determinado pelo método da pipeta descrito por Gee e Bauder (1986), na camada de 0 a 20 cm, são observados na Tabela 1.

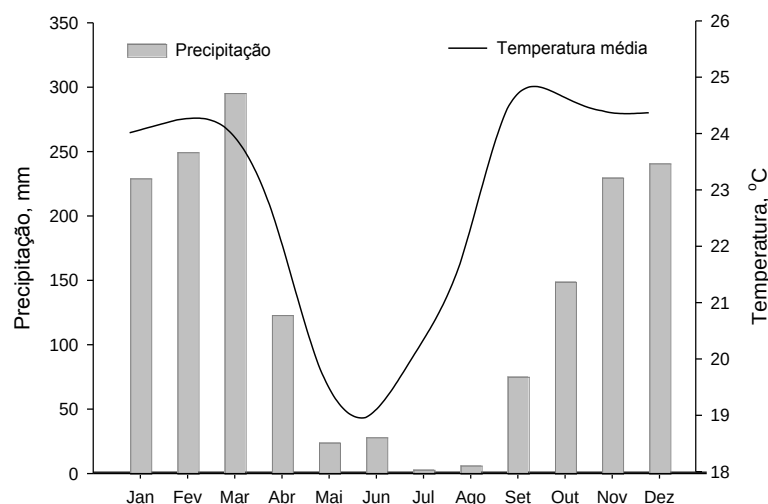


Figura 1. Média de dados climatológicos dos anos de 2009 a 2012 da área experimental em integração lavoura-pecuária no Sudoeste de Goiás. Fonte: INMET, 2013. Estação Meteorológica da UFG, Campus Jataí.

A área total do experimento é de aproximadamente 22 hectares, a qual foi dividida em nove piquetes (parcelas experimentais) cujo tamanho é de aproximadamente 2,0 hectares, além de duas faixas sem pastejo totalizando 11 piquetes (Figura 2).

Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos em um Latossolo Vermelho sob sistema de integração lavoura-pecuária antes da instalação do experimento (2008/9).

pH	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K	Al ³⁺	SB	CTC	V	Argila	Silte	Areia
H ₂ O	mg kg ⁻¹	cmol _c dm ⁻³						%	g kg ⁻¹		
5,2	- ⁽²⁾	1,38	1,64	0,19	-	3,21	9,35	36,6	520	220	260

⁽²⁾ Dados não disponíveis.

Os tratamentos constam de diferentes alturas de manejo da pastagem a 25 (P1), 35 (P2) e 45 (P3) cm de altura, ou seja, alta, moderada e baixa intensidade de pastejo, respectivamente além de duas áreas-controle (sem pastejo) entre os blocos.

O experimento iniciou-se no ano de 2009, com a realização de calagem com aplicação, à lanço, de 2,5 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT de 80%. O calcário foi incorporado ao solo com uma aração e duas gradagens. Anualmente, desde outubro de 2009, a cultura da soja (*Glycine Max* L.) de ciclo precoce é semeada com a aplicação de 350 kg ha⁻¹ de adubo formulado NPK 02-18-18, em espaçamento de 45 cm e população aproximada de 340.000 plantas ha⁻¹. Os

tratamentos fitossanitários foram realizados com aplicação de inseticidas, herbicidas e fungicidas de acordo com as necessidades da cultura.



Figura 2. Croqui da área experimental de integração lavoura-pecuária no sudoeste de Goiás. (Fonte: www.googleearth.com). P1: Pastejo a 25 cm. P2: Pastejo a 35 cm. P3: Pastejo a 45 cm.

A colheita ocorre, geralmente, no início do mês de fevereiro de cada ano, sendo posteriormente semeado, em linha, *Brachiaria ruziziensis* (10 kg/ha – Valor cultural 65%). Cerca de 45 dias após a emergência das plantas foi realizada a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de uréia. Essa cultura é conduzida até o início da próxima estação chuvosa (início de outubro), sendo que nessa época ocorre a dessecação da gramínea com a aplicação de glifosato no dose de 4,0 L p.c. por ha.

Anualmente, para o ciclo de pastejo foi instalada a cerca elétrica no mês de junho, em média 95 dias após a emergência da braquiária com início de pastejo em julho, se estendendo até meados de outubro, totalizando 120 dias de pastejo. O sistema de pastejo foi contínuo, realizado por bovinos adultos sem padrão racial definido, sendo que o manejo da altura de pastejo foi realizado com a adição ou retirado dos animais em função da altura desejada. Os animais entraram na área quando a pastagem atingiu um acúmulo médio em torno de 4000 kg de MS ha⁻¹. Para medição do acúmulo de massa seca da parte aérea foi coletado 1 m², em 4 pontos por parcela na pastagem, e posteriormente as amostras foram secas em estufa por 72 horas a uma temperatura de 65°C e com resultados expressos em kg ha⁻¹.

Na entrada dos animais a altura da pastagem nos diferentes tratamentos era semelhante, sendo a partir de então, acompanhada a cada 14 dias com bastão graduado “swardstick” (Bircham, 1981), com leituras em 50 pontos por parcela totalizando 150 para cada tratamento. A diferença entre as alturas de pastejo desejadas foi obtida aproximadamente 20 dias após a introdução dos animais, para todos os tratamentos, sendo adicionada ou retirada a quantidade de animais respeitando essas diferenças na altura de pastejo até o final do ciclo de pastejo. No início de outubro de cada ano os animais foram retirados da área, com posterior dessecação da gramínea.

Foi aplicado em superfície do solo $2,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ de calcário dolomítico, PRNT de 80%, em superfície do solo em toda a área experimental no mês de março de 2012 imediatamente após a colheita da soja e antes da semeadura da braquiária.

Foram feitas amostragens de solo para avaliar os atributos químicos relacionados com a acidez nos seguintes períodos: antes da aplicação superficial do calcário (março 2012), final do ciclo de pastejo (outubro 2012) e final do ciclo da soja (março 2013), correspondendo a 0, 7 e 12 meses após a calagem, respectivamente.

Para a caracterização dos atributos químicos relacionados com a acidez do solo foram realizadas amostragens em número de cinco sub amostras (trincheiras de $30 \times 30 \times 40 \text{ cm}$) por parcela, visando a obtenção de uma amostra composta representativa. As profundidades coletadas foram de: 0-2,5; 2,5-5,0; 5,0-7,5; 7,5-10,0; 10,0-15,0; 15,0-20,0 e 20,0-30,0 cm. Após a coleta as amostras foram transportadas ao laboratório de análise de solos e plantas da UFG em sacos plásticos, onde foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha 2,00 mm. A partir de então, foram tomadas as medidas de solos requeridas para determinação de pH do solo (em H_2O), cálcio, magnésio, alumínio (KCl 1,0 M), potássio trocável (Mehlich I) e H^+Al (Acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0) de acordo com a metodologia preconizada pela Embrapa (1997). Com base nesses dados, foram calculados a capacidade de troca de cátions efetiva (CTC efetiva), a saturação por bases e por alumínio.

Os dados das avaliações realizadas foram submetidos à análise da variância e as médias de tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade SISVAR 5.3 (Ferreira, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atributos químicos do solo após a calagem sob intensidades pastejo

Os efeitos das alturas de manejo de pasto nos atributos químicos ligados a acidez do solo no decorrer do tempo nas profundidades podem ser visualizados nas Tabelas 2 a 6.

