

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MARCELA PACOLA OLIVEIRA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO E PRODUÇÃO DE SOJA
INFLUENCIADAS POR PLANTAS DE COBERTURAS E DOSES DE CALCÁRIO E
GESSO**

Orientador: Prof. Dr. Cassiano Garcia Roque

Co-Orientador: Prof. Dr. Renato de Melo Prado

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia, área
de concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS
2018



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Campus de Chapadão do Sul



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

DISCENTE: Marcela Pacola Oliveira

ORIENTADOR (A): Prof. (a) Dr. (a) Cassiano Garcia Roque

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO E PRODUÇÃO DE SOJA
INFLUENCIADAS POR PLANTAS DE COBERTURA E DOSES DE
CALCÁRIO E GESSO**

Prof.(a) Dr.(a) Presidente Cassiano Garcia Roque

Prof.(a) Dr.(a) Rita de Cassia Feix Alvarez

Prof.(a) Dr.(a) Marco Antonio Carnillo de Carvalho

Chapadão do Sul, 06 de Abril de 2018.

DEDICATÓRIA

A Deus pela vida, saúde e pela oportunidade de realizar esse curso e por tudo que tenho.
Aos meus pais, Roberto e Márcia, por ter me dado à vida e sempre apoio com os estudos.
Aos meus queridos irmãos, Roberta e Rodrigo pela eterna parceria durante toda minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me proporcionar a oportunidade de realizar um sonho realizando este curso, por ter me dado força e proteção durante todas as situações de minha vida, sabedoria para escolher os caminhos corretos e também pelos momentos de alegria que tive durante esta caminhada.

A minha família, especialmente aos meus pais Roberto de Carvalho e Márcia Pacola, irmãos Roberta Pacola e Rodrigo Pacola e minha avó Madalena Pacola por ter acreditado e depositado total confiança em mim, principalmente por estarem sempre ao meu lado oferecendo amor, carinho e compreensão.

Ao professor, pesquisador orientador e amigo, Cassiano Garcia Roque que dedicou seu tempo e compartilhou sua experiência para que minha formação fosse também um aprendizado de vida, meu carinho e meu agradecimento.

Ao pesquisador da Fundação Chapadão, Eng. Agr. M.Sc. Rafael Gonçalves Vilela, pela ideia e sugestão da pesquisa, por todo o suporte e apoio para sua execução.

Ao Prof. Dr. Renato de Mello Prado pela co-orientação, por sua valiosa contribuição na redação dos artigos e pela oportunidade de realização do estágio em pesquisa pelo PROCAD (Programa de Cooperação Acadêmica) na UNESP de Jaboticabal, onde estive durante 3 meses no período do mestrado.

Aos professores Dr^a. Rita de Cássia Félix Alvarez e Dr. Marco Antonio Camillo de Carvalho, pela participação na banca e contribuição ao trabalho.

Agradeço aos meus amigos que conquistei ao longo da minha caminhada e que ajudaram na execução e condução do experimento Gabriel Piatí, Fernando Queiroz, Leila Bernart, Osvaldir Feliciano, Othon Lauar, Fernanda Delfino, Jéssica Ferreira. A todos os professores, funcionários e colegas da UFMS que, direta ou indiretamente me ajudaram a construir e realizar este sonho.

A Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pela concessão da bolsa de estudo.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, a todo o corpo docente e funcionários que contribuíram com a minha formação.

EPÍGRAFE

“OS QUE SE ENCANTAM COM A PRÁTICA SEM A CIÊNCIA SÃO COMO OS
TIMONEIROS QUE ENTRAM NO NAVIO SEM TIMÃO NEM BÚSSOLA, NUNCA
TENDO CERTEZA DO SEU DESTINO”

Leonardo Da Vinci

RESUMO

OLIVEIRA, Marcela Pacola. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Características físicas do solo e produção de soja influenciadas por plantas de coberturas e doses de calcário e gesso.

Professor Orientador: Cassiano Garcia Roque.

Professor Co-orientador: Renato de Mello Prado

O solo do Cerrado tem sido utilizado de forma intensiva para a produção agrícola, sofrendo desta forma uma alta degradação, além de serem solos altamente intemperizados e com alta acidez. Neste caso o manejo do solo com corretivos e condicionadores, bem como a utilização de um sistema conservacionista pode minimizar os efeitos de degradação do solo e aumentar a produtividade das culturas, reduzindo o custo de produção. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar as alterações dos atributos físicos do solo e componentes de produção da soja, influenciados por diferentes plantas de cobertura associadas a aplicação de calcário e gesso agrícola em sistema de semeadura direta na região de Cerrado. O delineamento adotado foi em blocos casualizados com três repetições, em esquema de parcelas sub-subdivididas. A parcela principal formada por duas plantas de cobertura (*U.ruziziensis*, *Pennisetum glaucum*) e pousio; a subparcela, por doses de gesso agrícola aplicadas (0, 2,3 e 4,6 Mg ha⁻¹) e a sub-subparcela por diferentes doses de calcário (0, 2, 4 e 6 Mg ha⁻¹). Houve efeito residual do calcário e gesso, além das plantas de cobertura nos atributos macro, microporosidade, porosidade total, densidade do solo e resistência a penetração em todas as profundidades. A gessagem, calagem e plantas de cobertura não afetam o número de grãos por vagem e população de plantas. O calcário incrementa linearmente a produtividade de grãos da soja.

PALAVRAS-CHAVE: Condicionadores do solo. *Pennisetum glaucum*. *U. ruziziensis*

ABSTRACT

OLIVEIRA, Marcela Pacola. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Soil physical characteristics and soybean production influenced by cover crops and rates of limestone and plaster.

Professor Orientador: Cassiano Garcia Roque.

Professor Co-orientador: Renato de Mello Prado

The soil of the Cerrado has been used intensively for agricultural production, suffering in this way a high degradation, besides being highly weathered soils and with high acidity. In this case, use the conservationist system to minimize the effects of soil degradation and increase crop productivity, reducing the cost of production. On the other hand, the objective of this work was to evaluate the soybean production

assets and components, influenced by different cover crops associated to the application of limestone and gypsum in a no - tillage system in the Cerrado region. The experimental design was a randomized block design with four replications, in a subdivided plots scheme. A main plot formed by three covering plants (*U.ruziziensis*, *Pennisetum glaucum*, fallow); (0, 2.3 and 4.6 Mg ha⁻¹) and a sub-subplot by different doses of limestone (0, 2, 4 and 6 Mg ha⁻¹). There was a residual effect of limestone and gypsum, in addition to covering plants on macro attributes, microporosity, total porosity, soil density and resistance to penetration at all depths. Plastering, liming and cover plants do not affect the number of grains per pod and plant population. Limestone linearly increases grain yield of soybeans.

KEY-WORDS: Soil conditioners. *Pennisetum glaucum*. *U. ruziziensis*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA		PÁGINA
CAPÍTULO 1		
1	Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) mensal durante o período do experimento.....	30
CAPÍTULO 2		
1	Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) mensal durante o período do experimento.....	54
CAPÍTULO 3		
1	Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) mensal durante o período do experimento.....	71
2	Peso de cem grãos (a) e Produtividade (b) da cultura da soja em função das doses de calcário, em SSD.....	78

LISTA DE TABELAS

TABELA		PÁGINA
	CAPÍTULO 1	
1	Análise química do solo anterior à instalação do experimento.....	31
2	Resumo da análise de variância para Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi), Porosidade total (Pt), Densidade do solo (Ds), Resistência a penetração (Rp), em função de plantas de cobertura e condicionadores químicos nas camadas de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m.....	34
3	Comparação de médias de Microporosidade (Mi), Porosidade Total (Pt) e Umidade volumétrica (Uv) na camada de 0,0-0,10 m e Macroporosidade (Ma) na camada de 0,10-0,20 m em função das plantas de cobertura.....	35
4	Comparação de médias de Microporosidade (Mi), Porosidade Total (Pt) na camada de 0,0-0,10 m em função das doses de gesso.....	35
5	Desdobramento da interação plantas de cobertura x doses de gesso agrícola obtidos para avaliação de macroporosidade (Ma), densidade do solo (Ds) e resistência a penetração (Rp) de acordo com a camada do solo.....	37
6	Desdobramento da interação plantas de cobertura x doses de calcário agrícola obtidos para avaliação de macroporosidade (Ma), densidade do solo (Ds) e resistência a penetração (Rp) de acordo com a camada do solo.....	38
7	Desdobramento da interação doses de gesso x doses de calcário agrícola obtidos para avaliação de macroporosidade (Ma), porosidade total (PT), densidade do solo (Ds) e resistência a penetração (Rp) de acordo com a camada do solo.....	40

CAPÍTULO 2

1	Análise química do solo anterior à instalação do experimento.....	54
2	Resumo da análise de variância para Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi), Porosidade total (Pt), Densidade do solo (Ds), Resistência a penetração (Rp) e Umidade volumétrica (Uv) em função de plantas de cobertura e condicionadores químicos nas camadas de 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m.....	59
3	Desdobramento da interação plantas de cobertura x doses de gesso agrícola obtidos para avaliação de microporosidade (Mi), porosidade total (Pt) e resistência a penetração (Rp) de acordo com a camada do solo.....	61
4	Desdobramento da interação plantas de cobertura x doses de calcário agrícola obtidos para avaliação de macroporosidade (Ma), porosidade total (Pt) de acordo com a camada do solo.....	63
5	Desdobramento da interação plantas de cobertura x doses de calcário agrícola obtidos para avaliação de macroporosidade (Ma), porosidade total (Pt) de acordo com a camada do solo.....	64

CAPÍTULO 3

1	Análise química do solo anterior à instalação do experimento.....	71
2	Resumo da análise de variância para Inserção de primeira vagem (IPV), Número de vagem por planta (NVP), Número de grãos por vagem (NGV), Número de grãos por planta (NGP), População de plantas (POP), Peso de Cem grãos (PCG) e Produtividade de grãos (PROD) em função de plantas de cobertura e doses de calcário e gesso.....	74
3	Desdobramento Cobertura e doses de gesso, referente ao número de vagens por planta (NVP), em Latossolo Vermelho distrófico, em SSD.....	75
4	Desdobramento da interação calcário x gesso, referente ao número de vagens por planta (NVP), em Latossolo Vermelho	75

	distrófico, em SSD.....	
5	Desdobramento da interação calcário x cobertura, referente à número de vagens por planta (NVP) e comparação das médias de número de grãos por planta (NGP) em função das plantas de cobertura em Latossolo Vermelho distrófico, em SSD.....	76
6	Comparação das médias de número de grãos por planta (NGP) em função das doses de gesso em Latossolo Vermelho distrófico, em SSD.....	77

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1.	Sistema de produção de soja	13
2.2.	Plantas de cobertura	14
2.3.	Sistema de semeadura direta	15
2.4.	Calagem e gessagem	16
2.5.	Propriedades físicas do solo	17
2.5.1.	Porosidade do solo.....	17
2.5.2.	Densidade do solo.....	18
2.5.3.	Resistência mecânica do solo e umidade	19
3	REFERÊNCIAS.....	20
CAPÍTULO 1 – CULTURAS DE COBERTURA, DOSES DE CALCÁRIO E GESSO AFETAM PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO		27
1.	INTRODUÇÃO	28
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.	RESULTADOS.....	33
4.	DISCUSSÃO	41
5.	CONCLUSÕES	46
6.	REFERÊNCIAS.....	46
CAPÍTULO 2 - PLANTAS DE COBERTURA E EFEITO RESIDUAL DE CALCÁRIO E GESSO NOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM SUBSUPERFÍCIE		51
1.	INTRODUÇÃO	52
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	53
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
1.	CONCLUSÕES	64
4.	REFERÊNCIAS.....	65
CAPÍTULO 3 - DOSES DE CALCÁRIO E GESSO E DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA AFETAM COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA SOJA		68
1.	INTRODUÇÃO	69
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	70
3.	RESULTADO E DISCUSSÃO	73
4.	CONCLUSÕES	78

5. REFERÊNCIAS.....	79
ANEXOS - CAPÍTULO 1	82
ANEXOS - CAPÍTULOS 2 E 3.....	93

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a principal cultura cultivada no Brasil é a soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Segundo dados da Conab (2017), o país teve na safra 2016/2017 produção de 100 milhões de toneladas, além de ser o segundo produtor mundial de soja, com média de 3,5 t ha⁻¹. Nos últimos 30 anos a cultura foi a que mais cresceu no Brasil, correspondendo a mais de 50% da área plantada. Atualmente 33,17 milhões de hectares são cultivados com soja, sendo que 32 milhões de hectares é em sistema de semeadura direta (SSD).

Para a agricultura moderna é essencial a busca por um sistema de cultivo que melhore a estrutura do solo, causando menor impacto ambiental ao longo do tempo (De Villa et al., 2017). Desta forma, deve-se adotar um sistema de cultivo que contribua para melhoria da qualidade física e química do solo, aumentando a produtividade das culturas e reduzindo o custo de produção (Melo et al., 2007).

Uma das dificuldades no Sistema de Semeadura Direta SSD tem sido a permanência dos resíduos vegetais na superfície do solo, pois as condições climáticas do bioma Cerrado, como alta temperatura associada a elevada umidade, aceleram a taxa de decomposição dos resíduos vegetais (TORRES et al., 2008). Pacheco et al. (2011) relataram que em algumas regiões tropicais e subtropicais, logo após a colheita da cultura de verão, há a possibilidade de semear espécies que possuem alta produção de matéria seca, com crescimento rápido e que seja resistente a estresses hídrico.

Diante disso, algumas pesquisas indicam o milheto e a *U. ruziziensis* como opções para formação de cobertura vegetal do solo, por possuir elevada produção de matéria seca e alta capacidade de absorver nutrientes de camadas mais profundas (VERONESE et al., 2012; BORGES et al., 2016). Porém, há algumas diferenças entre espécies de plantas de cobertura quanto ao tempo de mineralização e acúmulo de nutrientes, podendo alterar as propriedades físicas e químicas do solo e influenciar na nutrição e na produtividade da cultura sucessora (COSTA et al, 2015; TORRES et al, 2015).

A calagem sem incorporação no SSD torna-se outra opção para aumentar a disponibilidade de nutrientes, entretanto, essa condição dificulta a correção do solo nas camadas mais profundas (LEAL et al., 2008; FAGERIA e BALIGAR, 2008). Em contrapartida o gesso agrícola (CaSO₄ H₂O) atua como condicionador do solo por

possuir alta mobilidade no perfil, disponibilizando cálcio (Ca^{+2}) e enxofre (SO_4^{-2}) em solução, reduzindo em profundidade a saturação por alumínio (Al^{+3}) e melhorar a disponibilidade de nutrientes em camadas subsuperficiais (Caires et al., 2008).

Dessa forma, faltam pesquisas que avaliem a interação entre doses de calcário e gesso em SSD com diferentes culturas de cobertura, pois existe a hipótese que diferentes plantas de coberturas e a aplicação de calcário e gesso agrícola promovem melhorias nas propriedades físicas do solo bem como na produtividade da soja. Assim, objetivou-se avaliar as alterações dos atributos físicos do solo, componentes de produção e produtividade da soja, influenciadas por diferentes plantas de cobertura associadas a aplicação de calcário e gesso agrícola em sistema de semeadura direta na região de Cerrado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Sistema de produção de soja

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) MERRIL) tem grande destaque no agronegócio nacional e internacional, em volume e geração de renda. De acordo com a EMBRAPA (2004) a exploração cultura no Brasil, de maneira comercial, deu-se pelo Estado do Rio Grande do Sul em 1822, por possuir fácil adaptação ao clima do sul brasileiro, e no início da década de 70 foi disseminada para os demais Estados.

Nos últimos 30 anos a cultura foi a que mais cresceu no Brasil, correspondendo a mais de 50% da área plantada. Atualmente 33,17 milhões de hectares são cultivados com soja, sendo que 32 milhões de hectares é em plantio direto. A cultura possui destaque para economia brasileira, sendo o país o segundo maior produtor e exportador de grãos de soja, destacando-se como principal exportador de farelo de soja (CONAB, 2017).

A produção de grãos estimada para a safra 2016/2017 no cenário nacional, obteve um crescimento em relação à safra 2015/2016. A projeção de crescimento para a cultura da soja é de 12,8%, correspondendo há 107, 61 milhões de toneladas, sendo uma característica de aumento de área plantada em quase todas as regiões produtoras brasileiras (CONAB, 2017). Essa estimativa garante a importância da cultura da soja ao longo dos anos.

A ampla diversidade de utilização que a cultura possui, justifica os altos investimentos em pesquisas que são realizadas. Graças a sua composição e alto teor de proteína, pode ser utilizada desde a produção de energia e alimentação até produtos de beleza e medicamentos, como exemplos de produtos tem-se: o leite de soja, óleo de cozinha, tofu e o resíduo do beneficiamento que é o farelo de soja (EMBRAPA, 2005). Na indústria a soja recebe denominação de complexo da soja, que é constituído principalmente pelos grãos, farelo e óleo.

No Cerrado, a soja é amplamente cultivada, por sua rusticidade, preços favoráveis, crédito subsidiado, fomento à mecanização agrícola e massivo uso de fertilizantes. Visando altas produtividades, o cultivo tem-se caracterizado como um sistema intensivo de produção, com elevadas doses de fertilizantes, defensivos

agrícolas e uso exagerado da mecanização agrícola (Reatto & Carvalho, 2006), no qual resulta em degradação da estrutura física do solo.

Para que a soja alcance seu máximo potencial produtivo é essencial que as condições físicas, químicas e biológicas do solo estejam em níveis adequados, como os fatores climáticos: precipitação e temperatura (Salvador et al., 2002). Desta forma, a utilização de sistemas conservacionistas é de extrema importância para garantir maior produtividade dos cultivos.