Com o calcário aplicado em superfície não foi possível observar diferenças nos valores de pH entre os tratamentos após 7 meses (Tabela 2). Já, aos 12 meses após a aplicação do calcário ocorreu diferença entre os tratamentos (Tabela 2), onde a maior altura de manejo de pasto se destacou com menores valores da área sem pastejo e da maior intensidade de pastejo nas camadas de 15-20 e 20-30 cm, respectivamente. Não se verifica efeito das intensidades de pastejo na superfície do solo para esse atributo indicador de acidez, pois a área sem pastejo apresentou comportamento semelhante às áreas sob influência das diferentes alturas de manejo de pasto. Resultados obtidos por Flores et al. (2008) demonstram haver efeito da calagem sobre os valores de pH do solo em profundidade de 12,5 cm em sistemas de ILP sob plantio direto após 12 meses da aplicação do calcário no Sul do Brasil, diferente do encontrado no presente trabalho. No entanto, os autores ressaltam que uma deficiência hídrica ocorrida aos 6 meses restringiu o seu efeito nos atributos químicos do solo, visto que dentre vários fatores que podem afetar a reatividade do calcário está a precipitação pluviométrica (Alleoni et al., 2005; Flores et al., 2008), podendo justificar a ausência de significância nos valores de pH do solo aos 7 meses no presente estudo, pois houve menor precipitação nesse período (Figura 1). Uma possível justificativa para a não interação entre as intensidades de pastejo e profundidade pode ser o fato de o sistema de plantio direto estar em fase de consolidação, Nolla & Anghinoni (2006) consideram um sistema de plantio direto consolidado com mais de cinco anos de implantação.

Outro possível fator que pode ter contribuído para não haver efeito do calcário aplicado em superfície nos valores de pH do solo, é o conteúdo de argila do solo (520 g kg⁻¹ na camada de 0-20 cm) e matéria orgânica (38 g kg⁻¹) conferindo alto poder tampão ao solo. Alleoni et al. (2005) encontrou baixa movimentação do calcário aplicado superficialmente no solo devido aos altos teores de matéria

orgânica e argila em condições semelhantes ao presentes estudo em um solo de textura muito argilosa em Rondonópolis – MT.

Tabela 2. Valores de pH do solo em diferentes épocas após aplicação do calcário em superfície de um Latossolo Vermelho distroférico, sob sistema integração lavoura-pecuária sob plantio direto com diferentes intensidades de pastejo.

Prof. ⁽¹⁾	Épocas											
	Antes				7 meses				12 meses			
	P1 ⁽²⁾	P2 ⁽²⁾	P3 ⁽²⁾	SP ⁽²⁾	P1	P2	P3	SP	P1	P2	P3	SP
0-2,5	5,81	5,67	5,46	5,69	6,40 ^{ns}	6,62	6,56	6,41	6,54 ^{ns}	6,17	6,38	6,16
2,5-5	5,64	5,45	5,33	5,58	5,63 ^{ns}	5,81	5,65	5,72	5,65 ^{ns}	5,53	5,62	5,52
5-7,5	5,70	5,48	5,29	5,56	5,65 ^{ns}	5,45	5,44	5,62	5,41 ^{ns}	5,39	5,43	5,46
7,5-10	5,83	5,54	5,33	5,59	5,44 ^{ns}	5,27	5,41	5,54	5,40 ^{ns}	5,35	5,49	5,47
10-15	5,52	5,48	5,24	5,37	5,39 ^{ns}	5,12	5,27	5,45	5,39 ^{ns}	5,30	5,40	5,50
15-20	5,36	5,37	5,04	5,20	5,42 ^{ns}	5,35	5,25	5,42	5,41ab ⁽³⁾	5,34 ab	5,26 b	5,56 a
20-30	5,34	5,21	5,07	5,16	5,70 ^{ns}	5,61	5,53	5,65	5,51a	5,49 ab	5,29 b	5,45 ab

⁽¹⁾ Profundidade. ⁽²⁾ P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. ⁽³⁾ Médias seguidas de mesma letra na linha não difere pelo teste Tukey a 5 %. ^{ns} Não significativo.

Decorridos 7 meses do calcário aplicado em superfície do solo os teores de Ca são diferenciados entre os tratamentos (Tabela 3) da camada de 5-15 cm, sendo que a menor intensidade de pastejo apresentou os menores teores na camada de 5-7,5 e 7,5-10, não diferindo das áreas sob pastejo na camada de 10-15 cm. Nas duas primeiras camadas (0-2,5 e 2,5-5 cm) aos 7 meses as pressões de pastejo não influenciaram os teores de Ca, mas aos 12 meses esse efeito fica evidente camada de 2,5-5 cm onde a área sem pastejo apresenta menores teores se estendendo até os 10 cm de profundidade, não houve diferença entre esta e as áreas pastejadas na camada de 7,5-10 cm. O comportamento dos teores de Mg (Tabela 3) foi semelhante ao observado para Ca, com valores inferiores na área sem pastejo aos 12 meses, porém não atingiu os 15 cm de profundidade aos 7 meses após a calagem superficial. E aos 12 meses constatou-se efeito dos tratamentos na superfície do solo (0-2,5 cm), como também nas profundidades de 15-20 e 20-30 cm com menores teores na área de maior intensidade de pastejo.

Os menores teores de Ca e Mg observados na área sem pastejo (Tabela 3) ressalta a importância da ILP em incrementar os teores desses nutrientes (Ca e Mg) em relação ao sistema unitário de produção. A deposição de excrementos (fezes e urina), o pastejo dos bovinos na área melhora a diversidade de organismos, resultando em incremento nos teores de nutrientes nas áreas pastejadas pela maior ciclagem de nutrientes. Segundo afirmação de Portilho et al. (2011) a ILP pode favorecer condições de microclima, habitat e alimento no solo para maior

diversidade de organismos, com isso mantém a fertilidade do solo. Em função da ciclagem de nutrientes no solo ser amplamente dependente da diversidade biológica do sistema.

Tabela 3. Teores de cálcio e magnésio trocáveis em diferentes épocas após aplicação do calcário em superfície de um Latossolo Vermelho distroférico, sob sistema integração lavoura-pecuária sob plantio direto com diferentes intensidades de pastejo.