2.2. Plantas de cobertura

A eficácia do SSD está relacionada a qualidade e quantidade de cobertura morta na superfície do solo. Desta forma, a utilização de plantas de cobertura que possuam boa produção de matéria seca torna-se essencial para a manutenção do SSD e manejo de culturas (De Lima et al., 2015). Diversos trabalhos relatam que no Cerrado há um grande desafio em manter o resíduo no solo, uma vez que ocorre poucas chuvas durante metade do ano, elevando a taxa de decomposição dos resíduos e dificultando assim o estabelecimento da cultura (PACHECO et al., 2008; PIRES et al., 2008; HORVATHY NETO et al., 2014; SILVA et al., 2014).

Muitas espécies de plantas de cobertura são utilizadas em sistema de sucessão e rotação de culturas, apesar da maioria não representam um produto comercial possuem muitos benefícios, incluindo o acúmulo de matéria orgânica do solo (KAUFMAN et al., 2013). No Cerrado, as plantas forrageiras tais como milheto (*Pennisetum glaucum*) e braquiária (*Urochloa ruziziensis*) tem se destacado por possuir alta capacidade de produção de matéria orgânica, crescimento radicular contínuo e profundo, fazendo que ocorra a melhora de características tais como estrutura, agregação, permeabilidade, infiltração, além de promover a reciclagem de nutrientes (BERTTIOL et al., 2015). Alguns trabalhos na literatura relatam que espécies de forrageiras e/ou plantas de cobertura como o milheto, propiciaram melhoria na estruturação do solo além de auxiliarem na descompactação e diminuir as perdas ocasionadas por erosão (JIMENEZ et al., 2008; NEGREIROS NETO et al., 2010)

Desta forma, a espécie do gênero *Urochloa* vem sendo amplamente cultivada como planta de cobertura por possuir uma alta capacidade de produção de matéria

seca, alto grau de aproveitamento da umidade residual do solo, elevada capacidade de produção em solos de baixa fertilidade, além de possuir raízes profundas que permite a ciclagem de nutrientes (TIMOSSI et al., 2006; TEIXEIRA et al., 2014).

Outra planta de cobertura que se destaca no Cerrado é o milheto. Diversos trabalhos destacam o cultivo do milheto na entressafra, para formação de palhada em SSD, pois além de aproveitar o resíduo da adubação da cultura anterior, o próximo cultivo de inverno será beneficiado com a liberação desses nutrientes originada da decomposição da palha do milheto (BOER et al., 2007, TORRES et al., 2008; NASCENTE et al., 2013; CARVALHO & NASCENTE, 2014).

2.3. Sistema de Semeadura Direta

Devido as condições climáticas favoráveis do Brasil, é comum a realização de mais de um cultivo ao ano, dessa forma, com o intenso uso do solo, tem-se buscado alternativas para que minimize sua degradação, evitando deixa-lo sem proteção de restos culturais ou da própria planta (BORGES et al., 2016). O SSD surge como uma estratégia eficaz para melhorar a sustentabilidade da agricultura em regiões tropicais e subtropicais, reduzindo o impacto causado ao solo e minimizando as perdas de nutrientes por erosão (RODRIGHERO et al., 2015).

De acordo com Derpsch et al. (2010), o SSD vem sendo cada vez mais utilizado no mundo, sendo que em 2009 mais de 110 milhões de ha já haviam adotado o sistema, no qual a América do Sul possui a maior taxa de adoção, chegando a 70% da área total cultivada em SSD em alguns países.

Os princípios básicos para adoção do SSD é a rotação de culturas, mínimo revolvimento do solo e manutenção e acúmulo dos restos vegetais das culturas antecessoras. Isso promove o aporte contínuo de material orgânico na superfície do solo e melhorias nos atributos químicos e físicos (CARVALHO et al., 2010; GUARESCHI et al., 2012). Entretanto, pela dificuldade de correção na camada subsuperficiais do solo, cultivos em sucessão influenciados pela expectativa do preço de comercialização é comum que os agricultores atendam parcialmente estas práticas agrícolas, especialmente no bioma Cerrado (SCOPEL et al., 2013)

Comparado a outros métodos de cultivo, o SSD se sobressai por apresentar uma elevada atenuação da energia de impacto das gotas de chuva com solo, pelo

amortecimento que sua camada de cobertura morta proporciona contra a manifestação da erosão (DERPSCH et al., 1991). No entanto, apesar das inúmeras vantagens, o não revolvimento do solo aliado ao tráfego de máquinas têm causado frustrações com a adoção dessa tecnologia, motivando o retorno ao sistema convencional de preparo do solo. Dentre os problemas, destaca-se a excessiva compactação do solo em superfície, decorrente da ausência de revolvimento do solo e da ocorrência sistemática do tráfego de máquinas e implementos (GARCÍA-MARCO et al., 2014)

A manutenção da fitomassa na superfície do solo é um desafio na região do Cerrado. Neste período, há escassez de chuvas e elevada temperatura, o que acelera a taxa de decomposição dos resíduos vegetais da cultura antecessora (BOER et al., 2007; TORRES et al., 2008., PACHECO, 2008). Pacheco et al. (2011) relataram que em algumas regiões tropicais e subtropicais, logo após a colheita da cultura de verão, há a possibilidade de semear espécies que possuem alta produção de matéria seca, com crescimento rápido e que sejam resistentes a estresses hídrico. A rotação de culturas com plantas de cobertura proporciona melhoria na qualidade do solo, fornecendo nutrientes para as plantas, maior armazenamento de água, atividade microbiológica e sequestro de carbono (FRASIER et al., 2016)

2.4. Calagem e gessagem

Segundo Caires et al. (2004) a calagem é a prática menos dispendiosa e mais efetiva para elevar o pH e a saturação por bases, fornecer Cálcio e Magnésio, e reduzir o Alumínio tóxico e o excesso de Manganês no solo. A reação do calcário, entretanto, é geralmente limitada ao local de sua aplicação no solo e o efeito da calagem na redução da acidez do subsolo é lento, uma vez que depende da lixiviação de carbonatos através do perfil do solo. A relação gesso agrícola e calcário pode compensar o efeito reduzido do calcário apenas no local de aplicação, pois o gesso agrícola atuará no subsolo, sem necessidade de incorporação prévia (CAIRES et al., 2003).

As limitações impostas pela acidez em solos das áreas da Região Centro-Oeste (Bioma Cerrado) vão além da camada superficial (0-0,20 m), atingindo as camadas subsuperficiais, onde a toxidez por alumínio e/ou baixa disponibilidade de

cálcio são os principais fatores que impedem à maximização da produção das culturas, por limitar o crescimento radicular e, conseqüentemente, a utilização de água e de nutrientes em profundidade (FURTINI NETO et al., 2001).

A correção da acidez subsuperficial encontra sérios problemas, tanto do ponto de vista técnico quanto econômico, pois exige equipamento apropriado e alto consumo de energia, o que impede muitas vezes que o processo se mostre eficiente em profundidade. Por isto, o uso de sais de cálcio, mais solúveis do que o carbonato do calcário, tem sido proposto como alternativa viável para se aumentar os teores de cálcio e reduzir atividade do íon Al^{3+} em profundidade, com conseqüente aumento do sistema radicular.

Neste sentido, o gesso agrícola destaca-se como uma dessas alternativas para melhorar o ambiente subsuperficial, como comentam Furtini Neto et al. (2001), pois contêm sulfato de cálcio hidratado ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), o qual apresenta cerca de 20% de cálcio, 15% de enxofre, além de 0,7% de P_2O_5 e 0,6% de flúor. O emprego do gesso agrícola tem inúmeras utilizações, destacando-se o efeito fertilizante pelo fornecimento de cálcio e enxofre, efeito na redução da sodicidade, condicionador de superfície, condicionador de esterco e preventivo de enfermidades de plantas (VITTI et al., 2008).

2.5. Propriedades físicas do solo

2.5.1. Porosidade do solo

O solo por ser considerado um sistema trifásico disperso, a determinação da porosidade total é essencial para adoção do manejo adequado, uma vez que, esse sistema está diretamente relacionado à circulação de ar no seu interior e ao movimento e armazenamento de água, que são fundamentais para os processos bioquímicos da planta, principalmente aqueles relacionados a produtividade vegetal (MONTANARI, 2016). Em relação ao solo agrícola ideal, sua porosidade total, é definida como sendo a porção do volume do solo não ocupada pelas partículas sólidas. Dela fazem parte a microporosidade, que é responsável pelo armazenamento de água, e a macroporosidade, representada pelo volume de poros responsáveis pela aeração das raízes.

Ao reduzir o volume de macroporos, uma vez que os mesmos são

responsáveis pela aeração do solo, tem-se a diminuição da aeração do solo, podendo afetar o desenvolvimento e a produtividade das plantas (HILLEL, 1998). Os microporos são os responsáveis pelo armazenamento de água no solo. A água é obrigatória nas reações do metabolismo vegetal, além de atuar especificamente como meio de transporte de nutrientes na planta e entre o sistema solo-planta (ROBINSON, 1960; RESENDE et al., 1988; TAIZ e ZEIGER, 2004; EPSTEIN e BLOON, 2006).

Carter (1990) observou que macroporosidade maior que 0,12 a 0,14 m⁻³ são adequados para a aeração do solo e para a produção de grãos. Para Kiehl (1979), um solo em condições ideais para o desenvolvimento vegetal deve apresentar 1/3 da porosidade total formada por macroporos e os 2/3 restantes por microporos. Silva e Kay (1997) salientam que a microporosidade do solo é fortemente influenciada pela textura e teor de carbono orgânico e muito pouco influenciada pelo aumento da densidade do solo.

2.5.2. Densidade do solo

A resistência do solo à penetração de raízes e a densidade do solo estão relacionadas com o estado de compactação deste, e muitos trabalhos têm buscado valores que causem restrições ao crescimento das raízes das plantas e diminuição da produtividade. Quando os constituintes do solo ficam mais próximos uns dos outros e/ou as partículas menores ocupam os espaços vazios entre as maiores, a densidade do solo aumenta (DIAS JUNIOR e PIERCE, 1996; SWEIGARD e BLUESTEIN, 2000).

Conforme Doran et al. (1994) a densidade do solo é considerada um atributo avaliador da qualidade estrutural do solo, sendo muito utilizada como indicadora de sua estrutura e dureza. Desta forma, alterações dos seus valores refletem em modificações da estrutura do solo, devido à relação que existe entre a densidade e a porosidade total. De acordo Kochhann et al. (2000), a compactação do solo é entendida como o aumento da sua densidade, resultante da complexa interação entre os processos físicos, químicos e biológicos diretamente relacionados com sua massa/volume.

O nível crítico da densidade do solo, acima do qual o solo é considerado compactado, ainda é um assunto controverso. Camargo e Alleoni (1997) consideraram crítico o valor de 1,55 Mg m⁻³ em solos franco argilosos a argilosos.

De Maria et al. (1999) constataram que acima de $1,2 \text{ Mg m}^{-3}$, em Latossolo Vermelho Escuro, ocorre restrição ao desenvolvimento de raízes, o que caracteriza um estado de compactação do solo.

2.5.3. Resistência mecânica do solo e umidade

A resistência do solo à penetração “RP” é um dos atributos físicos utilizados na avaliação do grau de compactação do solo, estando relacionada com a facilidade com que as raízes penetram o solo. Esse atributo apresenta relações diretas com o crescimento das plantas, sendo mais eficiente na identificação da compactação quando acompanhada da umidade e da densidade do solo (FREDDI et al., 2006).

O crescimento radicular é negativamente relacionado com a resistência a penetração (COLLARES et al., 2005). Resultados experimentais têm evidenciado que a RSP é um dos atributos físicos que frequentemente restringe o crescimento das raízes e da parte aérea das plantas em solo sob SSD (TORMENA et al., 1996; COLLARES, 2005; BEUTLER et al., 2006).

A umidade do solo é inversamente relacionada à resistência à penetração, sendo esta muito baixa quando a umidade do solo se encontra próximo à saturação (TORMENA et al., 1999). A densidade do solo apresenta uma correlação direta com a resistência à penetração (MEROTTO JR e MUNDSTOCK, 1999).

Reichert et al. (2007), recomenda a avaliação da resistência a penetração quando o teor de água do solo estiver próximo do valor da capacidade de campo. Entretanto, quando obtida no momento em que a umidade do solo estiver ao redor de $2/3$ da microporosidade (solo friável/macio) (Rosa Filho, 2008), a maioria dos trabalhos tem adotado a seguinte classificação de resistência à penetração (RP), estabelecida por Arshad et al. (1996): a) extremamente baixa: $RP < 0,01 \text{ MPa}$; b) muito baixa: $0,01 \leq RP < 0,1 \text{ MPa}$; c) baixa: $0,1 \leq RP < 1,0 \text{ MPa}$; d) moderada: $1,0 \leq RP < 2,0 \text{ MPa}$; e) alta: $2,0 \leq RP < 4,0 \text{ MPa}$; f) muito alta: $4,0 \leq RP < 8,0 \text{ MPa}$ e g) extremamente alta: $RP > 8,0 \text{ MPa}$.

Tormena (1998), ao analisar a resistência à penetração de um Latossolo Roxo sob semeadura direta e convencional, verificou que, quanto menor a umidade volumétrica do solo, maior a resistência, cujo fato eles atribuíram ao menor efeito lubrificante da água ao redor das partículas em solos com menor teor de umidade.

3 REFERÊNCIAS

- ARSHAD, M. A.; LOWER, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Eds.). **Methods for assessing soil quality. Soil Science Society of America**, Madison, n.49, p.123-141, 1996. (Special Publication, 49).
- BETTIOL, J. V. T., PEDRINHO, A., MERLOTI, L. F., BOSSOLANI, J. W., SÁ, M.E. de. Plantas de Cobertura, Utilizando *Urochloa ruziziensis* solteira e em Consórcio com Leguminosas e seus Efeitos Sobre a Produtividade de Sementes do Feijoeiro. **Uniciências**. Londrina, PR, v.19, n. 1, p. 3-10, 2015.
- BEUTLER, A. N; CENTURION, J. F; SILVA, A. P; BARBOSA, J. C. Intervalo hídrico ótimo e produtividade de culturas de soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p. 639-645, 2006.
- BOER, C. A. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, 2007.
- BORGES, W. L.B; DE SOUZA, I. M. D; DE SÁ, M. E; ALVES, M. C. Alterações físicas em Latossolos cultivados com plantas de cobertura em rotação com soja e milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PE., v. 11, n.3, p.149-155, 2016.
- CAIRES, E.F. GARBUIO, F.J. CHURKA, S. BARTH, G. & CORRÊA, J.C.L. Effects of soil acidity amelioration by surface liming on no-till corn, soybean, and wheat root growth and yield. **European Journal of Agronomy**, v. 28, p. 57-64, 2008. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2007.05.002>. Acesso em 28 de outubro de 2017.
- CAIRES, E. F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J.; KUSMAN, M. T. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 275-286, 2003.
- CAIRES, E.F., KUSMAN, M.T., BARTH, F.J., GARBUIO & PADILHA, J.M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28:125-136, 2004.
- CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba, ESALQ, 1997. 132p.

- 301 CARTER, M.R. Relative measures of soil bulk density to characterize compaction in
302 tillage studies on fine sandy loams. **Canadian Journal of Soil Science**, v.70, p.425-
303 433, 1990.
- 304 CARVALHO, J. L. N; AVANZI, J. C; SILVA, M. L. N; MELLO, C. R; CERRI, C. E. P.
305 Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista**
306 **Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 34, n. 2, p. 277-290, 2010.
- 307 CARVALHO, M. D. C. S., & NASCENTE, A. S. Calcário, gesso e efeito residual de
308 fertilizantes na produção de biomassa e ciclagem de nutrientes de
309 milho1. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania- GO, v. 44, n. 4, p. 370-380,
310 2014.
- 311 COLLARES, G. L. **Compactação em Latossolos e Argissolo e relação com**
312 **parâmetros de solo e de plantas**. 106 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) -
313 Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.
- 314 CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento - **6º Levantamento de grãos**.
315 Disponível em:
316 <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_03_14_15_28_33_boletim](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_03_14_15_28_33_boletim_graos_marco_2017bx.pdf)
317 [_graos_marco_2017bx.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_03_14_15_28_33_boletim_graos_marco_2017bx.pdf) >. Acesso em 02 abr. 2017.
- 318 CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento – **Perspectivas para a**
319 **agropecuária – Volume 4-** Safra 2016/2017. Disponível em: <
320 [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_13_09_06_46_perspecti](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_13_09_06_46_perspectivas_da_agropecuaria_2016-17_digital.pdf)
321 [vas_da_agropecuaria_2016-17_digital.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_13_09_06_46_perspectivas_da_agropecuaria_2016-17_digital.pdf)>. Acesso em 10 abr. 2017.
- 322 COSTA, C. H. M. **Calagem superficial e aplicação de gesso em sistema de**
323 **plantio direto de longa duração: Efeitos no solo e na sucessão milho/crambel**
324 **feijão-caupi**. 2015, 109 f. (Tese de Doutorado), Universidade Estadual Paulista
325 Botucatu. 2015.
- 326 DE LIMA, L.B; PETTER, F. A; LEANDRO, W.M. Desempenho de plantas de
327 cobertura sob níveis de compactação em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Revista**
328 **Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande -PB, v. 19, n.11,
329 p. 1064-1071. 2015.
- 330 DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e
331 crescimento radicular da soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo
332 do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.703-709, 1999.