Prof. ⁽¹⁾ cm	Épocas											
	Antes				7 meses				12 meses			
	P1 ⁽²⁾	P2 ⁽²⁾	P3 ⁽²⁾	SP ⁽²⁾	P1	P2	P3	SP	P1	P2	P3	SP
Ca												
-----cmol _c dm ⁻³ -----												
0-2,5	1,76	1,45	1,55	1,51	2,42 ^{ns}	2,19	2,29	2,32	3,00 ^{ns}	2,74	3,07	1,79
2,5-5	1,48	1,25	1,15	1,28	1,46 ^{ns}	1,23	1,04	1,26	1,45 a	1,31 a	1,42 a	0,95 b
5-7,5	1,45	1,23	0,93	1,29	1,51 a ⁽³⁾	1,12 a	0,60 b	1,12 a	1,10 ab	1,23 a	1,20 a	0,88 b
7,5-10	1,35	0,84	0,68	1,02	0,65 ab	0,87 a	0,44 b	0,84 ab	0,65 b	0,74 b	1,18 a	0,73 b
10-15	0,54	0,79	0,45	0,63	0,27 b	0,28 b	0,27 b	0,49 a	0,41 ^{ns}	0,39	0,71	0,65
15-20	0,23	0,42	0,24	0,46	0,20 ^{ns}	0,22	0,25	0,28	0,30 ^{ns}	0,32	0,35	0,49
20-30	0,15	0,15	0,16	0,36	0,17 ^{ns}	0,20	0,17	0,17	0,24 ab	0,28 a	0,24 ab	0,17 b
Mg												
-----cmol _c dm ⁻³ -----												
0-2,5	1,08	0,71	0,92	1,01	1,41 ^{ns}	1,24	1,14	1,16	1,40 ab	1,36 ab	1,56 a	0,87 b
2,5-5	0,91	0,64	0,57	0,76	0,58 ^{ns}	0,61	0,58	0,54	0,66 a	0,65 a	0,69 a	0,47 b
5-7,5	0,77	0,62	0,45	0,76	0,43 ab	0,52 a	0,27 b	0,54 a	0,38 ^{ns}	0,53	0,47	0,41
7,5-10	0,77	0,49	0,38	0,62	0,56 a	0,41 ab	0,19 b	0,40 ab	0,26 ^{ns}	0,44	0,45	0,35
10-15	0,43	0,42	0,27	0,43	0,13 ^{ns}	0,19	0,12	0,24	0,17 ^{ns}	0,17	0,34	0,33
15-20	0,18	0,35	0,12	0,31	0,12 ^{ns}	0,15	0,08	0,13	0,13 b	0,14 b	0,18 ab	0,30 a
20-30	0,13	0,23	0,10	0,22	0,09 ab	0,15 a	0,05 b	0,09 ab	0,09 b	0,12 ab	0,13 ab	0,16 a

⁽¹⁾ Profundidade. ⁽²⁾ P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. ⁽³⁾ Médias seguidas de mesma letra na linha não difere pelo teste Tukey a 5 %. ^{ns} Não significativo.

Nota-se a formação de um gradiente de concentração de Ca e Mg a partir da superfície do solo reduzindo os seus teores com o aumento da profundidade, sendo característica inerente aos sistemas conservacionistas. Em SPD com calagem na superfície do solo Ciotta et al. (2004) ressalta que a maior concentração de Ca trocável na superfície do solo é devido ao processo de solubilização do corretivo e disponibilização a partir da camada superficial, como também pelo processo de decomposição dos resíduos vegetais presentes sobre o solo. Gatiboni et al. (2003) relatou maiores teores de Ca trocável na superfície do solo em SPD com calagem superficial em um Argissolo Vermelho distrófico arênico, e diminuição em profundidade assim como verificado no presente estudo.

Encontrou-se maiores teores de Ca e Mg, no geral, nas áreas com maiores intensidades de pastejo diferente dos resultados encontrados por Bertol et al. (1998) avaliando diferentes níveis de oferta de forragem onde menores teores de Ca e Mg foram apresentados nas menores ofertas de forragem, atribuído a possível exportação através do pastejo e também devido a erosão, em função do baixo nível de cobertura da superfície do solo. A contribuição das fezes oriundas dos animais nas áreas pastejadas pode estar aumentando os teores de Ca e Mg nas maiores intensidade de pastejo. Weeda (1977) elucida que os conteúdos desses nutrientes variam de 1,2-2,5% e 0,3-0,85% nas fezes, respectivamente, sendo as principais vias de excreção de Ca e Mg pelos animais bovinos.

Em sistema de manejo conservacionista o resíduo vegetal mantido na superfície do solo favorece condições físicas, químicas e biológicas adequadas para o desenvolvimento de fauna e consequente abertura de canais no solo ao longo do perfil, ocorrendo a movimentação mecânica do calcário disposto em superfície (Oliveira & Pavan, 1996; Rheinheimer et al., 2000; Ciotta et al 2004). O movimento da água através dessas aberturas formadas é responsável pelo carreamento das partículas diminutas do calcário. Além disso, sulfatos e nitratos, também oriundos dos resíduos mantidos em superfície, são carreados para a subsuperfície do solo em junção com o Ca e Mg (Ciotta et al., 2004). Aos 12 meses após a calagem podem haver em superfície do solo condições suficientes ampliação do efeito do calcário em nas áreas pastejadas, apesar do tempo recente do sistema ILP sob SPD, e o SPD estar em fase de consolidação.

Os efeitos da calagem sobre a CTC efetiva do solo foi até 15 e 20 cm de profundidade aos 7 e 12 meses, respectivamente, entre os tratamentos (Tabela 4). A influência do pastejo animal sobre os valores de CTC efetiva fica evidente principalmente aos 12 meses, pois na ausência de pastejo, são observados menores valores nessa área, no geral. Assim a ILP mostra-se como um sistema promissor para aumentar capacidade de retenção de cátions do solo após a calagem, ressaltando a importância do sistema para a região, pois os solos do cerrado são, em geral, pobres em nutrientes.

A saturação por bases não diferiu aos 7 meses após a calagem até 5 cm de profundidade entre as pressões de pastejo (Tabela 5). Observa-se a partir de então até os 15 cm de profundidade valores menores na altura de manejo de pasto de 45 cm. Decorridos 12 meses após a prática da calagem houve diferença na saturação

Tabela 4. CTC efetiva em diferentes épocas após aplicação do calcário em superfície de um Latossolo Vermelho distroférico, sob sistema integração lavoura-pecuária sob plantio direto com diferentes intensidades de pastejo.

Prof. ⁽¹⁾	Épocas											
	Antes				7 meses				12 meses			
	P1 ⁽²⁾	P2 ⁽²⁾	P3 ⁽²⁾	SP ⁽²⁾	P1	P2	P3	SP	P1	P2	P3	SP
cm	cmol _c dm ⁻³											
0-2,5	3,35	2,79	3,07	3,18	4,20 ^{ns}	3,84	3,78	3,84	4,94 ^{ns}	4,56	5,16	3,18
2,5-5	2,78	2,34	2,20	2,46	2,25 ^{ns}	2,08	1,87	2,06	2,49 a	2,29 a	2,38 a	1,83 b
5-7,5	2,54	2,15	1,77	2,40	2,13 a ⁽³⁾	1,82 a	1,15 b	1,86 a	1,87 ^{ns}	2,10	1,97	1,69
7,5-10	2,41	1,62	1,38	1,93	1,36 ab	1,47 a	0,88 b	1,41 a	1,27 b	1,50 ab	1,95 a	1,45 b
10-15	1,20	1,47	1,00	1,35	0,53 b	0,62 ab	0,58 ab	0,90 a	0,85 ^{ns}	0,84	1,29	1,26
15-20	0,59	0,96	0,61	0,96	0,41 ^{ns}	0,46	0,46	0,52	0,62 b	0,66 ab	0,74 ab	0,96 a
20-30	0,42	0,52	0,40	0,72	0,32 ^{ns}	0,42	0,31	0,33	0,45 ^{ns}	0,51	0,48	0,42

⁽¹⁾ Profundidade. ⁽²⁾ P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. ⁽³⁾ Médias seguidas de mesma letra na linha não difere pelo teste Tukey a 5 %. ^{ns} Não significativo.

por bases apenas na camada de 2,5-5,0 cm onde a área sem pastejo apresentou menores valores, em torno de 20% de bases no complexo de troca catiônica do solo. Somente aos 12 meses após a calagem foi atingido o valor de saturação por bases maior que 50% e só na camada superficial nas áreas pastejadas, com exceção da intensidade de pastejo de 25 cm de altura. Flores et al. (2008) somente encontraram diferença na saturação por bases sob influência de pastejo e calagem após 2 anos, com aplicação em superfície em ILP sob SPD. Para Sousa & Lobato (2004) há um aumento na produtividade da soja de sequeiro com elevação da saturação por bases o valor de 40%, havendo estabilização entre 40-60% e começa a decair quando a saturação por bases é maior que 60%. Levando em consideração essa assertiva não são atendidas condições para a produção adequada da soja em nenhuma profundidade na área sem pastejo.

Tabela 5. Valores de saturação por bases em diferentes épocas após aplicação do calcário em superfície de um Latossolo Vermelho distroférico, sob sistema integração lavoura-pecuária sob plantio direto com diferentes intensidades de pastejo.

Prof. ⁽¹⁾	Épocas											
	Antes				7 meses				12 meses			
	P1 ⁽²⁾	P2 ⁽²⁾	P3 ⁽²⁾	SP ⁽²⁾	P1	P2	P3	SP	P1	P2	P3	SP
cm	%											
0-2,5	36	30	32	35	42 ^{ns}	44	41	41	54 ^{ns}	47	56	39
2,5-5	28	23	21	24	23 ^{ns}	23	20	21	26 a	23 ab	25 ab	20 b
5-7,5	27	22	17	25	22 a ⁽³⁾	20 a	12 b	20 a	19 ^{ns}	21	20	17
7,5-10	27	18	15	22	16 a	17 a	9 b	16 a	14 ^{ns}	16	20	15
10-15	14	17	11	15	7 b	8 ab	6 b	11 a	11 ^{ns}	9	15	16
15-20	8	12	7	13	6 ^{ns}	7	6	7	9 ^{ns}	8	9	14
20-30	7	7	6	11	6 ^{ns}	7	5	5	8 ^{ns}	8	8	8

⁽¹⁾ Profundidade. ⁽²⁾ P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. ⁽³⁾ Médias seguidas de mesma letra na linha não difere pelo teste Tukey a 5 %. ^{ns} Não significativo.

A saturação por alumínio foi afetada pelas intensidades de pastejo de forma variada (Tabela 6). Não houve significância do pastejo e/ou ausência na saturação por alumínio até os 5,0 cm de profundidade aos 7 meses após a calagem. Decorridos 12 meses da calagem em superfície do solo houve maior valores de saturação por alumínio na camada de 2,5-5,0 cm, onde a área sem pastejo apresentou maiores valores, e na última profundidade também houve diferença entre os tratamentos assim como verificado aos 7 meses. Até os 10 cm os valores de saturação por alumínio são menores que 10% nas áreas pastejadas e sem pastejo, com exceção da menor intensidade de pastejo a partir dos 5 cm aos 7 meses após a calagem. Aos 12 meses o efeito se estende na redução da saturação por alumínio (<10%) chegando até os 20 cm na maior intensidade de pastejo e área sem animais. Flores (2004) somente encontrou efeito da calagem na diminuição da saturação por alumínio aos 17 meses após a calagem em superfície (até 7,5 cm) em sistema de ILP sob SPD na Região Sul do Brasil.

Tabela 6. Valores de saturação por alumínio em diferentes épocas após aplicação do calcário em superfície de um Latossolo Vermelho distroférico, sob sistema integração lavoura-pecuária sob plantio direto com diferentes intensidades de pastejo.

Prof. ⁽¹⁾	Épocas											
	Antes				7 meses				12 meses			
cm	P1 ⁽²⁾	P2 ⁽²⁾	P3 ⁽²⁾	SP ⁽²⁾	P1	P2	P3	SP	P1	P2	P3	SP
	-----%											
0-2,5	1,49	1,83	3,00	1,60	0,97 ^{ns}	0,95	0,97	1,17	0,15 ^{ns}	0,29	0,26	1,30
2,5-5	2,53	4,60	7,81	2,89	3,91 ^{ns}	3,98	5,41	5,34	3,30 ab	3,38 ab	2,52 b	6,01 a
5-7,5	2,75	3,82	10,29	3,81	5,61b ⁽³⁾	5,45 b	17,41 a	5,90 b	7,35 ^{ns}	5,18	5,91	8,17
7,5-10	3,73	6,62	11,29	4,52	7,24b	7,18 b	22,75 a	7,84 b	8,45 ^{ns}	7,38	7,53	9,61
10-15	8,49	8,12	16,92	10,46	17,41 ^{ns}	15,88	24,41	13,76	9,15 ^{ns}	13,35	8,69	8,00
15-20	14,88	8,10	28,04	9,30	14,93 ^{ns}	12,21	20,14	13,66	9,58 ^{ns}	11,35	13,15	5,04
20-30	16,15	13,48	17,42	9,48	11,55 bc	9,67 c	16,23 a	13,68 ab	10,49 ab	7,83 b	11,78 a	3,66 c

⁽¹⁾ Profundidade. ⁽²⁾ P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. ⁽³⁾ Médias seguidas de mesma letra na linha não difere pelo teste Tukey a 5 %. ^{ns} Não significativo.

Atributos químicos de solo após a calagem em área com e sem pastejo

Somente depois de decorridos 12 meses da aplicação do calcário em superfície do solo foi possível observar efeito do pastejo nas profundidades amostradas, para os atributos químicos do solo Ca, Mg, CTC efetiva, saturação por bases e alumínio (Tabela 7). Após 12 meses da aplicação do calcário o pH do solo não sofreu efeito da calagem quando se comparou a média das áreas pastejadas em relação às áreas não pastejadas (Tabela 7). Maiores teores de Ca são apresentados na área com pastejo nas profundidades de 5-7,5 e 20-30 cm com 1,18

e $0,25 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente. Já na ausência de pastejo os valores apresentados foram $0,88$ e $0,17 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, para as camadas, respectivamente. Nos teores de Mg o efeito foi somente na camada de 5-7,5 cm, sendo os valores observados na área sob influência do animal. Os maiores teores de Ca e Mg apresentados na área sob pastejo indica a contribuição das fezes e urina para esse aumento, confirmada pela inferioridade de teores observada área sem pastejo.

Os valores de CTC efetiva seguiu no geral o comportamento dos teores de Ca e Mg com maiores teores nas áreas sob pastejo na camada 5-7,5 e 20-30 cm (Tabela 7), fato esperado pela grande contribuição destes nutrientes na CTC efetiva. A saturação por bases somente apresentou diferença na camada de 5-7,5 cm. Os incrementos nas áreas pastejadas podem ser resultantes da maior dissolução do calcário no sistema integrado de produção lavoura e pecuária quando comparado ao sistema sem animais. O efeito dos compostos orgânicos oriundos dos excrementos animais e vegetais na complexação do alumínio, é maior na ILP em relação a apenas os resíduos vegetais na área sem pastejo, apesar de não haver diferença estatística em superfície nota-se valores inferiores na ordem de 82,4 e 48,9 % de saturação por alumínio para as duas primeiras camadas na ILP em relação a ausência de pastejo. Os valores de saturação por alumínio não apresentaram diferenciação entre a área com e sem pastejo até os 20 de profundidade, no entanto é possível observar menores valores nas áreas sob pastejo.