- 333 DE VILLA, B; SECCO, D; TOKURA, L. K; PILLATI, M. A; MOREIRA, M. C. L;
 334 MARTINS, M. F. L. Impacto do uso de espécies de cobertura na estrutura de um
 335 Latossolo Argiloso e seus reflexos no rendimento de grão de soja. **Acta Iguazu**, v. 6,
 336 n. 2, p. 1-12, 2017.
- 337 DERPSCH, R.; FRIEDRICH, T.; KASSAM, A.; HONGWEN, L. Current status of
 338 adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. **International**
 339 **Journal of Agricultural and Biological Engineering**, Peijing, v. 3, n. 1, p. 1-25,
 340 2010.
- 341 DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, V. **Controle de erosão no**
 342 **Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo**
 343 **conservacionista do solo**. Eschborn: Deutsche Gesellschaft fur Technische
 344 Zusammenarbeit/Instituto Agrônômico do Paraná, 272p., 1991.
- 345 DIAS JUNIOR, M. de S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua
 346 modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.13, p.175-182, 1996.
- 347 DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.;
 348 COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Eds.). Defining soil quality for
 349 a sustainable environment. **Madison: Soil Science Society of America**, 1994. p. 3-
 350 21. (SSSA special publication, 35)
- 351 EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA. EMBRAPA **Tecnologias de**
 352 **Produção de Soja Região Central do Brasil**. Londrina, PR. 2004. Disponível em:
 353 Acesso em: 10 abr. 2017.
- 354 EPSTEIN, E.; BLOON, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**.
 355 2.ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.
- 356 FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. A melhoria da acidez do solo de Latossolos
 357 tropicais pela aplicação de calcário para a produção agrícola sustentável. **Avanços**
 358 **em Agronomia**, v.99, p.345-399, 2008.
- 359 FRASIER, I.; QUIROGA, A.; NOELLEMAYER, E. Effect of different cover crops on C
 360 and N cycling in sorghum NT systems. **Science of The Total Environment**, 562,
 361 628-639, 2016.
- 362 FREDDI, O. S.; CARVALHO, M. P.; CARVALHO, G. J. VERONESE JUNIOR, V.
 363 Produtividade do milho relacionada com a resistência mecânica à penetração do
 364 solo sob preparo convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1,
 365 p.113-121, 2006.

- 366 FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.;
 367 GUEDES, G.A.A. **Fertilidade do solo**. 2001. 252f. Trabalho de conclusão de curso
 368 (Especialização em Solos e Meio Ambiente) – Fundação de Apoio ao Ensino,
 369 Pesquisa e Extensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- 370 GARCÍA-MARCO, S.; GÓMEZ-REY, M. X.; GONZÁLEZ-PRIETO, S. J. Availability
 371 and uptake of trace elements in a forage rotation under conservation and plough
 372 tillage. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 137, n. 1. p. 33-42, 2014.
- 373 GUARESCHI, R.. PEREIRA MG, PERIN A. Deposição de resíduos vegetais, matéria
 374 orgânica leve, estoques de carbono e nitrogênio e fósforo remanescente sob
 375 diferentes sistemas de manejo no Cerrado goiano. **Revista Brasileira de Ciência**
 376 **do Solo**, Viçosa-MG, v. 36, n.3, p. 909-920, 2012.
- 377 HILLEL, D. **Environmental soil physics**. San Diego: Academic Press, 1998. 771 p.
- 378 HORVATHY NETO, A.; SILVA, A. G.; TEIXEIRA, I. R.; COSTA, K. A. P.; ASSIS, R.
 379 L. Consórcio de sorgo granífero e braquiária na safrinha para produção de grãos e
 380 forragem. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 132-141, 2014.
- 381 JIMENEZ, R. L.; GONÇALVES, W. G.; ARAÚJO FILHO, J. V.; ASSIS, R. L.; PIRES,
 382 F. R.; SILVA, G. P. Crescimento de plantas de cobertura sob diferentes níveis de
 383 compactação em um Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Engenharia**
 384 **Agrícola e Ambiental**, v.12, p.116-121, 2008. [http://dx.doi.org/10.1590/S1415-](http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662008000200002)
 385 [43662008000200002](http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662008000200002).
- 386 KAUFMAN, R.C.; WILSON, J.D.; BEAN, S.R.; PRESLEY, D.R.; BLANCO-CANQUI,
 387 H.; MIKHA, M. Effect of nitrogen fertilization and cover cropping systems on sorghum
 388 grain characteristics. **Journal of agricultural and food chemistry**, 61(24), 5715-
 389 5719, 2013.
- 390 KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.
- 391 KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E.; BERTON, A. L. **Compactação e**
 392 **descompactação de solos**. Passo fundo: Embrapa trigo, 2000. 20p.
- 393 LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; MURAISHI, C. T.; BUZETTI, S.;
 394 MASCARENHAS, H. A. A. Aplicação de calcário e culturas de cobertura na
 395 implantação do sistema plantio direto em cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do**
 396 **Solo**, Viçosa, v. 32, número especial, p. 2771-2777, 2008.
- 397 MELO, D. de; PEREIRA, J. O.; NÓBREGA, L. H. P.; OLIVEIRA, M. C. de;
 398 MARCHETTI, I.; KEMPSKI, L. A. Características físicas e estruturais de um latossolo

- 399 vermelho sob sistema de plantio direto e cultivo mínimo após quatro e oito anos de
 400 plantio direto. **Engenharia Agrícola**, Viçosa, MG, v.15, n.3, p. 228-237, jul./set., 2007.
- 401 MEROTTO JR., A.; MUNDSTOCK, C. M. Wheat root growth as affected by soil
 402 strength. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.197-202, 1999.
- 403 MONTANARI, R. **Atributos do solo e componentes produtivos da cultura da**
 404 **pupunha: uma abordagem linear, geoestatística e multivariada**, 2016, 106 f.
 405 (Tese de Livre docente), Universidade Estadual Paulista de Engenharia.
- 406 NASCENTE, A. S. et al. Cover crops and no-till effects on
 407 physical fractions of soil organic matter. **Soil and Tillage**
 408 **Research**, Amsterdam, v. 130, n. 6, p. 52-57, 2013.
- 409 NEGREIROS NETO, J. V.; SANTOS, A. C. DOS; SANTOS, P. M.; SANTOS, T. M.;
 410 FARIA, A. F. G. Atributos físicos de solos sob a consorciação gramíneas-
 411 leguminosas no norte do estado do Tocantins. **Engenharia na Agricultura**, v.18,
 412 p.140-150, 2010. <http://dx.doi.org/10.13083/1414-3984.v18n02a05>.
- 413 PACHECO, L.P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O. de A.; ASSIS, R.L. de;
 414 COBUCCI, T.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. Produção de fitomassa e acúmulo e
 415 liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa**
 416 **Agropecuária Brasileira**, v.46, p.17-25, 2011. DOI:
 417 10.1590/S0100-204X2011000100003.
- 418 PACHECO, L.P.; PIRES, F.R.; MONTEIRO, F.P.; PROCOPIO, S.O.; ASSIS, R.L.;
 419 CARMO, M.L.; PETTER, F.A. Desempenho de plantas de cobertura em
 420 sobressemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43,
 421 p.815-823, 2008.
- 422 PIRES, F.R.; ASSIS, R.L.; PROCÓPIO, S.O.; SILVA, G.P.; MORAES, L.L.;
 423 RUDOVALHO, M.C.; BOER, C.A. Manejo de plantas de cobertura antecessora à
 424 cultura da soja em plantio direto. **Revista Ceres**, v.55, p.94-101, 2008.
- 425 REATTO, A.; CARVALHO, A. M. **Cerrado: adubação verde**. Planaltina/DF:
 426 Embrapa Cerrados, 2006. 396 p.
- 427 REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em
 428 sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e
 429 mitigação. In: NOVAIS, R.F. et al. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. 7. ed. Viçosa:
 430 Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. 2, p. 49-135.
- 431 RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P. **Pedologia e fertilidade do solo:**

- 432 **interações e aplicações**. Brasília: Mec/esal/potafos, 1988. 81p.
- 433 ROBINSON, G. W. **Los suelos: su origen, constitución y clasificación**.
 434 Barcelona: Omega, 1960. 515p.
- 435 RODRIGHERO, M. B; BARTH, G; CAIRES, E. F. Aplicação superficial de calcário
 436 com diferentes teores de Magnésio e Granulometrias em sistema de plantio direto.
 437 **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 6, p. 1723-1736, 2015.
- 438 ROSA FILHO, G. **Produtividade da soja em função de atributos físicos de um**
 439 **Latossolo Vermelho Distroférrico sob plantio direto**. 2008. 89f. Dissertação.
 440 (Mestrado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade
 441 Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.
- 442 SALVADOR, N.; REZENDE, P.M.; TOURINO, M.C.; Espaçamento, densidade
 443 e uniformidade da semeadura na produtividade e características agrônômicas
 444 da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v.37, n.8, p.1071-1072,
 445 2002.
- 446 SCOPEL, E.; TRIOMPHE, B.; AFFHOLDER, F.; SILVA, F. A. M.; CORBEELS, M.;
 447 XAVIER, J. H. V.; LAHMAR, R.; RECOUS, S.; BERNOUX, M.; BLANCHART, E.;
 448 MENDES, I. C.; TOURDONNET, S. Conservation agriculture cropping systems in
 449 temperate and tropical conditions, performances and impacts. A review. **Agronomy**
 450 **for Sustainable Development**, Paris, v. 33, n. 1, p. 113-130, 2013.
- 451 SILVA, A.P., KAY, B.D. Estimating the least limiting water range of soil from
 452 properties and management. **Soil Science -Society of America Journal**, Madison,
 453 v.61, p.877-883,1997. [http:// dx.doi.org/10.2136/sssaj1997.03615995006100030023x](http://dx.doi.org/10.2136/sssaj1997.03615995006100030023x)
- 454 SILVA, A. G.; MORAES, L. E.; HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G.
 455 A. Consórcio sorgo e braquiária na entrelinha para produção de grãos, forragem e
 456 palhada na entressafra. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 5, p. 697-705, 2014
- 457 SWEIGARD, R. J.; BLUESTEIN, P. Use of field measurements to predict
 458 reforestation success. University of Kentuchi, p.129-141, 2000.
- 459 TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p
- 460 TEIXEIRA, R.A.; SOARES, T.G.; FERNANDES, A.R.; BRAZ, A. M. D. S. Grasses
 461 and legumes as cover crop in no-tillage system in northeastern Pará Brazil. **Acta**
 462 **Amazonica**, v. 4, n.4, p.411-418, 2014
- 463 TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Eficácia de glyphosate em plantas de
 464 cobertura. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 475-480, 2006.

- 465 TORMENA, C. A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo
466 sobre plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 333-339,
467 1996.
- 468 TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; LIBARDI, P. L. Soil physical quality of a brazilian
469 oxisol under two tillage systems using the least limiting water range approach. **Soil
470 and Tillage Research**, v.52, p.223-232, 1999.
- 471 TORMENA, C.A. **Caracterização e avaliação do intervalo hídrico ótimo de um
472 Latossolo Roxo**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de
473 Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- 474 TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas
475 de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa
476 Agropecuária Brasileira**, v.43, p.421- 428, 2008.
- 477 TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; RODRIGUES JUNIOR, D. J.; LOSS, A.
478 Production, decomposition of residues and yield of maize and soybeans grown on
479 cover crops. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 3, p. 451-459, 2015.
- 480 VERONESE, M.; FRANCISCO, E. A. B.; ZANCANARO, L.; ROSOLEM, C. A. Plantas
481 de cobertura e calagem na implantação do sistema plantio direto. **Pesquisa
482 Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 8, p.1158-1165, 2012.

CAPÍTULO 1 – CULTURAS DE COBERTURA, DOSES DE CALCÁRIO E GESSO AFETAM PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO

RESUMO

Plantas de coberturas promovem ciclagem de nutrientes e doses de calcário e gesso podem alterar os atributos químicos e físicos do solo. Objetivou-se avaliar o efeito de doses de calcário e gesso aplicados superficialmente em sistema de semeadura direta com três resíduos de culturas de cobertura sobre atributos físicos do solo. O experimento foi conduzido no município de Chapadão do Sul-MS, disposto no delineamento de blocos casualizados em esquema de parcela subsubdividas. As parcelas foram constituídas das plantas de cobertura (*U. ruziziensis* e Milheto) e Pousio, as subparcelas pelas quantidades aplicadas de gesso (0; 2,3 e 4,6 Mg ha⁻¹) e as subsubparcelas por doses de calcário (0, 2, 4 e 6 Mg ha⁻¹), com três repetições. Não houve efeito residual da calagem e gessagem e nem das plantas de cobertura para densidade na camada 0,1-0,2 m. As plantas de cobertura e doses de calcário e gesso proporcionaram melhorias em todas as profundidades nos atributos macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo. O milheto em conjunto com as doses de calcário e quando não ocorreu a aplicação de gesso associada as doses de calcário resultam em menores valores de resistência a penetração.

PALAVRAS-CHAVE: *Urochloa .ruziziensis*, pousio, milheto.

CHAPTER 1 – CROP COVER, LIMING AND PLASTER AFFECTS PHYSICAL PROPERTIES OF SOIL

ABSTRACT

The use of limestone and gypsum and cover crops can influence their attributes. In this context, the objective of the present work was to evaluate the influence of cover plants and limestone and agricultural gypsum doses on soil physical attributes. The experiment was conducted in Chapadão do Sul-MS, being arranged in the randomized block design with factors arranged in split sub-divided. The plots were constituted of the cover plants (*U.ruziziensis*, Pousio and Milheto), the subplots the amounts of gypsum (0, 2,3 and 4,6 Mg ha⁻¹) and the subsubplots those of limestone (0, 2, 4 and 6 Mg ha⁻¹) with three

replicates. There was no residual effect of lime and gypsum and neither of the cover plants for density in the 0.1-0.2 m layer. Covering plants and limestone and gypsum doses provided improvements in the attributes macroporosity, microporosity, total porosity and soil density. The millet together as limestone doses and when there is application of gypsum associated as doses of calcium results in lower values of resistance to penetration.

KEY WORDS: *U.ruziziensis*, pousio, millet.

1. INTRODUÇÃO

Os solos do Cerrado têm sido utilizados de forma intensiva para a produção agrícola, sofrendo desta forma uma alta degradação, além de serem solos altamente intemperizados e ácidos[1]. Devido a esses fatores há a necessidade de correções adequadas, pois caso essas não ocorram a produtividade da maioria das culturas terão queda acentuada. Com o intenso uso do solo, tem-se buscado alternativas para que não ocorra sua degradação, evitando deixa-lo sem proteção de restos culturais ou da própria planta [2]. O Sistema de semeadura direta (SSD) surge como uma estratégia eficaz para melhorar a sustentabilidade da agricultura em regiões tropicais e subtropicais, reduzindo o impacto causado ao solo e minimizando as perdas de nutrientes por erosão [3].

A eficácia do SSD está relacionada a qualidade e quantidade de cobertura morta na superfície do solo. Desta forma, a utilização de plantas de cobertura que possuam boa produção de matéria seca torna-se essencial para a manutenção do SSD e manejo de culturas[4]. Diversos trabalhos relatam que no Cerrado há um grande desafio em manter o resíduo vegetal no solo, uma vez que ocorre poucas chuvas durante metade do ano, elevando a taxa de decomposição dos resíduos e dificultando assim o estabelecimento da cultura [5–8].

Com a expansão das áreas em SSD surge problemas como a compactação da camada superficial e subsuperficial do solo na região do cerrado do Brasil. Desta forma, o interesse pela busca de sistemas que possam proporcionar melhores condições físicas do solo em semeadura direta tem aumentado gradativamente. Assim, áreas que passam vários anos em SSD (sem revolvimento do solo) podem apresentar restrições físicas para o desenvolvimento radicular em profundidade das culturas[9].

Para a manutenção dos SSD é recomendado a utilização de plantas de cobertura com alto produção de matéria seca. Muitas espécies são utilizadas em sistema de sucessão e rotação de culturas, apesar da maioria não representam um produto comercial, porém possuem muitos benefícios, incluindo o acúmulo de matéria orgânica do solo [10]. No Cerrado, plantas forrageiras como milheto (*Pennisetum glaucum*) e braquiária (*Urochloa riziensis*) tem se destacado por possuir alta capacidade de produção de matéria orgânica, crescimento radicular contínuo e profundo, preservação do solo tais como melhorar a estrutura, agregação, permeabilidade, infiltração, além de promover a reciclagem de nutrientes [11].

[12]citam que a calagem é a prática menos dispendiosa e mais efetiva para elevar o pH e a saturação por bases pois fornece Cálcio e Magnésio, e reduz o Alumínio tóxico e diminui o excesso de Manganês no solo. A reação do calcário, entretanto, é geralmente limitada ao local de sua aplicação no solo e o efeito da calagem na redução da acidez do subsolo é lento, uma vez que depende da lixiviação de carbonatos através do perfil do solo, proporcionando melhoria nas propriedades físicas e químicas do solo [13]. Em contrapartida o gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) atua como condicionador do solo por possuir alta mobilidade no perfil, disponibilizando cálcio (Ca^{+2}) e enxofre (SO_4^{-2})

em solução, reduzindo em profundidade a saturação por alumínio (Al^{+3}) e melhorando a disponibilidade de nutrientes em camadas subsuperficiais [14].

Em experimentos de longa duração com mais de três anos, os benefícios da aplicação em conjunto de calcário e gesso ainda foram pouco estudados, bem como a dinâmica de correção da acidez do solo sem incorporação no SSD, principalmente em regiões tropicais. Baseando-se no exposto, adota-se como hipótese neste trabalho que diferentes plantas de coberturas e a aplicação de calcário e gesso agrícola promovem melhorias nos atributos físicos do solo. Assim, objetivou-se avaliar as alterações dos atributos físicos do solo, influenciadas por diferentes plantas de cobertura associadas a aplicação de calcário e gesso agrícola em sistema de semeadura direta na região de Cerrado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Chapadão do Sul, MS ($18^{\circ}41'33''$ S, $52^{\circ}40'45''$ W e altitude de 810 m). O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical úmido (Aw), com estações bem definidas, com período seco concentrado de maio a setembro (outono/inverno) e as precipitações de outubro a abril (primavera/verão). Apresenta temperatura média anual variando de $13^{\circ}C$ a $28^{\circ}C$, precipitação média anual de 1.850 mm e umidade relativa média anual de 64,8% [15]. Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura do ar foram registrados durante a condução do experimento (Fig 1).