Tabela 7. pH, cálcio, magnésio, saturação por bases e saturação por alumínio 12 meses após aplicação do calcário em superfície de um Latossolo Vermelho distroférrico, sob sistema integração lavoura-pecuária sob plantio direto, média das áreas pastejadas comparada a sem pastejo.

Prof. ⁽¹⁾	pH		Ca ⁽⁴⁾		Mg ⁽⁵⁾		CTC efetiva		Sat. por Bases		Sat. por Alumínio	
cm	C/Past ⁽²⁾	SP ⁽²⁾	C/Past	SP	C/Past	SP	C/Past	SP	C/Past	SP	C/Past	SP
	-----H ₂ O-----		-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----%-----					
0-2,5	6,36 ^{ns}	6,16	2,94 ^{ns}	1,79	1,44 ^{ns}	0,87	4,89 ^{ns}	3,18	53 ^{ns}	39	0,23 ^{ns}	1,30
2,5-5	5,60 ^{ns}	5,52	1,39 ^{ns}	0,95	0,67 ^{ns}	0,47	2,39 ^{ns}	1,83	25 ^{ns}	20	3,07 ^{ns}	6,01
5-7,5	5,41 ^{ns}	5,46	1,18 a ⁽³⁾	0,88 b	0,46 a	0,41b	1,98 a	1,69 b	20 a	17 b	6,15 ^{ns}	8,17
7,5-10	5,41 ^{ns}	5,47	0,86 ^{ns}	0,73	0,38 ^{ns}	0,35	1,57 ^{ns}	1,45	17 ^{ns}	16	7,79 ^{ns}	9,61
10-15	5,36 ^{ns}	5,50	0,50 ^{ns}	0,65	0,23 ^{ns}	0,33	0,99 ^{ns}	1,26	12 ^{ns}	16	10,4 ^{ns}	8,00
15-20	5,34 ^{ns}	5,56	0,32 ^{ns}	0,49	0,15 ^{ns}	0,30	0,67 ^{ns}	0,96	9 ^{ns}	14	11,36 ^{ns}	5,04
20-30	5,43 ^{ns}	5,45	0,25 a	0,17 b	0,11 ^{ns}	0,16	0,48 a	0,42 b	8 ^{ns}	8	10,03 a	3,66 b

⁽¹⁾ Profundidade. ⁽²⁾ C/Past e SP, com pastejo e sem pastejo, respectivamente. ⁽³⁾ Médias seguidas de mesma letra na linha não difere pelo teste Tukey a 5 %. ^{ns} Não significativo. ⁽⁴⁾ e ⁽⁵⁾ Teores de cálcio e magnésio, respectivamente.

Levando-se em consideração as recomendações para a produção de soja de sequeiro na região do cerrado, onde a saturação por bases deve atingir no mínimo 50% (Sousa & Lobato, 2004), verifica-se que somente foram atendidas na primeira

camada de 0-2,5 cm de solo na área pastejada (Tabela 7). Os valores de saturação por bases quando passados 12 meses da calagem superficial foi de 53 e 39%, na presença e ausência de pastejo, respectivamente. No presente estudo não se alcançou a saturação por bases desejada na camada de camada de 0-20 cm quando decorridos 12 meses da aplicação do calcário em superfície. Resultados semelhantes são encontrados na literatura (Alleoni et al. 2005; Soratto et al., 2008).

Atributos químicos do solo em diferentes épocas após calagem em cada intensidade de pastejo

Para a variável pH (Tabela 8) nota-se que houve diferença significativa entre as épocas de amostragens na camada de 0-2,5 cm, com maiores valores nas amostragens realizadas aos 7 e 12 meses em relação ao período anterior a calagem, com exceção da altura de manejo de pasto mantida a 25 cm que não diferiu nesta camada. Na última camada nota-se efeito dos períodos de amostragem ficando mais evidente principalmente aos 7 meses após a calagem em superfície. Para Caires et al. (2003) a aplicação em superfície de calcário em sistema unitário de produção de plantio direto determinou efeito sobre o pH do solo até 5 cm quando decorridos 12 meses do período inicial. Não se observa no presente estudo tanto na área sem pastejo como também na pastejada efeito até 5 cm de profundidade, possivelmente pelo fato de não estar consolidado.

Tabela 8. Valores de pH do solo em diferentes épocas após aplicação do calcário em superfície de um Latossolo Vermelho distroférico, sob sistema integração lavoura-pecuária sob plantio direto com diferentes intensidades de pastejo.

distribuição, sob sistema integração lavoura-pecuária sob plantas direto com diferentes intensidades de pastejo.												
Prof ⁽¹⁾	P1 ⁽²⁾			P2 ⁽²⁾			P3 ⁽²⁾			SP ⁽²⁾		
	Meses											
cm	0	7	12	0	7	12	0	7	12	0	7	12
0-2,5	5,81 ^{ns}	6,40	6,54	5,67 c	6,62 a	6,17 b	5,46 b	6,56 a	6,38 a	5,69 b	6,41 a	6,16 a
2,5-5	5,64 ^{ns}	5,63	5,65	5,45 ^{ns}	5,81	5,53	5,33 ^{ns}	5,65	5,62	5,58 ^{ns}	5,72	5,52
5-7,5	5,70 ^{ns}	5,65	5,41	5,48 ^{ns}	5,45	5,39	5,29 ^{ns}	5,44	5,43	5,56 ^{ns}	5,62	5,46
7,5-10	5,83 ^{ns}	5,44	5,40	5,54 ^{ns}	5,27	5,35	5,33 ^{ns}	5,41	5,49	5,59 ^{ns}	5,54	5,47
10-15	5,52 ^{ns}	5,39	5,39	5,48 ^{ns}	5,12	5,30	5,24 ^{ns}	5,27	5,40	5,37 ^{ns}	5,45	5,50
15-20	5,36 ^{ns}	5,42	5,41	5,37 ^{ns}	5,35	5,34	5,04 b	5,25 a	5,26 a	5,20 ^{ns}	5,42	5,56
20-30	5,34 b ⁽³⁾	5,70 a	5,51 ab	5,21 b	5,61 a	5,49 ab	5,07 c	5,53 a	5,29 b	5,16 b	5,65 a	5,45 a

⁽¹⁾ Profundidade. ⁽²⁾ P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. ⁽³⁾ Médias seguidas de mesma letra na linha não difere pelo teste Tukey a 5 %. ^{ns} Não significativo.

No SPD consolidado ocorre a formação de boa estrutura física do solo permitindo o deslocamento em profundidade do calcário. Dentre os mecanismos atuantes no aumento da eficiência da calagem superficial estão os bioporos. Eles são originados da ação organismos do solo (Oliveira & Pavan, 1996; Rheinheimer et al., 2000), e através deles pode ocorrer o deslocamento mecânico de pequenas partículas de calcário (Soratto et al., 2008).

Nas áreas pastejadas aos 7 meses os teores de Ca e Mg são superiores ao período anterior a calagem (Tabela 9 e 10). Os teores se diferenciam ainda mais após 5 meses da segunda avaliação em termos de incrementos, na altura de manejo de pasto de 35 e 45 cm. Sendo tais incrementos são mais pronunciados na camada de 0-2,5 cm nas áreas pastejadas. Na mesma camada a área sem pastejo não apresentou o comportamento observado sob influência do pastejo para os teores de Ca e Mg (Tabela 9 e 10), nas avaliações realizadas após 7 e 12 meses não houve incremento em seus teores depois da calagem disposta superficialmente no solo.

Tabela 9. Teor de cálcio trocável em diferentes épocas após aplicação do calcário em superfície de um Latossolo Vermelho distroférico, sob sistema integração lavoura-pecuária sob plantio direto com diferentes intensidades de pastejo.

distúrbios, sob sistema integração lavoura-pecuária sob plantas diretas com diferentes intensidades de pastejo.												
Prof ⁽¹⁾	P1 ⁽²⁾			P2 ⁽²⁾			P3 ⁽²⁾			SP ⁽²⁾		
	Meses											
cm	0	7	12	0	7	12	0	7	12	0	7	12
	-----cmol _c dm ⁻³ -----											
0-2,5	1,76 b ⁽³⁾	2,42 ab	3,00 a	1,45 c	2,19 b	2,74 a	1,55 c	2,29 b	3,07 a	1,51 ns	2,32	1,79
2,5-5	1,48 ^{ns}	1,46	1,45	1,25 ^{ns}	1,23	1,31	1,15 ab	1,04 b	1,42 a	1,28 a	1,26 a	0,95 b
5-7,5	1,45 ^{ns}	1,51	1,10	1,23 ^{ns}	1,12	1,23	0,93 ab	0,60 b	1,20 a	1,29 a	1,12 ab	0,88 b
7,5-10	1,35 a	0,65 b	0,65 b	0,84 ^{ns}	0,87	0,74	0,68 b	0,44 c	1,18 a	1,02 ^{ns}	0,84	0,73
10-15	0,54 a	0,27 c	0,41 b	0,79 a	0,28 b	0,39 b	0,45 ab	0,27 b	0,71 a	0,63 ^{ns}	0,49	0,65
15-20	0,23 b	0,20 b	0,30 a	0,42 a	0,22 b	0,32ab	0,24 b	0,25 b	0,35 a	0,46 ab	0,28 b	0,49 a
20-30	0,15 c	0,17 b	0,24 a	0,15 b	0,20 ab	0,28 a	0,16 b	0,17 b	0,24 a	0,36 a	0,17 b	0,17 b

(1) Profundidade. (2) P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. (3) Médias seguidas de mesma letra na linha não difere pelo teste Tukey a 5 %. ^{ns} Não significativo.

Nas áreas pastejadas os excrementos animais estão contribuindo para a maior ciclagem de nutrientes em relação a área sem pastejo, na superfície do solo. A presença do animal é determinante na maior ciclagem de nutrientes no sistema, pois as porções da planta são reduzidas quando ingeridas, por sua vez quando excretadas são rapidamente mineralizada (Rodrigues et al., 2008). Braz et al. (2002) determinou a concentração de Ca e Mg nas fezes de bovinos de 11 e 4,8 g kg⁻¹.

Indicando a grande contribuição das fezes principalmente na ciclagem de nutrientes no sistema integrado de produção lavoura e pecuária.

Tabela 10. Teor de magnésio trocável em diferentes épocas após aplicação do calcário em superfície de um Latossolo Vermelho distroférrico, sob sistema integração lavoura-pecuária sob plantio direto com diferentes intensidades de pastejo.

Prof ⁽¹⁾	P1 ⁽²⁾			P2 ⁽²⁾			P3 ⁽²⁾			SP ⁽²⁾		
	Meses											
cm	0	7	12	0	7	12	0	7	12	0	7	12
-----cmol _c dm ⁻³ -----												
0-2,5	1,08 ^{ns}	1,41	1,40	0,71 b	1,24 a	1,36 a	0,92 b	1,14 ab	1,56 a	1,01 ^{ns}	1,16	0,87
2,5-5	0,91 a ⁽³⁾	0,58 b	0,66 b	0,64 ^{ns}	0,61	0,65	0,57 ^{ns}	0,58	0,68	0,76 a	0,54 b	0,47 b
5-7,5	0,77 a	0,43 b	0,38 b	0,62 ^{ns}	0,52	0,53	0,45 ab	0,27 b	0,47 a	0,76 a	0,54 ab	0,41 b
7,5-10	0,77 a	0,56 a	0,26 b	0,49 ^{ns}	0,41	0,44	0,38 ab	0,19 b	0,45 a	0,62 ^{ns}	0,40	0,35
10-15	0,43 a	0,13 b	0,17 b	0,42 a	0,19 b	0,17 b	0,27 ^{ns}	0,12	0,33	0,43 ^{ns}	0,24	0,33
15-20	0,18 a	0,12 b	0,13ab	0,35 a	0,15 b	0,14 b	0,12 b	0,08 c	0,18 a	0,31 a	0,13 b	0,30 a
20-30	0,13 a	0,09 b	0,09 b	0,23 a	0,15 b	0,12 b	0,10 b	0,05 c	0,13 a	0,22 a	0,09 b	0,16 ab

⁽¹⁾ Profundidade. ⁽²⁾ P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. ⁽³⁾ Médias seguidas de mesma letra na linha não difere pelo teste Tukey a 5 %. ^{ns} Não significativo.

Em profundidade observa-se reduções nos teores de Ca e Mg nos períodos de avaliações de 7 e 12 meses após a calagem, de forma geral, nas áreas pastejas e sem pastejo, com exceção da altura de manejo de pasto de 45 cm de altura que apresentou maiores teores aos 12 meses. A redução desses teores pode ser em função das exportações de nutrientes pela soja e braquiária para atender as necessidades fisiológicas das plantas.

Na camada de 0-2,5 cm nota-se que os valores da CTC efetiva (Tabela 11) são maiores após 7 meses da calagem aplicada em superfície nas alturas de pasto de 35 e 45 cm, e aos 12 meses é superior ao período anterior para a altura de manejo de pasto de 35 cm de altura. Não houve diferença significativa entre os tratamentos na primeira camada para maior intensidade de pastejo e área sem pastejo. O comportamento dos valores de CTC efetiva apresentaram semelhança aos observados para os teores de Ca e Mg. Esse comportamento é atribuído ao fato dos cátions (Ca e Mg) ocuparem grande parte dos sítios de troca catiônica do solo, principalmente após a realização prática da calagem.

Os valores de saturação por bases foram diferenciados significativamente entre as diferentes épocas de amostragens (Tabela 12). Como ocorrido para os teores de Ca e Mg, o seu comportamento foi semelhante. Soratto et al. (2008)

também constataram comportamento semelhante entre os teores de Ca e Mg, e saturação por bases em sistema de plantio direto.

Tabela 11. CTC efetiva em diferentes épocas após aplicação do calcário em superfície de um Latossolo Vermelho distroférrico, sob sistema integração lavoura-pecuária sob plantio direto com diferentes intensidades de pastejo.