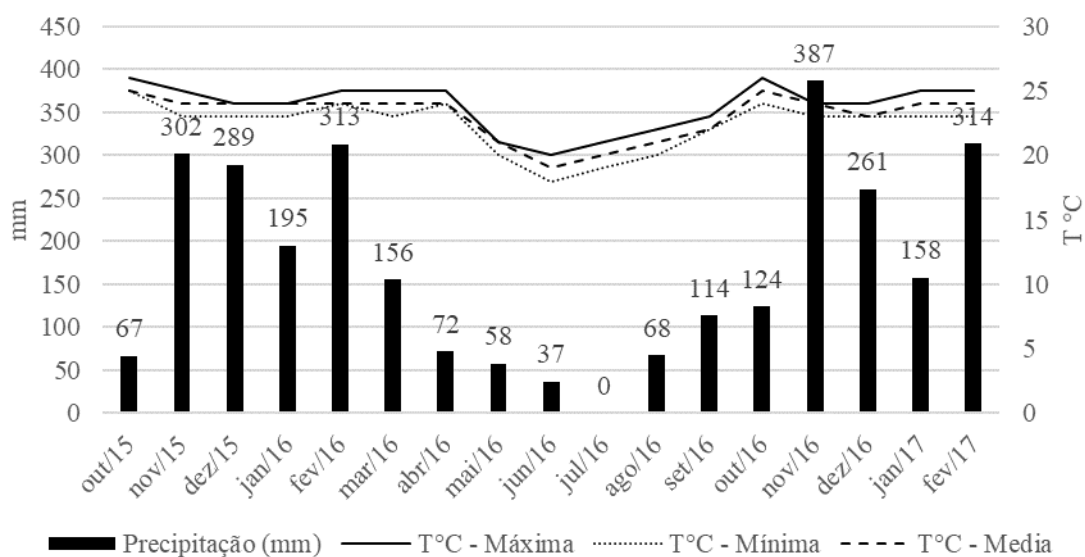


Figura 1 - Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) mensal durante o período do experimento.

O solo da área do experimento foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico [16]. A caracterização textural foi realizada pelo método do densímetro [17], obtendo-se 46 % de argila, 51,5 % de areia e 2,5 % de silte na camada de 0,2 – 0,4 m. Na Tabela 1 consta a análise química da área experimental antes da instalação do experimento, as amostras foram retiradas na profundidade de 0,0-0,20 e 0,20-0,40 m.

Tabela 1 - Análise química do solo anterior à instalação do experimento.

Prof	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	K	P(res)	S	M.O	CTC	V	m
(m)	CaCl ₂	-----cmol _c dm ³ -----				-----mg dm ³ -----		g dm ³		cmol _c dm ³	-----%----	
0-0,20	4,2	2,0	0,3	0,3	5,5	157	37,3	7,7	36,9	8,3	33,5	11,6
0,20-0,40	4,3	1,3	0,2	0,2	5,2	94	5,70	15,8	24,0	6,9	25,1	9,8
Prof	B			Cu		Fe		Mn		Zn		
(m)	-----mg dm ⁻³ -----											
0-0,20	0.14			1.30		44.0		16.4		5.2		

¹Método de Rajj e Quaggio (1983).

A área do experimento estava em SSD por seis anos e recebeu aplicação de calcário para elevar a saturação de bases a 50% e gesso, na implantação do SSD segundo recomendação para a região [18]. Esses foram incorporados com grade intermediária. Posteriormente, em 2009/2010 iniciou-se o SSD com soja na primeira safra, milho na segunda safra e as plantas de cobertura na entressafra. No ano agrícola

2010/2011 utilizou-se a mesma sequência de cultivos. No ano agrícola 2011/2012 foi semeado o algodoeiro e após sua colheita, realizou-se nova aplicação de calcário e gesso, sem incorporação. Enquanto em 2012/2013 foi cultivado o feijão na primeira safra e milho na segunda safra, posteriormente em outubro realizou-se nova aplicação de doses de calcário e gesso, sem incorporação. Na safra 2013/2014 foi semeado o algodoeiro, em outubro houve a semeadura das plantas de cobertura. No ano agrícola 2014/2015 ocorreu a semeadura do milho segunda safra. Em 2015/2016, o presente experimento foi instalado, com aplicação das doses de calcário e gesso em outubro de 2015, sem incorporação.

A semeadura das plantas de cobertura foi realizada em outubro de 2015, com 5 e 15 kg ha⁻¹ de sementes de *U. ruziziensis* e *P. glaucum* (cv ADR 300), respectivamente, utilizando semeadora de discos desencontrados e espaçamento de 0,17 m entre-linhas. Essas permaneceram em desenvolvimento até o dia 30 de janeiro de 2016, quando foram manejadas com auxílio de um triturador horizontal de resíduos vegetais (Triton), e no dia 17 de fevereiro de 2016 foram dessecadas com Roundup WG® (1,98 kg ha⁻¹ do i.a.) e Aurora® (20g ha⁻¹ do i.a.).

O método utilizado para o cálculo da necessidade de calagem foi o da elevação da saturação por bases [19], com o objetivo de obter os valores de saturação por bases de 33,5; 56,4; 79,3 e 102,2 %, correspondendo a 0, 2, 4 e 6 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico, respectivamente, que apresentava 32% de CaO, 17% de MgO, PRNT de 95% PN de 98 %. A necessidade de gesso foi determinada através da % de argila do solo [18], sendo a dose de gesso (D.G) recomendada de 2,3 Mg ha⁻¹, utilizando-se gesso agrícola com 18% CaO e 15% de S.

O delineamento adotado foi em blocos casualizados com três repetições, em um esquema de parcelas sub-subdivididas. A parcela principal formada por três plantas de cobertura (*U.ruziziensis*, *Pennisetum glaucum*, pousio); a subparcela, por quantidade de gesso agrícola (0, 2,3 e 4,6 Mg ha⁻¹) e a sub-subparcela por diferentes doses de calcário (0, 2, 4 e 6 Mg ha⁻¹).

A densidade do solo (Ds) foi determinada através do método do anel volumétrico. A porosidade total (Pt), pela percentagem de saturação por água do solo, a microporosidade (Mi) e a macroporosidade do solo (Ma) foram determinadas em mesa de tensão [20].

Para a determinação da resistência à penetração do solo (Rp), utilizou-se o penetrômetro eletrônico digital (PenetroLOG) da marca Falker, os dados de Rp foram classificados (a cada 0,10 m) até 0,40 m de profundidade e apresentados em Megapascal (MPa). Realizou-se, aleatoriamente, quatro amostragens em cada parcela experimental. Foi mensurada a umidade do solo nas mesmas profundidades no mesmo dia do teste de resistência à penetração.

Os dados foram submetidos a análise de variância, seguido da comparação das médias dos níveis de gesso e das plantas de cobertura pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), e análise de regressão polinomial para as doses de calcário, utilizando-se o software Sisvar [21].

3. RESULTADOS

Na Tabela 2 encontra-se o resumo da análise de variância para as variáveis avaliadas, não houve efeito residual de calcário e gesso agrícola no solo para as variáveis Microporosidade (Mi) na camada de 0,0 – 0,10 m, Macroporosidade (Ma) e Densidade do solo (Ds) e Umidade volumétrica (Uv) na camada de 0,10 – 0,20 m.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi), Porosidade total (Pt), Densidade do solo (Ds), Resistência a penetração (Rp), em função de plantas de cobertura e condicionadores químicos nas camadas de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m.

FV	GL	Ma	Mi	Pt	Ds	Rp	Uv
----- 0,0 – 0,10 m -----							
Bloco	2	0,0002	0,0001	0,0003	0,0522	0,0452	13,08
Cobertura (C)	2	0,0010*	0,1463*	0,0105*	0,0304*	3,1084*	142,32*
Gesso (G)	2	0,0007*	0,0043 ^{ns}	0,0051 ^{ns}	0,0052*	0,4589*	3,99 ^{ns}
Calcário (Ca)	3	0,0010*	0,0073 ^{ns}	0,0110*	0,0041*	0,8055*	19,42 ^{ns}
C x G	4	0,0008*	0,0006 ^{ns}	0,0011 ^{ns}	0,0041*	0,3373*	14,61 ^{ns}
C x Ca	6	0,0005*	0,0015 ^{ns}	0,0018 ^{ns}	0,0057*	0,5827*	22,25 ^{ns}
G x Ca	6	0,0004*	0,0032 ^{ns}	0,0065*	0,0293*	0,2515*	62,88 ^{ns}
Erro 1	4	0,0002	0,0015	0,0008	0,0004	0,0091	13,16
Erro 2	8	0,0001	0,0002	0,0006	0,0083	0,0078	3,24
Erro 3	70	0,0002	0,0012	0,0017	0,0127	0,0972	19,51
CV 1 (%)	-	6,81	10,37	6,31	1,62	5,92	10,57
CV 2 (%)	-	14,22	4,10	5,64	7,44	5,46	5,24
CV 3 (%)	-	21,64	9,39	9,29	9,20	19,33	12,86
Média	-	0,07	0,37	0,44	1,23	1,61	34,33
----- 0,10 – 0,20 m -----							
Bloco	2	0,0000	0,0012	0,0004	0,0342	0,0029	43,98
Cobertura (C)	2	0,0010*	0,0011 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	0,2450 ^{ns}	3,8220 ^{ns}	16,59 ^{ns}
Gesso (G)	2	0,0000 ^{ns}	0,0034*	0,0032*	0,0016 ^{ns}	0,3270 ^{ns}	13,15 ^{ns}
Calcário (Ca)	3	0,0002 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,0030*	0,0005 ^{ns}	0,4468 ^{ns}	18,74 ^{ns}
C x G	4	0,0002 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,0019 ^{ns}	0,0010 ^{ns}	0,8730*	9,44 ^{ns}
C x Ca	6	0,0001 ^{ns}	0,0015 ^{ns}	0,0026*	0,0039 ^{ns}	0,5031*	2,34 ^{ns}
G x Ca	6	0,0007*	0,0010 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	0,0016 ^{ns}	0,2466*	3,07 ^{ns}
Erro 1	4	0,00005	0,0004	0,0004	0,0082	0,0198	28,92
Erro 2	8	0,0002	0,0007	0,0005	0,0029	0,0439	5,90
Erro 3	70	0,0002	0,0007	0,0008	0,0040	0,1000	9,27
CV 1 (%)	-	7,02	5,42	4,17	7,00	4,95	15,31
CV 2 (%)	-	14,03	7,01	4,76	4,17	7,38	6,91
CV 3 (%)	-	12,82	7,08	6,32	4,88	11,13	8,66
Média	-	0,10	0,37	0,46	1,29	2,84	35,13

*, ns: (P≤0,05) e não significativo, respectivamente. CV: coeficiente de variação.

A Mi e porosidade total (PT) na profundidade de 0,0 – 0,10 m e Ma na profundidade de 0,10 – 0,20 m do solo foram influenciadas pelas plantas de cobertura (Tabela 3). A planta de cobertura proporcionou maior valor de Mi e PT na camada de 0,0 – 0,10 m foi a *U.ruziziensis* não diferindo do pousio. Maiores valores de Ma foram encontrados em áreas onde foi utilizado *U.ruziziensis* e Milheto.

653 **Tabela 3** - Valores médios de Microporosidade (Mi), Porosidade Total (Pt) e Umidade
 654 volumétrica (Uv) na camada de 0,0-0,10 m e Macroporosidade (Ma) na camada de 0,10-
 655 0,20 m em função das plantas de cobertura.

Mi (m³ m⁻³)	
Planta de Cobertura	0,0 – 0,10 m
<i>U.ruziziensis</i>	0,39 a
Pousio	0,37 ab
Milheto	0,35 b
Pt (m³ m⁻³)	
0,0 – 0,10 m	
<i>U.ruziziensis</i>	0,45 a
Pousio	0,45 a
Milheto	0,42 b
Uv	
0,0 -0,10 m	
<i>U.ruziziensis</i>	36,62 a
Pousio	33,16 b
Milheto	33,19 b
Ma (m³ m⁻³)	
0,10 – 0,20 m	
<i>U.ruziziensis</i>	0,10 a
Pousio	0,09 b
Milheto	0,10 a

656 Médias seguidas de letras iguais minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%:

657 As doses de gesso influenciaram de forma isolada a Mi e Pt na profundidade de
 658 0,10 – 0,20 m (Tabela 4). Os maiores valores de Mi e Pt foram observadas na dose de
 659 2,3 Mg ha⁻¹, porém não diferiu do tratamento que não houve adição de gesso. Menores
 660 valores de Mi e Pt foram observados na dose de 4,6 Mg ha⁻¹,

661 **Tabela 4** - Comparação de médias de Microporosidade (Mi), Porosidade Total (Pt) na
 662 camada de 0,0-0,10 m em função das doses de gesso.

Mi (m³ m⁻³)	
Doses Gesso(Mg ha⁻¹)	0,10 – 0,20 m
0	0,36 b
2,3	0,38 a
4,6	0,36 b
Pt (m³ m⁻³)	
0,10 – 0,20 m	
0	0,46 ab
2,3	0,47 a
4,6	0,45 b

663 Médias seguidas de letras iguais minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%:

A Ma e Ds na camada de 0,0 – 0,10 m e a Rp nas camadas de 0,0 – 0,10 e 0,10 – 0,20 m foram influenciados significativamente pela interação entre as culturas de cobertura e doses de gesso (Tabela 5). Para a dose de 2,3 Mg ha⁻¹ e quando não houve utilização de gesso agrícola a planta de cobertura que apresentou valor de Ma foi a *U. ruziziensis*. Não houve diferença significativa entre as plantas de cobertura para a dose de 4,6 Mg ha⁻¹ de gesso.

A utilização de *U. ruziziensis* como planta de cobertura combinada com a dose de 2,3 Mg ha⁻¹ obteve maiores valores de Ma (Tabela 5). Quando a área foi deixada em pousio a dose de gesso que apresentou melhores valores de macroporos foi a de 2,3 Mg ha⁻¹, porém não diferiu da dose de 4,6 Mg ha⁻¹. Já com a utilização de milho como cobertura a dose de 4,6 Mg ha⁻¹ foi melhor diferindo das demais doses.

Menores valores de Ds foram observados com a utilização de pousio nas três doses de gesso (0; 2,3 e 4,6 Mg ha⁻¹), na dose de 2,3 Mg ha⁻¹ não diferiu da *U. ruziziensis*. Para *U. ruziziensis* a dose de gesso que propiciou menor valor de Ds foi a de 2,3 Mg ha⁻¹ não diferindo de 4,6 Mg ha⁻¹. Para milho a dose de 4,6 Mg ha⁻¹ ocasionou menor valor de Ds não diferindo de onde não foi adicionado gesso (Tabela 5).

Para o atributo resistência a penetração (Rp), nas camadas de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m em todas as doses utilizadas o pousio apresentou menores valores de Rp. Para a *U. ruziziensis* na camada de 0,0-0,10 m quando não houve adição de gesso houve um menor valor de Rp, porém não diferiu da dose de 2,3 Mg ha⁻¹. Na camada de 0,10-0,20 m o menor valor de Rp foi encontrado na dose de 2,3 Mg ha⁻¹ não diferindo da dose de 4,6 Mg ha⁻¹. Em relação ao milho na camada superficial (0,0-0,10 m), a dose de 2,3 Mg ha⁻¹ obteve o melhor resultado; já na camada de 0,10-0,20 m a dose 2,3 Mg ha⁻¹ e quando não houve acréscimo de gesso resultou em menor valor de Rp.

Tabela 5 - Desdobramento da interação plantas de cobertura x doses de gesso agrícola obtidos para avaliação de macroporosidade (Ma), densidade do solo (Ds) e resistência a penetração (Rp) de acordo com a camada do solo.

Cobertura	Doses de Gesso(Mg ha ⁻¹)		
	Ma (m ³ m ⁻³)		
	0,0 – 0,10 m		
	0	2,3	4,6
<i>U.ruziziensis</i>	0,08 aB	0,09 aA	0,07 aC
Pousio	0,06 bB	0,08 bA	0,07 aA
Milheto	0,06 bB	0,06 cB	0,07 aA
Ds (Mg m ⁻³)			
0,0 – 0,10 m			
<i>U.ruziziensis</i>	1,27 aA	1,21 bB	1,24 aAB
Pousio	1,20 bA	1,20 bA	1,18 bA
Milheto	1,25 aAB	1,26 aA	1,23 aB
Rp (MPa)			
0,0 – 0,10 m			
<i>U.ruziziensis</i>	1,65 bB	1,74aAB	1,87 aA
Pousio	1,34 cA	1,24 cA	1,25 bA
Milheto	1,95 aA	1,49 bB	2,00 aA
0,10 – 0,20 m			
<i>U.ruziziensis</i>	3,39 aA	2,92 aB	2,82 bB
Pousio	2,38 cA	2,45 bA	2,56 cA
Milheto	2,90 bB	2,82 aB	3,32 aA

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Na Tabela 6 encontra-se os valores da interação entre plantas de cobertura e doses de calcário para Ma (0,0 – 0,10 m) , Ds (0,0 – 0,10 m) e Rp (0,0 – 0,10 m e 0,10 - 0,20 m). As variáveis Ma e Ds na profundidade de 0,0- 0,10 m e Rp nas camadas de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m sofreram influência das plantas de cobertura e doses de calcário. Nas doses de 2 e 6 Mg ha⁻¹, a *U. ruziziensis* propiciou maiores valores de macroporos em relação as outras plantas de cobertura. Para a dose de 4 Mg ha⁻¹ houve incremento quando área ficou em pousio, porém não diferiu da *U. ruziziensis*. Nas áreas em que não houve acréscimo de calcário, não houve diferença estatística entre as plantas de coberturas.

Em relação a Rp (Tabela 6) na profundidade de 0,0-0,10 m em todas as doses de calcário, o pousio obteve melhor resultado, porém na dose de 4 Mg ha⁻¹ não diferiu da

U. *ruziziensis* e na dose de 6 Mg ha⁻¹ não diferiu do milheto. Os resultados na camada de 0,10-0,20 m são semelhantes a camada superficial, no qual o pousio também apresentou menores valores de Rp.

Observou-se diferença significativa das doses de calcário dentro de cada planta de cobertura apenas na Rp na camada 0,10-0,20 m. Houve incremento linear da Rp para U. *ruziziensis* e pousio em função das doses de calcário. Para o milheto houve efeito linear negativo.

Tabela 6 - Desdobramento da interação plantas de cobertura x doses de calcário agrícola obtidos para avaliação de macroporosidade (Ma), densidade do solo (Ds) e resistência a penetração (Rp) de acordo com a camada do solo.

Cobertura	Ma (m³ m⁻³)				Equação	R²
	0,0 – 0,10 m					
	Doses de Calcário (Mg ha⁻¹)					
	0	2	4	6	---	--
<i>U.ruziziensis</i>	0,06 a	0,08 a	0,07 ab	0,09 a	---	--
Pousio	0,07 a	0,06 c	0,08 a	0,07 b	---	--
Milheto	0,06 a	0,07 b	0,07 b	0,06 c	---	--
Ds (Mg m⁻³)						
0,0 – 0,10 m						
<i>U.ruziziensis</i>	1,26 a	1,20 b	1,25 a	1,25 a	---	--
Pousio	1,22 b	1,19 b	1,16 b	1,20 b	---	--
Milheto	1,23 b	1,26 a	1,23 a	1,25 a	---	--
Rp (MPa)						
0,0 – 0,10 m						
<i>U.ruziziensis</i>	1,72 a	2,12 a	1,24 b	1,93 a	---	--
Pousio	1,28 b	1,31 b	1,11 b	1,42 b	---	--
Milheto	1,84 a	2,06 a	1,87 a	1,48 b	---	--
0,10 – 0,20 m						
<i>U.ruziziensis</i>	2,81 b	2,71 b	3,25 a	3,40 a	2,697333+0,000115x	0,80
Pousio	2,37 c	2,32 c	2,55 c	2,63 b	2,312778+0,000051x	0,79
Milheto	3,23 a	2,99 a	3,00 b	2,82 b	3,196889-0,000061x	0,88

Médias seguidas de letras iguais minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%:

Houve interação significativa entre doses de gesso e calcário para as variáveis Ma e Rp nas profundidades de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m e Pt e Ds na camada de 0,0-0,10 m (Tabela 7). Na dose 2 Mg ha⁻¹ de calcário associada a dose de 4,6 Mg ha⁻¹ de gesso resultou em maior valor de Ma na camada de 0,0 -0,10 m, em contrapartida nas doses 4

719 e 6 Mg ha⁻¹ de calcário a dose de gesso que proporcionou maiores valores de Ma foi a
720 de 2,3 Mg ha⁻¹

721 Para Ma (Tabela 7) na camada de 0,0-0,10 m a dose de calcário de 2 Mg ha⁻¹
722 associada a dose de 4,6 Mg ha⁻¹ obteve maior valor, já as doses de 4 e 6 Mg ha⁻¹ de
723 calcário combinada a 2,3 Mg ha⁻¹ de gesso proporcionou maiores valores. Não houve
724 diferença na dose zero de calcário. Já na camada 0,10- 0,20 m na dose zero de calcário
725 quando adicionado 4,6 Mg ha⁻¹ resultou em maior quantidade de macroporos, não
726 diferindo da dose 2,3 Mg ha⁻¹. Na dose 2 Mg ha⁻¹ de calcário os maiores valores foram
727 encontrados com 2,3 Mg ha⁻¹ e quando não houve adição de gesso agrícola. Para dose 4
728 e 6 Mg ha⁻¹ de calcário não houve diferença estatística entre as doses de gesso.

729 Para a Ds, houve interação entre os fatores plantas de cobertura x doses de
730 calcário (Tabela 7). Quando não houve adição de calcário e gesso houve diminuição na
731 densidade do solo, já nas doses 2 e 6 Mg ha⁻¹ de calcário quando foi adicionado 2,3 Mg
732 ha⁻¹ de gesso houve redução da Ds. Na dose 4 Mg ha⁻¹ de calcário o incremento com 4,6
733 Mg ha⁻¹ de gesso proporcionou menor Ds.

734 Com relação a Rp houve interação para as duas profundidades. Quando não
735 houve incremento de calcário e gesso nas duas camadas obteve-se maiores valores de
736 Rp. No tratamento com 2 Mg ha⁻¹ de calcário combinado a dose de 4,6 Mg ha⁻¹ de gesso
737 resultou em maior compactação na camada superficial (0,0-0,10 m) resultado similar ao
738 da camada de 0,10-0,20 m, porém quando não foi adicionado gesso também obteve
739 maiores valores. Já para o tratamento de 4 Mg ha⁻¹ de calcário associada a 2,3 Mg ha⁻¹
740 de gesso (0,0-0,10 m) acarretou maior Rp. Em contrapartida na dose 6 Mg ha⁻¹ de
741 calcário o tratamento com 4,6 Mg ha⁻¹ de gesso ocasionou maiores valores.

Tabela 7 - Desdobramento da interação doses de gesso x doses de calcário agrícola obtidos para avaliação de macroporosidade (Ma), porosidade total (PT), densidade do solo (Ds) e resistência a penetração (Rp) de acordo com a camada do solo.

Gesso (Mg ha ⁻¹)	Ma (m ³ m ⁻³)				Equação	R ²
	0,0 – 0,10 m					
	Doses de Calcário (Mg ha ⁻¹)					
	0	2	4	6		
0	0,06 a	0,07 b	0,07 b	0,07 b	0,0614+0,000002x	0,69
2,3	0,06 a	0,07 b	0,09 a	0,08 a	0,06256+0,000004x	0,82
4,6	0,07 a	0,08 a	0,07 b	0,07 b	---	--
0,10 – 0,20 m						
0	0,09 b	0,10 a	0,10 a	0,10 a	0,089444+0,000002x	0,66
2,3	0,10 ab	0,10 a	0,09 a	0,09 a	---	--
4,6	0,10 a	0,08 b	0,10 a	0,09 a	---	--
PT (m ³ m ⁻³)						
0,0 – 0,10 m						
0	0,39 a	0,46 ab	0,42 b	0,43 a	---	--
2,3	0,42 a	0,42 b	0,48 a	0,45 a	---	--
4,6	0,41 a	0,47 a	0,42 b	0,48 a	---	--
Ds (Mg m ⁻³)						
0,0 – 0,10 m						
0	1,22 b	1,25 a	1,21 b	1,28 a	---	--
2,3	1,26 a	1,20 b	1,28 a	1,15 b	---	--
4,6	1,23 ab	1,20 b	1,15 c	1,27 a	---	--
Rp (MPa)						
0,0 – 0,10 m						
0	1,86 a	1,70 b	1,52 a	1,50 b	1,8319-0,000063x	0,92
2,3	1,44 b	1,75 b	1,24 b	1,52 b	---	--
4,6	1,52 b	2,04 a	1,46 a	1,81 a	---	--
0,10 – 0,20 m						
0	3,05 a	2,86 a	2,84 a	2,83 b	---	--
2,3	2,56 c	2,48 b	2,94 a	2,94 ab	2,488444+0,000081x	0,71
4,6	2,81 b	2,69 ab	3,02 a	3,08 a	2,726556+0,000057x	0,66

Médias seguidas de letras iguais minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%:

Em relação as doses de calcário dentro de cada nível de gesso, observou-se diferença significativa apenas para Ma e Rp nas duas profundidades estudadas. O nível dose zero de gesso nas duas profundidades e a dose 2,3 Mg ha⁻¹ na camada (0,0 -0,10 m) apresentaram incremento linear da Ma com a adição das doses de calcário.

Para o nível zero de gesso, as doses de calcário promoveram incremento linear na camada (0,0-0,10 m) na resistência a penetração (Tabela 7). Resultado similar a

encontrada na camada de 0,10-0,20 m na dose 2,3 e 4,6 Mg ha⁻¹ de gesso. A equação representa o efeito no qual foi observado acréscimo linear com o aumento das doses de calcário. A resistência do solo à penetração tem sido uma ferramenta muito utilizada para avaliar o estado de compactação do solo, no qual a haste do simula o impedimento imposto pelo solo ao desenvolvimento radicular da cultura. Desta forma pode-se inferir que a camada de 0,10-0,20 m esta compactada.

4. DISCUSSÃO

Os valores médios dos níveis de Mi e Pt na camada de 0,0 - 0,1 m (Tabela 3) de acordo com [22] estão adequados, os autores afirmam que o solo agrícola ideal deve ter níveis de microporosidade acima de 0,33 (m³ m⁻³) e de porosidade total abaixo de 0,50 (m³ m⁻³). [2,23] relatam que a microporosidade está associada a textura do solo e é pouco influenciada pelo manejo, cada solo possui sua capacidade de suporte, desta forma, as alterações dependem da estrutura, diferentemente da macroporosidade que é afetada diretamente pelo manejo. Os valores de macroporos abaixo de 0,10 m³ m⁻³ é limitante para o desenvolvimento radicular devido à baixa aeração [24]. No presente trabalho nenhuma cobertura proporcionou valores de Ma superior a 0,10 m³ m⁻³, podendo ser um indicativo de degradação do solo [2]. Os valores de Uv estão adequados de acordo com a literatura.

A dose de gesso recomendada obteve melhores resultados para Mi e Pt na camada de 0,10 -0,20 m (Tabela 4) este fato pode estar relacionado a ação floculante do gesso em transformar parte dos macroporos em microporos, visto que estes correspondem aos poros intra-agregados[25]. Esses mesmos autores não observaram na profundidade de 0,075 – 0,150 m efeitos significativos das doses de gesso sobre o atributo Mi.

A interação entre plantas de cobertura e doses de gesso afetou a Ma na camada de 0,0 – 0,10 m (Tabela 5), na dose zero de gesso e na dose recomendada (2,3 Mg ha⁻¹ de gesso) a *U. ruziziensis* foi melhor. Este resultado é reflexo do sistema radicular da *U. ruziziensis* ser fasciculado e bastante agressivo responsáveis pelo aumento da aeração do solo e diminuição da densidade [26].

A Ma sob os resíduos vegetais da *U. ruziziensis* associada a dose de gesso recomendada culminou em melhores resultados (Tabela 5). A explicação para tal fato é atribuída a aplicação de gesso, que provoca alterações químicas no solo permitindo um maior desenvolvimento radicular. Embora o gesso e as coberturas proporcionaram incremento nos valores de Ma, todos os valores encontram-se abaixo do valor mínimo de 10% (0,10 m³ m⁻³) indicado como limite crítico para que não aconteça redução na aeração do solo e a restrição de trocas gasosas [27].

A utilização de *U. ruziziensis* como planta de cobertura combinada a dose de 2,3 e 4,6 Mg ha⁻¹ de gesso, propiciou menor valor de Ds (Tabela 5). Para milho a dose de 4,6 Mg ha⁻¹ ocasionou menor valor de Ds não diferindo de onde não foi adicionado gesso. [28] relata que em Latossolos, o sulfato do gesso promove a dispersão dos agregados existentes em função da neutralização parcial de íons de alumínio. Outra explicação segundo [29], pode estar no fato do Al acompanhar o gesso pelo efeito da lixiviação, podendo ser beneficiada pela formação de complexos de AlSO₄⁺ ou pares iônicos. Resultados semelhantes foram encontrados por [30] que estudando efeitos do gesso agrícola em Latossolo Vermelho distroférico cultivado com soja sob plantio direto, observaram que o acréscimo de 2 Mg ha⁻¹ gesso acarretou um aumento na densidade do solo.

A R_p foi afetada nas duas camadas estudadas e em todas as doses utilizadas o pousio apresentou menores valores (Tabela 5). Resultados que discordam foram encontrados por [6], avaliaram a resistência a penetração em um Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico em área com pousio, Mucuna Ana, Milheto, Crotolária e Feijão de Porco. Os autores observaram que o milheto resultou em menor resistência a penetração.

Estudos recentes [31,32] determinam que o uso contínuo do Sistema de plantio direto resulta em uma camada de maior compactação na profundidade de 0,10-0,20 m. Segundo[33] valores de R_p entre 1 a 1,7 MPa afetam o crescimento radicular e valores acima de 3 MPa resultam na paralisação do crescimento das raízes. Entretanto [34] constata em Argissolo Vermelho Distrófico que o valor de R_p a partir de 1,9 MPa influenciou a altura de plantas da soja. Desta forma, na camada de 0,10-0,20 m todos os valores estão acima de 2 MPa demonstrando que esta camada se encontra compactada, podendo ser um indicativo de degradação do solo [35].

A ação do calcário está diretamente relacionada a melhoria da fertilidade do solo (Tabela 6), no qual favorece o crescimento e distribuição radicular. Apesar das plantas de cobertura e calcário terem efeito sobre os macroporos e a densidade do solo, ainda não se encontram com valores considerados ideais, desta forma, a utilização de práticas de manejo objetivando o aumento da macroporosidade para melhorar a aeração do solo é importante [36]. Para R_p o pousio proporcionou menores valores, esses resultados discordam [37] que avaliaram a influência da cultura anterior na compactação do solo, concluindo que o pousio não reduziu o efeito da compactação do solo.

Houve incremento linear da R_p na camada 0,10-0,20 m para *U.ruziziensis* e pousio em função das doses de calcário (Tabela 6). Esse efeito pode ser explicado pelo

aumento do teor de Ca pela aplicação do calcário, ocasionando maior força de agregação, resultando na formação de agregados maiores [25]. Para o milho houve efeito linear negativo. Apesar da Rp apresentar diferença entre os tratamentos, todos os valores estão acima de 2 MPa, valor que é considerado pela literatura como limitante ao desenvolvimento da soja [38]. Esses valores altos são consequência do SSD estar instalado a mais de 6 anos na área, desta forma, recomenda-se outras práticas de manejo para a descompactação do solo.

O aumento da macroporosidade e porosidade total do solo pela calagem e gessagem (Tabela 7) podem ser atribuídos ao maior desenvolvimento radicular, que promove aumento da pressão mecânica e o enovelamento das partículas organominerais. Assim, ocorre maior aporte de C, de parte aérea e raízes, resultante da aplicação de condicionadores químicos do solo, bem como aumento da atividade microbiana, contribuindo para a manutenção da estabilidade de agregados proporcionando incrementos na macroporosidade e porosidade total do solo. Além disso, o a maior quantidade de s cargas negativas devido a calagem que, ao associar à gessagem, pode aumentar a concentração de eletrólitos da água pluvial que infiltra no solo [39], aumentando o Ca nos pontos de troca e em solução, o que promove a floculação das partículas de argila [40,41], favorecendo, assim, a agregação do solo e consequentemente a Pt e Ma.

Os dados obtidos neste trabalho não corroboram com aqueles observados por [42] que após 20 meses da aplicação superficial e sem incorporação de calcário combinado com gesso agrícola não verificou diferenças significativas na densidade do solo (Ds) na camada de 0,0 a 0,40 m de profundidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilo arenoso sob sistema plantio direto.

A redução da densidade do solo promovida pela calagem combinada com a gessagem tem sido atribuída ao aumento da quantidade e da atividade de cátions bivalentes como o Ca^{2+} e o Mg^{2+} no complexo de troca do solo. Isto porque, estes cátions, em condições de $\text{pH}(\text{CaCl}_2)$ maior que 5,5, podem formar ligações entre os polímeros da matéria orgânica e a superfície dos coloides, promovendo formação de agregados com consequente redução da densidade do solo [43,44]. A calagem pode potencializar este fenômeno, em razão do aumento do pH do solo e da concentração dos íons Ca^{2+} e Mg^{2+} na solução do mesmo, promovendo maior dissolução dos grupos fenólico e carboxílico da matéria orgânica [45]. A ação flocculante da calagem é ainda mais importante em solos com predomínio de óxidos de ferro e de alumínio, devido ao aumento da concentração de cargas negativas promovido pela reação do calcário no solo. Dados obtidos por [46], reforçam a teoria exposta acima, visto que estes autores verificaram que o aumento de Ca^{2+} no complexo de troca de um Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa, promoveu reduções na Ds em uma área manejada sob sistema plantio direto.

A calagem promove a redução da Ds, pois favorece o desenvolvimento do sistema radicular das culturas. O aumento do pH, redução de Al, promove maior desenvolvimento de raízes grossas e finas, que contribuem para a formação de agregados e incorporam grande quantidade de material orgânico no solo [42].

A ausência de diferenças significativas na Ds nas camadas mais profundas mesmo que possa ter ocorrido o aumento nos teores de cálcio e de magnésio do solo nessas camadas, em função das doses de calcário e de gesso, possivelmente ocorreu, devido aos valores de pH destas camadas iguais ou abaixo de 5,5 [43,44]. Assim, nestas condições, é provável que o íon Al^{3+} ainda exerça influencia na agregação do solo, visto

que, nestes valores de pH o mesmo ainda se encontra presente na solução do solo e por apresentar maior valência e menor raio hidratado que os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} apresenta preferência de ligação no complexo de troca, atuando na agregação dos colóides do solo.