Sob sistema integrado lavoura pecuária sob plantio direto com diferentes intensidades de pastejo.												
Prof ⁽¹⁾	P1 ⁽²⁾			P2 ⁽²⁾			P3 ⁽²⁾			SP ⁽²⁾		
	Meses											
cm	0	7	12	0	7	12	0	7	12	0	7	12
-----cmol _c dm ⁻³ -----												
0-2,5	3,35 ^{ns}	4,20	4,94	2,79 c	3,84 b	4,56 a	3,07 b	3,78 b	5,16 a	3,18 ^{ns}	3,84	3,18
2,5-5	2,78 ^{ns}	2,25	2,49	2,34 ^{ns}	2,08	2,29	2,20 a	1,87 b	2,38 a	2,46 a	2,06 b	1,83 b
5-7,5	2,54 a ⁽³⁾	2,13 b	1,87c	2,15 ^{ns}	1,82	2,10	1,77 a	1,15 b	1,97 a	2,40 ^{ns}	1,86	1,69
7,5-10	2,41 a	1,36 b	1,27 b	1,62 ^{ns}	1,47	1,50	1,38 b	0,88 c	1,95 a	1,93 ^{ns}	1,41	1,45
10-15	1,20 a	0,53 c	0,85 b	1,47 a	0,62 b	0,84 b	1,00 ab	0,58 b	1,29 a	1,35 ^{ns}	0,90	1,26
15-20	0,59 a	0,41b	0,62 a	0,96 a	0,46 b	0,66 b	0,61 b	0,46 c	0,74 a	0,96 a	0,52 b	0,96 a
20-30	0,42 a	0,32 b	0,45 a	0,52 ^{ns}	0,42	0,51	0,40 b	0,31 c	0,48 a	0,72 a	0,33 b	0,42 b

⁽¹⁾ Profundidade. ⁽²⁾ P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. ⁽³⁾ Médias seguidas de mesma letra na linha não difere pelo teste Tukey a 5 %. ^{ns} Não significativo.

A área sem pastejo não promoveu o aumento na saturação por bases no decorrer do tempo como observado nas áreas pastejadas, mesmo que na primeira camada de solo.

Tabela 12. Valores de saturação por bases em diferentes épocas após aplicação do calcário em superfície de um Latossolo Vermelho distroférrico, sob sistema integração lavoura-pecuária sob plantio direto com diferentes intensidades de pastejo.

Prof ⁽¹⁾	P1 ⁽²⁾			P2 ⁽²⁾			P3 ⁽²⁾			SP ⁽²⁾		
	Meses											
	cm	0	7	12	0	7	12	0	7	12	0	7
	-----%											
0-2,5	36 b ⁽³⁾	42 ab	54 a	30 b	44 a	47 a	32 b	41 b	56 a	35 ^{ns}	41	39
2,5-5	28 a	22 b	26 ab	23 ^{ns}	23	23	21 b	20 b	25 a	24 a	21 ab	20 b
5-7,5	27 a	22 ab	19 b	22 ^{ns}	19	21	17 a	11 b	20 a	25 ^{ns}	20	17
7,5-10	27 a	15 b	14 b	18 ^{ns}	17	16	15 b	9 c	20 a	22 ^{ns}	15	15
10-15	14 a	7 c	10 b	17 a	7 b	9 b	11 ab	6 b	15 a	15 ^{ns}	11	16
15-20	8 ab	6 b	9 a	12 a	7 b	8 ab	7 b	6 b	9 a	13 a	7 b	14a
20-30	7 ab	6 b	8 a	7 ^{ns}	7	8	6 ab	5 b	8 a	11 a	5 b	8 ab

⁽¹⁾ Profundidade. ⁽²⁾ P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. ⁽³⁾ Médias seguidas de mesma letra na linha não difere pelo teste Tukey a 5 %. ^{ns} Não significativo.

O efeito da calagem na saturação por bases é mais pronunciado quando decorridos 12 meses da aplicação em relação a avaliação feita aos 7 meses nas áreas pastejadas (Tabela 12). Na camada de 0-2,5 cm com valor de saturação por bases em torno de 42% aos 7 meses após a calagem chega a 54% na avaliação posterior, na altura de manejo de pasto de 25 cm de altura, já na área sem pastejo

12 meses ocorre uma redução de 4 % em relação ao período anterior (7 meses). O pastejo animal contribui para maior efeito da saturação por bases no decorrer do tempo, como pode ser observado na superioridade de valores nas áreas sob pastejo. A reação do calcário foi mais limitada na área sem pastejo, a confirmação desse fato é feita através dos menores valores de saturação por quando decorridos 12 meses da calagem nessa área, mesmo que em superfície do solo. O efeito mais pronunciado do calcário aplicado em superfície na área com pastejo confirma a hipótese que os animais influenciam na dinâmica da correção da acidez do solo comparado a área sem pastejo.

A saturação por alumínio foi afetada pelas pressões de pastejo (Tabela 13), apesar de apresentar baixos valores. Souza & Lobato (2004) propõem que os valores de saturação por alumínio são baixos quando menores que 20% para as condições de cerrado.

Tabela 13. Valores de saturação por alumínio em diferentes épocas após aplicação do calcário em superfície de um Latossolo Vermelho distroférrico, sob sistema integração lavoura-pecuária sob plantio direto com diferentes intensidades de pastejo.

Verminos disjunctivos, sob sistema integração lavoura-pecuária sob plantio direto com diferentes intensidades de pastagem.												
Prof ⁽¹⁾	P1 ⁽²⁾			P2 ⁽²⁾			P3 ⁽²⁾			SP ⁽²⁾		
	Meses											
cm	0	7	12	0	7	12	0	7	12	0	7	12
	-----%-----											
0-2,5	1,49a ⁽³⁾	0,97ab	0,15b	1,83a	0,95ab	0,29b	3,00a	0,97ab	0,26b	1,60 ^{ns}	1,17	1,30
2,5-5	2,53 ^{ns}	3,91	3,30	4,60 ^{ns}	3,98	3,38	7,81a	5,41a	2,52b	2,89b	5,34ab	6,01a
5-7,5	2,75b	5,61ab	7,36a	3,82 ^{ns}	5,45	5,19	10,30ab	17,41a	5,91b	3,81 ^{ns}	5,90	8,17
7,5-10	3,73b	7,24a	8,44a	6,62 ^{ns}	7,18	7,38	11,29 ^{ns}	22,75	7,53	4,52 ^{ns}	7,84	9,61
10-15	8,50 ^{ns}	17,41	9,15	8,13b	15,88a	13,35ab	16,91ab	24,41a	8,69b	10,46 ^{ns}	13,76	8,00
15-20	14,88 ^{ns}	14,93	9,58	8,11 ^{ns}	12,21	11,35	28,04a	20,14b	13,15c	9,30ab	13,66a	5,04b
20-30	16,15 ^{ns}	11,55	10,49	13,4a	9,68b	7,82b	17,43 ^{ns}	16,23	11,78	9,48b	13,68a	3,66c

⁽¹⁾ Profundidade. ⁽²⁾ P1, P2 e P3 representam alturas de pastejo de 25, 35 e 45 cm, respectivamente e SP, sem pastejo. ⁽³⁾ Médias seguidas de mesma letra na linha não difere pelo teste Tukey a 5 %. ^{ns} Não significativo.