O aumento da Rp pela calagem e gessagem é explicado pelo incremento do teor de cálcio no subsolo, o que aumenta as forças de agregação, propiciando a formação de agregados maiores. Conforme [47] o aumento do tamanho do agregado aumenta a força necessária para penetração da raiz no solo, de modo que a Rp medida pelo penetrômetro também aumenta com a gessagem e a calagem. O mesmo resultado não foi obtido por [48] que após 30 meses da aplicação isolada e combinada de calcário e gesso agrícola não verificaram diferenças significativas na Rp nas camadas 0,0 - 0,10; 0,10 - 0,20 e 0,20 - 0,30 m de profundidade de um Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa sob sistema plantio direto.

5. CONCLUSÕES

As plantas de cobertura e doses de calcário e gesso proporcionam melhorias nos atributos macroporosidades, microporosidade, porosidade total e densidade do solo nas profundidades 0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m.

A calagem, gessagem e as das plantas de cobertura não afetam a densidade na camada 0,10- 0,20 m.

O milho em conjunto com as doses de calcário e na ausência de gesso associada as doses de calcário resultam em menores valores de resistência a penetração.

6. REFERÊNCIAS

1. Ciotta MN, Bayer C, Ernani PR, Fontoura SMV, Wobeto C, Albuquerque JA. Manejo da calagem e os componentes da acidez de latossolo bruno em plantio direto. Rev Bras Cienc do Solo. 2004;28: 317–326. doi:10.1590/S0100-06832004000200010

- 897 2. Borges WLB, De Souza IMD, De Sá ME, Alves MC. Alterações físicas em
898 Latossolos cultivados com plantas de cobertura em rotação com soja e milho.
899 Rev Bras Ciencias Agrar. 2016;11: 149–155. doi:10.5039/agraria.v11i3a5380
- 900 3. Rodrighero MB, Barth G, Caires EF. Aplicação superficial de calcário com
901 diferentes teores de magnésio e granulometrias em sistema plantio direto. Rev
902 Bras Cienc do Solo. 2015;39: 1723–1736. doi:10.1590/01000683rbcs20150036
- 903 4. Lima LB De, Petter FA, Leandro WM. Desempenho de plantas de cobertura sob
904 níveis de compactação em Latossolo Vermelho de Cerrado. Rev Bras Eng
905 Agrícola e Ambient. 2015;19: 1064–1071. doi:10.1590/1807-
906 1929/agriambi.v19n11p1064-1071
- 907 5. Pacheco LP, Pires FR, Monteiro FP, Procópio SDO, De Assis RL, Do Carmo
908 ML, et al. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura
909 da soja. Pesqui Agropecu Bras. 2008;43: 815–823. doi:10.1590/S0100-
910 204X2008000700005
- 911 6. Neto AH, Silva AG da, Teixeira IR, Pinho Costa KA de, Assis RL de. Consórcio
912 de sorgo granífero e braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem.
913 Rev Caatinga. 2014;27: 132–141. doi:10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl1p3475
- 914 7. Pires R, Assis L De, De Oliveira P, Silva P, Moraes L, Rudovalho C, et al.
915 Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto.
916 Rev Ceres. 2008;55: 94–101.
- 917 8. da Silva AG, de Moraes LE, Neto AH, Teixeira IR, Simon GA. Consórcio sorgo
918 e braquiária na entrelinha para produção de grãos, forragem e palhada na
919 entressafra. Rev Ceres. 2014;61: 697–705. doi:10.1590/0034-
920 737X201461050013
- 921 9. Luiz J, Torres R, Denner D, Costa DA, Francisco O, Araújo AS, et al. Evaluation
922 of resistance to penetration and soil density a direct seeding oxisol under twelve
923 years. 2015; 131–140.
- 924 10. Kaufman RC, Wilson JD, Bean SR, Presley DR, Blanco-Canqui H, Mikha M.
925 Effect of nitrogen fertilization and cover cropping systems on sorghum grain
926 characteristics. J Agric Food Chem. 2013;61: 5715–5719. doi:10.1021/jf401179n
- 927 11. Bettiol JVT, Pedrinho A, Merloti LF, Bossolani JW, de Sá ME. Plantas de
928 Cobertura , utilizando Urochloa ruziziensis solteira e em consórcio com
929 leguminosas e seus efeitos sobre a produtividade de sementes do feijoeiro.
930 Uniciências. 2015;19: 3–10.
- 931 12. Caires EF, Kusman MT, Barth G, Garbuio FJ, Padilha JM. Alterações químicas
932 do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. Rev Bras Cienc do
933 Solo. 2004;28: 125–136. doi:10.1590/S0100-06832004000100013
- 934 13. Blum SC, Caires EF, Alleoni LRF. Lime and phosphogypsum application and
935 sulfate retention in subtropical soils under no-till system. J Soil Sci Plant Nutr.
936 2013;13: 279–300. doi:10.4067/S0718-95162013005000024

- 937 14. Caires EF, Barth G, Garbuio FJ, Churka S. Soil acidity, liming and soybean
938 performance under no-till. *Sci Agric*. 2008;65: 532–540. doi:10.1590/S0103-
939 90162008000500013
- 940 15. Castro MA De. *Brazilian Geographical Journal: medium Atributos físico-*
941 *hídricos do solo ocupado com pastagem degradada e floresta nativa no Cerrado*
942 *Sul-Mato-.* 2012; 498–512.
- 943 16. Embrapa EBDPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio Janeiro
944 Embrapa Solos. 2013; 306. doi:ISBN 978-85-7035-198-2
- 945 17. Claessen MEC, Barreto WDO, Paula JL De, Duarte MN. *Manual de Métodos de*
946 *Análise de Solo*. Embrapa. 2009. doi:1517-2627
- 947 18. SOUSA, D. M. G. de; LOBATO E. *Cerrado: correção do solo e adubação*
948 *[Internet]. 2º ed. Planaltina, DF; 2004. Recuperado:*
949 *[https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&biblioteca=vazio&bu](https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=pc&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22LOBATO,E.(Ed.).%22)*
950 *sca=autoria:%22LOBATO, E. (Ed.).%22*
- 951 19. Raij B. van; Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani AMC. *Recomendacoes de*
952 *adubacao e calagem para o estado de Sao Paulo [Internet]. 2º ed. Campinas;*
953 *1996. Recuperado: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca>*
- 954 20. EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. Empresa Brasileira de
955 *Pesquisa Agropecuária*. 1997. doi:1517-2627
- 956 21. Ferreira DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Cienc e*
957 *Agrotecnologia*. 2011;35: 1039–1042. doi:10.1590/S1413-70542011000600001
- 958 22. Azevedo, A.C.; Dalmolin RS. *Solos e ambiente: uma introdução*. 2º ed. Santa
959 *Maria; 2006*.
- 960 23. Bonini CSB, Alves MC, Montanari R. *Recuperação da estrutura de um Latossolo*
961 *vermelho degradado utilizando lodo de esgoto*. *Rev Bras Ciências Agrárias -*
962 *Brazilian J Agric Sci*. 2015;10: 34–42. doi:10.5039/agraria.v10i1a4513
- 963 24. Vomocil J, Folker W. Effect of soil compaction on storage and movement of soil,
964 *air and water*. *Trans ASAE*. 1961;4: 242–246. Recuperado:
965 *[papers2://publication/uuid/41F205F1-B165-4455-A04D-F01234700929](https://publication/uuid/41F205F1-B165-4455-A04D-F01234700929)*
- 966 25. Müller MML, Tormena CA, Genú AM, Kramer LFM, Michalovicz L, Caires EF.
967 *Structural quality of a no-tillage red latosol 50 months after gypsum aplication*.
968 *Rev Bras Ciência do Solo*. 2012;36: 1005–1014. doi:10.1590/S0100-
969 06832012000300030
- 970 26. Andrade RS, Stone LF, Silveira PM, da Andrade RS, da Silveira PM. *Culturas de*
971 *cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto* *Cover crops and*
972 *physical quality of a Latosol under no-tillage*. *Rev Bras Eng Agric e Ambient*.
973 2009;13: 411–418. doi:10.1590/S1415-43662009000400007
- 974 27. Van Lier JQ de. *Física do solo*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de ciência do
975 *solo; 2010*.

- 976 28. Rosa Junior EJ, Martins RMG, Rosa YBCJ, Cremon C. Calcário e gesso como
977 condicionantes físico e químico de um solo de cerrado sob três sistemas de
978 manejo. *Pesqui Agropecuária Trop* (Agricultural Res Trop. 2007;36: 37–44.
979 doi:10.5216/pat.v36i1.2170
- 980 29. Pavan, MA. Bingham, FT. & Pratt P. Redistribution of exchangeable calcium,
981 magnesium, and aluminum following lime or gypsum applications to a Brazilian
982 Oxisol. *Soil Sci Soc Am J*. 1984; 760–765.
- 983 30. Costa MJ Da, Rosa Junior EJ, Rosa YBCJ, Souza LCF De, Rosa CBJ. Atributos
984 químicos e físicos de um Latossolo sendo influenciados pelo manejo do solo e
985 efeito da gessagem. *Acta Sci Agron*. 2007;29: 701–708.
986 doi:10.4025/actasciagron.v29i5.751
- 987 31. Rós AB, Filho JT, Barbosa GMDC. Propriedades físicas de solo e crescimento de
988 batata-doce em diferentes sistemas de preparo. *Rev Bras Ciência do Solo*.
989 2013;37: 242–250. doi:http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000100025
- 990 32. Moraes MT de, Debiasi H, Carlesso R, Franchini JC, Silva VR da. Critical limits
991 of soil penetration resistance in a rhodic Eutrudox. *Rev Bras Ciência do Solo*.
992 2014;38: 288–298. doi:10.1590/S0100-06832014000100029
- 993 33. Lipiec J, Hatano R. Quantification of compaction effects on soil physical
994 properties and crop growth. *Geoderma*. 2003;116: 107–136. doi:10.1016/S0016-
995 7061(03)00097-1
- 996 34. de Lima CLR, Reinert DJ, Reichert JM, Suzuki LEAS. Produtividade de culturas
997 e resistência à penetração de Argissolo Vermelho sob diferentes manejos. *Pesqui*
998 *Agropecu Bras*. 2010;45: 89–98. doi:10.1590/S0100-204X2010000100012
- 999 35. Horn R, Way T, Rostek J. Effect of repeated tractor wheeling on stress/strain
1000 properties and consequences on physical properties in structured arable soils. *Soil*
1001 *Tillage Res*. 2003;73: 101–106. doi:10.1016/S0167-1987(03)00103-X
- 1002 36. Calonego JC, Rosolem CA. Soybean root growth and yield in rotation with cover
1003 crops under chiseling and no-till. *Eur J Agron*. Elsevier B.V.; 2010;33: 242–249.
1004 doi:10.1016/j.eja.2010.06.002
- 1005 37. Da Silva, R. H; Rosolem CA. Influência da cultura anterior e da compactação do
1006 solo. *Pesqui Agropecu Bras*. 2001; 1269–1275.
- 1007 38. Taylor, H. M.; Roberson, G. M.; Parker JJ. Soil strength-root penetration
1008 relations for medium- to coarse-textured soil materials. *Soil Sci*. 1966;102: 18–
1009 22.
- 1010 39. Serafim ME, de Lima JM, Lima VMP, Zeviani WM, Pessoni PT. Alterações
1011 físico-químicas e movimentação de íons em latossolo gibbsítico sob doses de
1012 gesso. *Bragantia*. 2012;71: 75–81. doi:10.1590/S0006-87052012005000006
- 1013 40. Favaretto N, Norton LD, Joern BC, Brouder SM. Gypsum Amendment and
1014 Exchangeable Calcium and Magnesium Affecting Phosphorus and Nitrogen in

- 1015 Runoff. Soil Sci Soc Am J. 2006;70: 1788. doi:10.2136/sssaj2005.0228
- 1016 41. Tirado-Corbalá R, Slater BK, Dick WA, Bigham J, McCoy E. Hydrologic
1017 properties and leachate nutrient responses of soil columns collected from
1018 gypsum-treated fields. Soil Tillage Res. 2013;134: 232–240.
1019 doi:10.1016/j.still.2013.08.007
- 1020 42. Pessoni PT. Calagem e gessagem na produtividade da soja e do triticale. 2012;
1021 109.
- 1022 43. Oliveira JB. Pedologia Aplicada. Piracicaba; 2008.
- 1023 44. Castro Filho C. Atributos do solo avaliados pelos seus agregados. Qualidade
1024 física do solo: Métodos de estudo - sistema de preparo e manejo do solo. 2002. p.
1025 225.
- 1026 45. Celso Castro Filho (IAPAR) TJL (OSU). Liming Effects on the Stability and
1027 Erodibility of Some Brazilian Oxisols. Soil Sci Soc Am J. 1991;55: 1407–1413.
1028 doi:10.2136/sssaj1991.03615995005500050034x
- 1029 46. Souza FR, Rosa Junior EJ, Fietz CR, Bergamin AC, dos Reis Venturoso L, Rosa
1030 YBCJ. Atributos Físicos e desempenho agrônômico da cultura da soja em um
1031 latossolo vermelho distroférico submetido a dois sistemas de manejos. Cienc e
1032 Agrotecnologia. 2010;34: 1357–1364. doi:10.1590/S1413-70542010000600001
- 1033 47. Misra RK, Dexter a. R, Alston a. M. Penetration of soil aggregates of finite size.
1034 Plant Soil. 1986;94: 43–58. doi:10.1007/BF02380590
- 1035 48. Nogueira KB, Roque CG, Borges MCRZ, Troleis MJB, Barreto RF, Oliveira MP.
1036 Atributos físicos do solo e matéria orgânica sob dois manejos e efeito residual da
1037 aplicação de calcário e gesso agrícola. Rev la Fac Agron La Plata. 2016;115: 45–
1038 54.
- 1039

1040 **CAPÍTULO 2 - PLANTAS DE COBERTURA E EFEITO RESIDUAL DE**
 1041 **CALCÁRIO E GESSO NOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM**
 1042 **SUBSUPERFÍCIE**

1043 **RESUMO**

1044 O uso do calcário e gesso agrícola e diferentes plantas de cobertura podem
 1045 influenciar os atributos físicos do solo. Dessa forma, objetivou-se avaliar as alterações
 1046 dos atributos físicos do subsolo, influenciadas por diferentes plantas de cobertura
 1047 combinadas a aplicação de calcário e gesso agrícola em sistema de semeadura direta na
 1048 região de Cerrado. O experimento foi conduzido em Chapadão do Sul-MS, disposto no
 1049 delineamento de blocos casualizados em esquema de parcela subsubdividas. As parcelas
 1050 foram constituídas das plantas de cobertura (*U. ruziziensis* e Milheto) e Pousio, as
 1051 subparcelas foram compostas por doses de gesso (0; 2,3 e 4,6 Mg ha⁻¹) e as
 1052 subsubparcelas por doses de calcário (0, 2, 4 e 6 Mg ha⁻¹), com três repetições. A
 1053 microporosidade, porosidade total e resistência a penetração sofreram efeitos das
 1054 plantas de cobertura e doses de gesso. A macroporosidade e porosidade total foram
 1055 influenciadas pelas plantas de cobertura e doses de calcário. O efeito residual da
 1056 aplicação de calcário dose 2 Mg ha⁻¹ sem aplicação de gesso agrícola proporcionou
 1057 maior porosidade total na camada 0,30 - 0,40 m.

1058 **Palavras-chave:** Calagem, gessagem, subsolo

1059 **COVER PLANTS, LIME AND PLASTER DOSES AFFECT PHYSICAL**
 1060 **ATTRIBUTES OF SOLO SUBSURFACE**

1061 **ABSTRACT**

1062 The use of limestone and gypsum and different cover crops may influence the physical
 1063 attributes of the soil. The objective of this study was to evaluate the changes in the
 1064 physical attributes of the subsoil, influenced by different cover crops combined with the
 1065 application of limestone and gypsum in a no-tillage system in the Cerrado region. The
 1066 experiment was conducted in Chapadão do Sul-MS, arranged in a randomized complete
 1067 block design in a subsubdivide plot scheme. The plots were constituted of the cover
 1068 plants (*U. ruziziensis*, Pousio and Milheto), the subplots the amounts of gypsum (0, 2,3
 1069 and 4,6 Mg ha⁻¹) and the subsubparcels those of limestone (0, 2, 4 and 6 Mg ha⁻¹) with
 1070 three replicates. Microporosity, total porosity and penetration resistance were affected
 1071 by cover plants and plaster doses. Macroporosity and total porosity were influenced by
 1072 cover plants and limestone rates. The residual effect of the application of limestone 2
 1073 Mg ha⁻¹ without application of gypsum provided higher total porosity in the layer 0.30 -
 1074 0.40 m.

1075 **Key words:** Liming, plastering, subsoil.

1. INTRODUÇÃO

Para a consolidação do Sistema de Semeadura Direta (SSD), a formação de cobertura vegetal do solo antes da implantação da cultura de interesse econômico é muito importante, além de proporcionar vários benefícios ao solo, como maior eficiência do uso da água em relação ao sistema convencional (SILVA et al., 2015), sendo indispensável para a soja que é a cultura com maior área plantada no Brasil (Conab, 2017).

Entretanto, no Cerrado a manutenção do SSD é difícil por apresentar alta taxa de decomposição de resíduos vegetais (Torres et al., 2008). Diante disso, é essencial o uso de plantas de cobertura com alta produção de matéria seca e com maior longevidade para o cultivo em sucessão a soja. Assim, a utilização de gramíneas como *Urochloa ruziziensis* e o *Pennisetum glaucum* tornan-se uma alternativa, pois possuem elevada produção de biomassa seca e maior tempo de permanência sobre o solo (Veronese et al., 2012). Assim, o incremento de cobertura vegetal no solo, tem como efeito maiores índices de incorporação de carbono no sistema, o que afeta diretamente os atributos físicos do solo (VASCONCELOS et al., 2010).

De acordo com Rosa et al. 2011, apesar dos inúmeros benefícios que o SSD tem no solo, este sistema pode causar problemas de compactação em camadas subsuperficiais do solo. A compactação promove a diminuição do espaço poroso do solo e infiltração de água no solo, além de impedir o desenvolvimento radicular das culturas (BODNER et al., 2010; CHEN e WEIL, 2011; TOLON-BECERRA et al., 2011).

A decomposição dos resíduos vegetais das culturas de cobertura produz compostos orgânicos que podem aumentar o pH do solo e a disponibilidade de nutrientes, porém esse efeito é observado a curto prazo, podendo não ser detectados na

1101 diminuição da acidez do subsolo, especialmente em SSD (CAIRES et al., 2008;
1102 PAVINATO e ROSOLEM, 2008).

1103 Desse modo, a utilização de calcário e gesso agrícola é a forma mais eficiente de
1104 correção de acidez e formação de perfil do solo, pelo gesso ser um excelente carreador
1105 de elementos em profundidade Bertollo (2015). Entretanto, ainda são escassos trabalhos
1106 que mostram a interferência do calcário e gesso agrícola nos atributos físicos do solo.
1107 A grande maioria das pesquisas confere as alterações estruturais do solo a efeitos
1108 indiretos da aplicação de gesso e calcário, pois o sistema radicular das culturas consegue
1109 ter um maior desenvolvimento devido as melhores condições químicas do solo
1110 (MEDEIROS et al., 2009).

1111 Diante do exposto, objetivou-se avaliar as alterações dos atributos físicos do
1112 subsolo, influenciadas por diferentes plantas de cobertura combinadas a aplicação de
1113 calcário e gesso agrícola em sistema de semeadura direta na região de Cerrado.

1114 2. MATERIAL E MÉTODOS

1115 O experimento foi conduzido no município de Chapadão do Sul, MS (18°41'33"
1116 S, 52°40'45" W e altitude de 810 m). O clima, segundo a classificação de Köppen, é do
1117 tipo tropical úmido (Aw), com estações bem definidas, com período seco concentrado
1118 de maio a setembro (outono/inverno) e as precipitações de outubro a abril
1119 (primavera/verão). Apresenta temperatura média anual variando de 13°C a 28°C,
1120 precipitação média anual de 1.850 mm e umidade relativa média anual de 64,8%
1121 (CASTRO, 2012). Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura do ar foram
1122 registrados durante a condução do experimento (Figura 1).

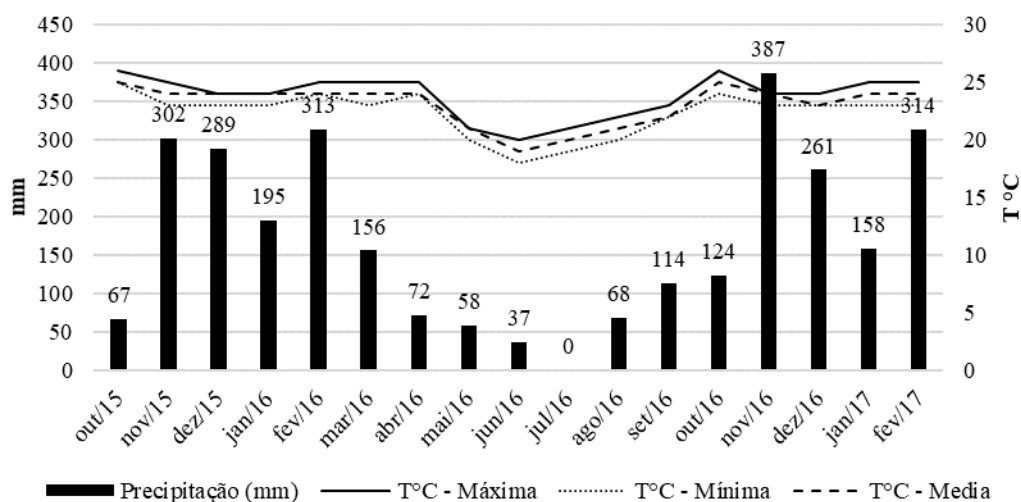


Figura 1- Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) mensal durante o período do experimento.

O solo da área do experimento foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013). A caracterização textural foi realizada pelo método do densímetro (Claessen et al., 2009), obtendo-se 46 % de argila, 51,5 % de areia e 2,5 % de silte na camada de 0,2 – 0,4 m. Na Tabela 1 consta a análise química da área experimental antes da instalação do experimento, as amostras foram retiradas na profundidade de 0,0-0,20 e 0,20-0,40 m.

Tabela 1 - Análise química do solo¹ anterior à instalação do experimento.

Prof	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	K	P(res)	S	M.O	CTC	V	m
m	CaCl ₂	-----cmol _c dm ³ -----				-----mg dm ³ ----			g dm ³	cmol _c dm ³	-----%----	
0-0,20	4,2	2,0	0,3	0,3	5,5	157	37,3	7,7	36,9	8,3	33,5	11,6
0,20-0,40	4,3	1,3	0,2	0,2	5,2	94	5,70	15,8	24,0	6,9	25,1	9,8
Prof	B		Cu			Fe			Mn			Zn
m	-----mg dm ³ -----											
0-0,20	0,14		1,30			44,0			16,4			5,2

¹Método de Rajj e Quaggio (1983).

A área do experimento estava em SSD por seis anos e recebeu aplicação de calcário para elevar a saturação de bases a 50% e gesso, na implantação do SSD segundo recomendação para a região (SOUSA e LOBATO, 2004). Esses foram incorporados com grade intermediária. Posteriormente, em 2009/2010 iniciou-se o SSD com soja na primeira safra, milho na segunda safra e as plantas de cobertura na entre-

safr. No ano agrícola 2010/2011 utilizou-se a mesma sequência de cultivos. No ano agrícola 2011/2012 foi semeado o algodoeiro e após sua colheita, realizou-se nova aplicação de calcário e gesso, sem incorporação. Enquanto em 2012/2013 foi cultivado o feijão na primeira safra e milho na segunda safra, posteriormente em outubro realizou-se nova aplicação de doses de calcário e gesso, sem incorporação. Na safra 2013/2014 foi semeado o algodoeiro, em outubro houve a semeadura das plantas de cobertura. No ano agrícola 2014/2015 ocorreu a semeadura do milho segunda safra. Em 2015/2016, o presente experimento foi instalado, com aplicação das doses de calcário e gesso em outubro de 2015, sem incorporação.

A semeadura das plantas de cobertura foi realizada em outubro de 2015, com 5 e 15 kg ha⁻¹ de sementes de *U. ruziziensis* e *P. glaucum* (cv ADR 300), respectivamente, utilizando semeadora de discos desencontrados e espaçamento de 0,17 m entre-linhas. Essas permaneceram em desenvolvimento até o dia 30 de janeiro de 2016, quando foram manejadas com auxílio de um triturador horizontal de resíduos vegetais (Triton), e no dia 17 de fevereiro de 2016 foram dessecadas com Roundup WG® (1,98 kg ha⁻¹ do i.a.) e Aurora® (20g ha⁻¹ do i.a.).

O método utilizado para o cálculo da necessidade de calagem foi o da elevação da saturação por bases Raij et al., (1996), com o objetivo de obter os valores de saturação por bases de 33,5; 56,4; 79,3 e 102,2 %, correspondendo a 0, 2, 4 e 6 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico, respectivamente, que apresentava 32% de CaO, 17% de MgO, PRNT de 95% PN de 98 %. A necessidade de gesso foi determinada através da % de argila do solo (Sousa & Lobato, 2004), sendo a dose de gesso (D.G) recomendada de 2,3 Mg ha⁻¹, utilizando-se gesso agrícola com 18% CaO e 15% de S.

O delineamento adotado foi em blocos casualizados com três repetições, em um esquema de parcelas sub-subdivididas. A parcela principal formada por duas plantas de

1164 cobertura (*U. ruziziensis* e *Pennisetum glaucum*) e Pousio; a subparcela, dose de gesso
1165 agrícola (0, 2,3 e 4,6 Mg ha⁻¹) e a sub-subparcela por diferentes doses de calcário (0, 2,
1166 4 e 6 Mg ha⁻¹).

1167 A densidade do solo (Ds) foi determinada através do método do anel
1168 volumétrico. A porosidade total (Pt), pela percentagem de saturação por água do solo, a
1169 microporosidade (Mi) e a macroporosidade do solo (Ma) foram determinadas pela mesa
1170 de tensão (EMBRAPA, 1997), foram amostradas nas profundidades de 0,20 – 0,30 m e
1171 0,30 – 0,40 m.

1172 Para a determinação da resistência à penetração do solo (Rp), utilizou-se o
1173 penetrômetro eletrônico digital (PenetroLOG) da marca Falker, os dados de Rp foram
1174 classificados (a cada 0,10 m) de 0,20 até 0,40 m de profundidade e apresentados em
1175 Megapascal (MPa). Realizou-se, aleatoriamente, quatro amostragens em cada parcela
1176 experimental. Foi mensurada a umidade do solo nas mesmas profundidades no mesmo
1177 dia do teste de resistência à penetração.

1178 Os dados foram submetidos a análise de variância, seguido da comparação das
1179 médias dos níveis de gesso e das plantas de cobertura pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), e
1180 análise de regressão polinomial para as doses de calcário, utilizando-se o software
1181 Sisvar (FERREIRA, 2011).

1182 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1183 Não foram observadas diferenças significativas para microporosidade (Mi) na
1184 camada de 0,20-0,30 m, macroporosidade (Ma) na camada 0,30-0,40 m, densidade do solo
1185 (Ds) e umidade volumétrica (Uv) nas duas camadas estudadas, em função do efeito residual
1186 de calcário e de gesso nas doses utilizadas no experimento (Tabela 2). Os dados obtidos
1187 neste trabalho corroboram aqueles observados por (Tormena et al, 1998) que não
1188 verificaram alterações nos valores de densidade do solo, macro e microporosidade nas

1189 camadas de 0,20; 0,35 e 0,60 m em função da aplicação de calcário, em Latossolo
1190 Vermelho Escuro argiloso.

1191 De acordo com Pessoni (2012), o fato dos fatores não terem apresentado
1192 diferenças entre seus níveis para o atributo Ds pode ser explicado pela reação mais lenta
1193 do calcário, que mantém o Al no complexo de troca modificando mais lentamente a
1194 estrutura do solo por ser utilizado o sistema de plantio direto, no qual o material
1195 orgânico se decompõe aos poucos e também pelo próprio tempo após a aplicação dos
1196 corretivos.

1197 Outro fator que deve ser levado em consideração é o histórico da área, o qual
1198 durante o período da avaliação dos atributos físicos encontra-se sob SSD há mais de 60
1199 meses, dessa forma, necessita de mais tempo para apresentar alterações relevantes em
1200 seus atributos físicos em subsuperfície (0,20 – 0,40 m) em função dos tratamentos ali
1201 aplicados. Conforme (OLIVEIRA e PAVAN, 1996), no SSD, o aporte de matéria
1202 orgânica ao longo do tempo, na superfície do solo reduz a variação de temperatura e
1203 umidade, o que explica a ausência de resposta da Uv, contribuindo dessa forma para o
1204 desenvolvimento da fauna encarregada pela abertura de canais pelos quais pode ocorrer
1205 a movimentação do calcário e do gesso aplicados superficialmente. Estes canais
1206 deixados pelas raízes mortas e pela fauna existente no solo além do fendilhamento
1207 natural do solo auxiliam a locomoção de partículas finas, acompanhando o fluxo
1208 descendente da água, possibilitando a movimentação do calcário e gesso em
1209 profundidade (ALLEON et al, 2005; PESSONI, 2012).

1210 A porosidade total (Pt) e resistência do solo a penetração (Rp) nas duas
1211 profundidades (0,20 – 0,30 e 0,30 – 0,40 m) e Mi na profundidade 0,30 – 0,40 m foram
1212 apresentaram interação, plantas de cobertura e aplicação de gesso agrícola (Tabela 3).

1213 Para a dose recomendada (2,3 Mg ha⁻¹) de gesso a vegetação espontânea
1214 (pousio) apresentou maiores valores de Mi assim como na dose 4,6 Mg ha⁻¹, esta última,
1215 não apresentou diferença em relação a *U. ruziziensis*; não houve diferença significativa
1216 para dose zero de gesso agrícola.

1217 **Tabela 2** – Resumo da análise de variância para Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi), Porosidade total (Pt), Densidade do solo
 1218 (Ds), Resistência a penetração (Rp) e Umidade volumétrica (Uv) em função de plantas de cobertura e condicionadores químicos nas
 1219 camadas de 0,20-0,30 e 0,30-0,40 m.

FV	GL	Ma	Mi	Pt	Ds	Rs	Uv	Ma	Mi	Pt	Ds	Rp	Uv
		----- 0,20 – 0,30 m -----						----- 0,30 – 0,40 m -----					
Bloco	2	0,0004	0,0002	0,0000	0,0575	0,0400	35,9694	0,0001	0,0055	0,0013	0,0633	0,0263	146,5067
Cobertura (C)	2	0,0001 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	0,0061*	0,0138 ^{ns}	3,8200*	29,6237 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,0080*	0,0152*	0,0168 ^{ns}	2,3016*	25,0627 ^{ns}
Gesso (G)	2	0,0002 ^{ns}	0,0046 ^{ns}	0,0013 ^{ns}	0,0138 ^{ns}	0,7820*	44,2628 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,0009 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,0031 ^{ns}	0,3845 ^{ns}	40,5356 ^{ns}
Calcário (Ca)	3	0,0021*	0,0023 ^{ns}	0,0020 ^{ns}	0,0013 ^{ns}	0,0232 ^{ns}	35,7904 ^{ns}	0,0010 ^{ns}	0,0026 ^{ns}	0,0035*	0,0007 ^{ns}	0,9296 ^{ns}	12,8828 ^{ns}
C x G	4	0,0007 ^{ns}	0,0021 ^{ns}	0,0040*	0,0081 ^{ns}	1,2386*	32,3099 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,0016*	0,0020*	0,0071 ^{ns}	1,2225*	10,7904 ^{ns}
C x Ca	6	0,0021*	0,0010 ^{ns}	0,0077*	0,0036 ^{ns}	0,3480 ^{ns}	16,1147 ^{ns}	0,0008 ^{ns}	0,0008 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	0,0023 ^{ns}	0,1468 ^{ns}	11,1355 ^{ns}
G x Ca	6	0,0005 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,0026 ^{ns}	0,0129 ^{ns}	0,2533 ^{ns}	13,5543 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	0,0017*	0,0023 ^{ns}	0,1595 ^{ns}	12,1941 ^{ns}
Erro 1	4	0,0002	0,0008	0,0005	0,0066	0,0770	11,1660	0,0002	0,0002	0,0003	0,0124	0,0993	14,3490
Erro 2	8	0,0000	0,0007	0,0008	0,0029	0,0903	10,1695	0,0003	0,0010	0,0011	0,0085	0,1187	12,6362
Erro 3	70	0,0004	0,0006	0,0015	0,0084	0,0713	12,5904	0,0003	0,0007	0,0009	0,0034	0,1028	11,18667
CV 1	-	14,52	7,08	4,56	6,11	9,65	9,33	12,53	4,14	3,65	8,77	11,71	11,25
CV 2	-	7,14	6,94	5,83	4,00	10,45	8,90	17,81	8,89	7,47	7,27	12,80	10,56
CV 3	-	21,20	6,32	8,28	6,89	9,29	9,91	16,73	7,60	6,66	4,62	11,91	9,93
Média	-	0,09	0,39	0,47	1,33	2,88	35,82	0,10	0,35	0,45	1,27	2,69	33,67

*, ns: (P≤ 0,05) e não significativo, respectivamente. CV: coeficiente de variação.

Os valores dos tratamentos sob pousio e *U. ruziziensis* semelhantes pode ser explicado pela ação do sistema radicular, que ao se decompor age na formação de bioporos, além do sistema radicular das gramíneas serem mais densos e distribuídos o que favorece a ligação entre as partículas Eltz et al., (1989); Fabian, (2009), o que justifica também o resultado encontrado para o milho, no qual obteve-se maiores valores de Mi na dose zero e 2,3 Mg ha⁻¹ de gesso. Outra possível explicação é que o uso contínuo do SSD provoca o aumento na densidade do solo e na microporosidade, além da redução na macro e porosidade total do solo (Silveira et al., 2008). Apesar dos microporos dificilmente serem influenciados pelo manejo de solo, diferente dos macroporos, provavelmente o efeito obtido neste trabalho seja resultado da organização das partículas minerais primárias do solo isoladas e com os microagregados (DA SILVA et al., 1997; LAL & SHUKLA, 2004).

Na camada 0,20 – 0,30 m a dose zero de gesso a *U. ruziziensis* apresentou maiores valores Pt, de forma similar na dose 2,3 Mg ha de gesso a *U. ruziziensis* e pousio proporcionaram maior Pt (Tabela 3). Tormena et al. (1998), observaram em sistema de plantio direto alteração na porosidade de aeração do solo, que com o decorrer do tempo, houve aumento da porosidade total, mesmo sem a mobilização do solo, fato relacionado por eles ao sistema radicular das culturas plantadas na área como adubo verde. Os resultados de Mi refletiram diretamente na Pt, que alterou de forma semelhante a Mi na profundidade de 0,30 - 0,40 m.

Na camada de 0,20 – 0,30 m quando utilizou-se *U. ruziziensis* como planta de cobertura sem adição de gesso agrícola resultou em maior Pt (Tabela 3). Este resultado pode ser explicado por que, quando há a aplicação de gesso ocorre a neutralização parcial de íons de alumínio pelo sulfato do gesso, acarretando uma diminuição na porosidade total do solo (ROSA et al., 1994). Outra possibilidade é ter acontecido a

1246 formação de minerais pela precipitação do alumínio (Al), ou ter ocorrido a
 1247 “autocalagem” que é a neutralização de íons de alumínio pela aplicação do gesso, o qual
 1248 verifica-se a troca de hidroxilas (OH^-) pelo sulfato (SO_4^{2-}) com a produção de estruturas
 1249 hidroxiladas de alumínio(REEVE et al., 1972; ADAMS et al., 1977).