Na amostragem feita 12 meses após a calagem em superfície, houve diferença estatística nas áreas sob pastejo em relação ao período anterior a calagem para saturação por alumínio na primeira camada do solo (0-2,5 cm), observa-se valores próximos a nulidade quando houve o pastejo. E, não houve diferença significativa as épocas de amostragem na área sem pastejo na primeira camada, apresentando maiores valores numéricos comparadas as áreas sob pastejo. Indicando está havendo maior complexação do alumínio por compostos orgânicos, advindos da decomposição das fezes e resíduos vegetais presentes na

superfície do solo nas áreas pastejadas. Na área sob a maior intensidade de pastejo onde tem maior deposição de excrementos animais esse efeito fica mais evidente, com valor de saturação por alumínio de 0,15% comparada a 1,3% quando não houve pastejo quando decorridos 12 meses da calagem em superfície.

CONCLUSÕES

Numa mesma época de avaliação o pastejo de animais incrementou os teores de Ca, Mg, CTC efetiva e valores de saturação por bases em relação a área sem pastejo, principalmente aos 12 meses após a calagem em superfície do solo.

O sistema ILP sob SPD promoveu maior amenização da acidez do solo na camada superficial (0-2,5 cm) principalmente aos 12 meses após a calagem.

Houve diminuição dos valores dos atributos químicos Ca, Mg, CTC efetiva e saturação por bases em profundidade após a calagem em profundidade aos 7 e 12 meses nas áreas pastejadas e sem pastejo, com exceção da maior altura de manejo de pasto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A. & CAIRES, E. F. Atributos químicos de um Latossolo de cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.6, p.923-934, 2005.

BERTOL, I.; GOMES, K. E.; DENADIN, R. B. N.; MACHADI, L. A. Z. & MARASCHIN, G. E. Propriedades físicas do solo relacionados a diferentes níveis de forragem numa pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.33, n.55, p.779-786, 1998.

BIRCHAM, J. S. **Herbage growth and utilization under continuous stocking management**. 1981. Thesis (Ph.D), University of Edinburgh, Edinburgh, 1981.

BRAZ, S. P.; NASCIMENTO JR., D.; CANTARUTTI, R. B.; REGAZZI, A. J.; MARTINS, C. E.; FONSECA, D. M. & BARBOSA, R. A. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.858-865, 2002.

CAIRES, E. F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; KUSMAN, M. T. Alterações químicas no solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.2, p.275-286, 2003.

CARNEIRO, M. A. C.; CORDEIRO, M. A. S.; ASSIS, P. C. R.; MORAES E. S.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B. & SOUZA, E. D. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.455-462, 2008.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C. & ALBUQUERQUE, J. A. Manejo da calagem e os componentes da acidez de Latossolo Bruno em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.2, p. 317-326, 2004.

EDWARDS, W. M.; NORTON, L. D. & REDMOND, C. E. Characterizing macropores that affect infiltration into non tilled soil. **Soil Science Society of Americam Journal**, v.52, p.483-487, 1988.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: CNPS, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília, Produção de Informação, 306p, 2006.

FERREIRA, D.F. **SISVAR software**: versão 5.3. Lavras: DEX/UFLA, 2010. Software.

FLORES, J. P. C.; CASSOL, L. C.; ANGHINONI, I. & CARVALHO, P.C. F. Atributos químicos do solo em função da aplicação superficial de calcário em sistema de

integração lavoura-pecuária submetido a pressões de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.6, p. 2385-2396, 2008.

FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A. C.; COSTA, A. R.; OLIVEIRA, G. C. & BALBINO, L. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo Vermelho distrófico de cerrado sob duas rotações de cultura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.1, p.22-30, 2007.

FRANCHINI, J. C.; GONZALEZ-VILA, F. J.; CABRERA, F.; MIYAZAWA, M. & PAVAN, M. A. Rapid transformations of plant water-soluble organic compounds in relation to cation mobilization in an acid Oxisol. **Plant Soil**, v.231, p.55-63, 2001.

FRANCHINI, J. C.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; TORRES, E.; MIYAZAWA, M. & PAVAN, M. A. Organic composition of green manure during growth and its effect on cation mobilization in an acid oxisol. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.34, p.2045-2058, 2003.

FRANCHINI, J. C.; MALAVOLTA, E.; MIYAZAWA, M. & PAVAN, M. A. Alterações químicas em solos ácidos após a aplicação de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.533-542, 1999.

GATIBONI, L. C.; SAGGIN, A.; BRUNETTO, G.; HORN, D.; FLORES, J. P. C.; RHEINHEIMER, D. S. & KAMINSKI, J. Alterações nos atributos químicos de solo arenoso pela calagem superficial no sistema plantio direto consolidado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.283-290, 2003.

GEE, G.W.; BAUDER, J.W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis. Physical and mineralogical methods**. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. p.383-411.

LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C. & REINERT, D. J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.5, p.1131-1140, 2007.

MATA, J. F.; SILVA, R. R.; CHAGAS, J. F. R.; FREITAS, G. A. & FARIAS, V. L. S. Produção, decomposição e meia-vida da palhada de consórcio de gramíneas sob

diferentes níveis de adubação para sistema de plantio direto no cerrado.

Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, v.4, n.1, p.96–115, 2011.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. & SANTOS, J. C. F. Effects of addition of crop residues on the leaching of Ca and Mg in Oxisols. In: International Symposium on Plant-Soil Interactions at Low pH, 4., Belo Horizonte, 1996. **Abstracts**. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/ EMBRAPA-CPAC, 1996. p.8.

MORAES, M. F.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. & COSCIONE, A. R. Mobilidade de íons em solo ácido com aplicação de calcário, ácido orgânico e material vegetal em superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.4, p.673-684, 2007.

NOLLA, A. & ANGHINONI, I. Critérios de calagem para a soja no sistema plantio direto consolidado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.3, p. 475-483, 2006.

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

PORTILHO, I. I.; CREPALDI, R. A.; BORGES, C. D.; SILVA, R. F.; SALTON, J. S. & MERCANTE, F. M. Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1310-1320, 2011.

RHEINHEIMER, D. S.; SANTOS, E. J. S.; KAMINSKI, J.; BORTOLUZZI, E. C. & GATIBONI, L. C. Alterações de atributos do solo pela calagem superficial e incorporada a partir de pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.797-805, 2000.

RODRIGUES, A. M.; CECATO, U.; FUKUMOTO, N. M.; GALBEIRO, S.; SANTOS, G. T. & BARBERO, L. M. Concentrações e quantidades de macronutrientes na excreção de animais em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.990-997, 2008.

SANTOS, G. G.; MARCHÃO, R. L.; SILVA, E. M.; SILVEIRA, P. M.; BECQUER, T. Qualidade física do solo sob sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p. 1339-1348, 2011.

SHIAVO, A. J.; ROSSET, J. S.; PEREIRA, M. G. & SALTON, J. C. Índice de manejo de carbono e atributos químicos de Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1332-1338, 2011

SILVA, E. F.; LOURENTE, E. P. R.; MARCHETTI, M. E.; MERCANTE, F. M.; FERREIRA, A. K. T. & FUJIII, G. C. Frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica em solos sob integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.46, n.10, p.1321-1331, 2011.

SORATTO, R. P. & CRUSCIOL, C. A. C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.675-688, 2008.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2 ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

WEEDA, W. C. Effect of cattle dung patches on soil tests and botanical and chemical composition of herbage. **New Zealand Journal of Agriculture Research**, Wellington, v.20, p.471-478, 1977.