1250 **Tabela 3** - Desdobramento da interação plantas de cobertura x doses de gesso agrícola
 1251 obtidos para avaliação de microporosidade (Mi), porosidade total (Pt) e resistência a
 1252 penetração (Rp) de acordo com a camada do solo.

	Doses de Gesso (Mg ha^{-1})		
	Mi ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)		
	0,30 – 0,40 m		
Cobertura	0	2,3	4,6
<i>U. ruziziensis</i>	0,35 aA	0,34 bA	0,36 aA
Pousio	0,37 aA	0,38 aA	0,37 aA
Milheto	0,36 aA	0,34 bAB	0,33 bB
	Pt ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)		
	0,20 – 0,30 m		
	Pt		
<i>U. ruziziensis</i>	0,50 aA	0,47 abB	0,47 aB
Pousio	0,46 bA	0,48 aA	0,48 aA
Milheto	0,45 bA	0,45 bA	0,48 aA
	Rp (MPa)		
	0,30 – 0,40 m		
	Rp		
<i>U. ruziziensis</i>	0,45 abA	0,44 bA	0,46 aA
Pousio	0,47 aA	0,48 aA	0,45 aA
Milheto	0,43 bA	0,42 bA	0,43 bA
	Rp (MPa)		
	0,20 – 0,30 m		
	Rp		
<i>U. ruziziensis</i>	3,36 aA	3,10 aA	3,01 bA
Pousio	2,59 bA	2,46 bA	2,51 cA
Milheto	2,76 bB	2,59 bB	3,50 aA
	Rp		
	0,30 – 0,40 m		
	Rp		
<i>U. ruziziensis</i>	2,90 aA	3,04 aA	2,44 bB
Pousio	2,41 bA	2,44 bA	2,37 bA
Milheto	2,49 abB	2,93 aAB	3,22 aA

1253 Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de
 1254 Tukey a 5%.

1256 A Rp nas duas camadas apresentou valores similares; em todas as doses de gesso
 1257 o pousio resultou em menores valores de Rp (Tabela 3). Deve-se levar em consideração
 1258 o histórico da área avaliada, podendo ter ocorrido o desenvolvimento de culturas com o
 1259 sistema radicular agressivo como o algodão, cultura antecessora a soja, resultando em

menores valores de Rp. Entretanto, é importante destacar que em todos os tratamentos e profundidades os valores encontram-se acima de 2 MPa, o que é considerado como limitante para o desenvolvimento das culturas (TAYLOR et al., 1966).

A *U. ruzizensis* na profundidade de 0,30 -0,40 m combinada a dose 4,6 Mg ha⁻¹ de gesso acarretou maior valor de Rp, esse aumento pode ser explicado pelo aumento do teor de cálcio no subsolo, proporcionando a formação de agregados maiores pelo aumento das forças de agregação, quando há agregados maiores torna-se necessário mais força para penetração da raiz no solo, de maneira que a Rp medida pelo penetrometro também aumenta com a gessagem (Miska et al., 1986). Em contrapartida para o milheto a dose 4,6 Mg ha⁻¹ nas duas profundidades resultou em menor de Rp.

A Ma e a Pt na camada 0,20 - 0,30 m foram influenciadas pela interação plantas de cobertura x doses de calcário (Tabela 4). Apenas na dose 6 Mg ha⁻¹ de calcário houve diferença significativa, no qual a *U. ruzizensis* obteve maior valor de macroporos, possivelmente este resultado esta relacionado ao sistema radicular da *U.ruzizensis* ser mais denso, fazendo com que ao se decomporem deixem uma maior quantidade de bioporos (ELTZ et al., 1989; FABIAN, 2009). (Camargo & Alleoni, 1997) relatam que a diminuição da macroporosidade prejudica o desenvolvimento radicular das plantas, uma vez que, os caminhos preferenciais para o crescimento das raízes são pelos macroporos. De acordo com (Andrade et al., 2009), em camadas mais profundas ter-se menor volume de raízes consequentemente menor aeração do solo, uma vez que o sistema radicular é responsável por aumentar a aeração e diminuir a densidade do solo.

A utilização de milheto como planta de cobertura sofreu influência das doses de calcário para o atributo Ma (Tabela 4), no qual observou-se uma regressão linear negativa, quanto maior a dose de calcário menor a Ma. Resultados que não foram encontrados por (Castro et al., 2011; Castro, 2012), indicam que o incremento de

1285 calcário resulta em melhoria no sistema poroso do solo, aumentando a
 1286 macroporosidade. A literatura preconiza como limite crítico para que não ocorra a
 1287 restrição de trocas gasosas e aeração do solo o valor de $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ de macroporos
 1288 (LIER, 2010). Dessa forma, a literatura permite inferir que o solo do presente estudo se
 1289 encontra com valores baixos de macroporos, necessitando de práticas de manejo que
 1290 visam aumentar a Ma, para melhorar a aeração do solo.

1291 **Tabela 4** - Desdobramento da interação plantas de cobertura x doses de calcário
 1292 agrícola obtidos para avaliação de macroporosidade (Ma), porosidade total (Pt) de acordo
 1293 com a camada do solo.

Doses de Calcário (Mg ha^{-1})						
Ma ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)						
Cobertura	0,20 – 0,30 m				Equação	R ²
	0	2	4	6		
<i>U. ruziziensis</i>	0,08 a	0,11 a	0,07 a	0,11 a	---	--
Pousio	0,09 a	0,09 a	0,09 a	0,09 b	---	--
Milheto	0,09 a	0,11 a	0,08 a	0,07 b	$0,103111-0,000005x$	0,62
Pt ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)						
0,20 -0,30 m						
<i>U. ruziziensis</i>	0,48 a	0,52 a	0,43 b	0,50 a	---	--
Pousio	0,45 a	0,47 b	0,49 a	0,49 a	$0,454556+0,00006x$	0,80
Milheto	0,47 a	0,45 b	0,46 ab	0,45 b	---	--

1294 Médias seguidas de letras iguais minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

1295 A utilização de 2 Mg ha^{-1} de calcário resultou em maior valor de Pt quando
 1296 empregou-se como planta de cobertura a *U. ruziziensis* (Tabela 4). Para dose de 4 Mg
 1297 ha^{-1} de calcário o pousio apresentou melhor valor de Pt, porém não diferiu do milheto,
 1298 já a adição de 6 Mg ha^{-1} de calcário obteve melhor resultado com a utilização de *U.*
 1299 *ruziziensis* e pousio. Os efeitos benéficos das culturas de cobertura, podem ser
 1300 atribuídos a alta densidade e distribuição das raízes, principalmente das gramíneas, que
 1301 pela renovação do sistema radicular, constante absorção de água e pela distribuição dos
 1302 exsudatos no solo, aumentam a atividade microbiana do solo, além da rotação de
 1303 culturas que proporciona a variação no tipo e tamanho de raízes (SILVA e
 1304 MIELNICZUK, 1997).

Para o tratamento que utilizou pousio como planta de cobertura, tem-se efeito das doses de calcário na Pt, onde a equação esta apresentada na Tabela 4, sendo que se observa que a mesma foi influenciada positivamente pelo incremento de calcário agrícola. Este resultado discorda dos verificados por (Calonego et al., 2012; Bertollo, 2015;), que relatam em camadas subsuperficiais não há interferência do manejo do solo no sistema poroso pelo processo de acomodação natural das partículas da subsuperfície, principalmente em sistema de semeadura direta.

A Pt na camada 0,30 - 0,40 m foi afetada pelas doses de calcário e gesso, sendo que o desdobramento da interação esta representada na Tabela 5. Para dose 2 Mg ha⁻¹ de calcário sem aplicação de gesso resultou em maior valor de Pt, não diferindo da dose 2,3 Mg ha⁻¹ de gesso. De acordo com (Lal e Shukla, 2004), é provável que o efeito observado do calcário seja em consequência da melhor agregação do solo proporcionada pela calagem.

Tabela 5- Desdobramento da interação doses de gesso x doses de calcário agrícola obtidos para avaliação da porosidade total (Pt) na camada de 0,30 – 0,40 m.

Gesso (Mg ha ⁻¹)	Doses de Calcário (Mg ha ⁻¹)			
	0	2	4	6
	Pt (m ³ m ⁻³)			
	0,30 – 0,40 m			
0	0,42 a	0,48 a	0,46 a	0,44 a
2,3	0,44 a	0,45 ab	0,44 a	0,45 a
4,6	0,45 a	0,45 b	0,43 a	0,44 a

Médias seguidas de letras iguais minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Vale ressaltar que faltam trabalhos que destacam o efeito das plantas de cobertura nos atributos físicos do solo, bem como, o efeito residual da calagem e gessagem na camada superficial e subsuperficial sob sistema de semeadura direta.

1. CONCLUSÕES

1325 A microporosidade na camada 0,20 – 0,30 m, porosidade total e resistência a
 1326 penetração do solo nas profundidades 0,20 – 0,30 m e 0,30 -0,40 m foram afetadas
 1327 pelas plantas de cobertura e doses de gesso.

1328 A macroposidade e porosidade total foram influenciadas pelas plantas de
 1329 cobertura e doses de calcário na profundidade de 0,20 - 0,30 m.

1330 O efeito residual da aplicação de calcário dose 2 Mg ha⁻¹ em conjunto com
 1331 ausência de gesso agrícola proporcionou maior porosidade total na camada 0,30 - 0,40
 1332 m.

1333 4. REFERÊNCIAS

1334 ADAMS, F.; RAWAYFIH, Z. Basalumite and alumite: A possible cause of sulfate
 1335 retention by acid soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 41, p. 686–692,
 1336 1977.

1337 ALLEONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A.; CAIRES, E. F. Atributos químicos de um
 1338 latossolo de cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de
 1339 calcário. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 29, n. 6, p. 923–934, 2005.

1340 ANDRADE, R. S.; STONE, L. F.; DA SILVEIRA, P. M. Culturas de cobertura e
 1341 qualidade física de um Latossolo em plantio direto Cover crops and physical quality of
 1342 a Latosol under no-tillage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,
 1343 v. 13, n. 63, p. 411–418, 2009.

1344 BERTOLLO, A. M. Propriedades Físicas De Um Latossolo Após Calagem, Gessagem
 1345 Em Manejos De Solo. 2015.

1346 BODNER, G.; SCHWEN, A.; SCHOLL, P.; KAMMERER, G.; BUCHAN, G.; KAUL,
 1347 H. P.; LOISKANDL, W. Characterization of tillage effects on soil permeability using
 1348 different measures of macroporosity derived from tension infiltrometry. v. 12, n.
 1349 September 2015, p. 1997–1998, 2010.

1350 CAIRES, E. F.; GARBUIO, F. J.; CHURKA, S.; CORRÊA, J. C. L. Effects of soil
 1351 acidity amelioration by surface liming on no-till corn, soybean, and wheat root growth
 1352 and yield. **European Journal of Agronomy**, v. 28, n. 1, p. 57–64, 2008.

1353 CALONEGO, J. C.; DOS SANTOS, C. H.; TIRITAN, C. S.; JUNIOR CUNHA, J. R.
 1354 Estoques de carbono e propriedades físicas de solos submetidos a diferentes sistemas de
 1355 manejo. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 128–135, 2012.

1356 CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento**
 1357 **das plantas**. [s.l: s.n.].

1358 CASTRO, G. S. A. Atributos do solo decorrentes dos sistemas de Produção e da
 1359 aplicação superficial de corretivos. 172 f. (Tese de Doutorado), 2012.

- 1360 CASTRO, G. S. A.; CALONEGO, J. C.; CRUSCIOL, C. A. C. Propriedades físicas do
1361 solo em sistemas de rotação de culturas conforme o uso de corretivos da acidez.
1362 **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 46, n. 12, p. 1690–1698, 2011.
- 1363 CASTRO, M. A. DE. Brazilian Geographical Journal: medium Atributos físico-
1364 hídricos do solo ocupado com pastagem degradada e floresta nativa no Cerrado Sul-
1365 Mato-. p. 498–512, 2012b.
- 1366 CHEN, G.; WEIL, R. R. Root growth and yield of maize as affected by soil compaction
1367 and cover crops. **Soil and Tillage Research**, v. 117, p. 17–27, 2011.
- 1368 CLAESSEN, M. E. C. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2 ed. 1997. 212 p.
- 1369 DA SILVA, A. P.; KAY, B. D. Estimating the Least Limiting Water Range of Soils
1370 from Properties and Management. **Soil Science Society of America Journal**, v. 61, n.
1371 3, p. 877–883, 1997.
- 1372 ELTZ, F. L. F.; PEIXOTO, R. T. G.; JASTER, F. Efeitos de sistemas de preparo do
1373 solo nas propriedades químicas e físicas de um latossolo bruno álico. **Revista**
1374 **Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 13, n. 2, p. 259–267, 1989.
- 1375 EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. [s.l: s.n.].
- 1376 EMBRAPA, E. B. D. P. A. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Rio de Janeiro:**
1377 **Embrapa Solos**, p. 306, 2013.
- 1378 FABIAN, A. J. (TESE). Plantas de cobertura: efeito nos atributos do solo e na
1379 produtividade de milho e soja em rotação. 2009.
- 1380 FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciencia e**
1381 **Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.
- 1382 JONG VAN LIER, Q. **Física do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de ciência do
1383 solo, 2010.
- 1384 LAL, R.; SHUKLA, M. K. **Principles of soil physics**. New York: Marcel Dekker:
1385 [s.n.].
- 1386 MEDEIROS, J. C. et al. Calagem superficial com resíduo alcalino da indústria de papel
1387 e celulose em um solo altamente tamponado. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v.
1388 33, n. 6, p. 1657–1665, 2009.
- 1389 MISKA, R. K.; DEXTER, A. R.; ALSTON, A. M. Penetration of soil aggregates of
1390 finite size. **Plant and Soil**, v. 94, n. 1, p. 43–58, 1986.
- 1391 OLIVEIRA, E. L.; PAVAN, M. A. Control of soil acidity in no-tillage system for
1392 soybean production. **Soil and Tillage Research**, v. 38, n. 1–2, p. 47–57, 1996.
- 1393 PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo -
1394 Decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista**
1395 **Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 32, n. 3, p. 911–920, 2008.
- 1396 PESSONI, P. T. Calagem e gessagem na produtividade da soja e do triticale. p. 109,
1397 2012.

- 1398 RAIJ B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C.
1399 **Recomendacoes de adubacao e calagem para o estado de Sao Paulo**. 2. ed.
1400 Campinas: [s.n.].
- 1401 REEVE, N. G.; SUMNER, M. E. Amelioration of subsoil acidity in Natal Oxisols by
1402 leaching of surface-applied amendments. **Agrochemophysica**, v. 4, p. 1–6, 1972.
- 1403 ROSA JUNIOR, E. J.; VITORINO, A. C. T.; VITORINO, P. F. P. G. Efeito da
1404 calagem, gessagem e adubação fosfatada sobre algumas características físicas de um
1405 Latossolo Roxo distrófico de Dourados-MS. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 1, p. 5–
1406 12, 1994.
- 1407 SILVA, F. A. DE FREITAS, F. C. L.; ROCHA, P. R. R.; CUNHA, J. L. X. L.;
1408 DOMBROSKI, J. L. D.; COELHO, M. E. H.; DE LIMA, M. F. P. Milho para ensilagem
1409 cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional sob efeito de veranico.
1410 **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 327–340, 2015.
- 1411 SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e
1412 estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p.
1413 113–117, 1997.
- 1414 SILVEIRA, P. M. DA.; STONE, L. F.; ALVES JÚNIOR, J.; DA SILVA, J. G. Efeitos
1415 Do Manejo Do Solo Sob Plantio Direto E De Culturas Na Densidade E Porosidade De
1416 Um Latossolo. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 3, p. 53–59, 2008.
- 1417 SOUSA, D. M. G. DE; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed.
1418 Planaltina, DF, 2004. 416 p.
- 1419 TAYLOR, H. M.; ROBERSON, G. M.; PARKER, J. J. Soil strength-root penetration
1420 relations for medium- to coarse-textured soil materials. **Soil Science**, v. 102, n. 1, p. 18–
1421 22, 1966.
- 1422 TOLON-BECERRA, A. TOURN, M.; BOTTA, G. F.; LASTRA-BRAVO, X. Effects of
1423 different tillage regimes on soil compaction, maize (*Zea mays* L.) seedling emergence
1424 and yields in the eastern Argentinean Pampas region. **Soil and Tillage Research**, v.
1425 117, p. 184–190, 2011.
- 1426 TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, J. C. M. Propriedades físicas do solo sob plantio
1427 direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de**
1428 **Ciência do Solo**, v. 22, p. 301–309, 1998.
- 1429 TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas
1430 de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa**
1431 **Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 421–428, 2008.
- 1432 VASCONCELOS, B. D.; CANTALICE, J. R. B.; DE OLIVEIRA, V. S.; DA COSTA,
1433 Y. D. J.; CAVALCANTE, D. M. Estabilidade De Agregados De Um Latossolo Sob
1434 Diferentes Aportes De Resíduos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 5, p.
1435 309–316, 2010.
- 1436 VERONESE, M.; FRANCISCO, E. A. B.; ZANCANARO, L.; ROSOLEM, C. A.
1437 Plantas de cobertura e calagem na implantação do sistema plantio direto. **Pesquisa**
1438 **Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1158–1165, 2012.
- 1439

1440 **CAPÍTULO 3 - DOSES DE CALCÁRIO E GESSO E DIFERENTES PLANTAS**
 1441 **DE COBERTURA AFETAM COMPONENTES DE PRODUÇÃO DA SOJA**
 1442 **RESUMO**

1443 A soja é uma das principais culturas cultivadas no mundo, dessa forma um estudo mais
 1444 aprofundado sobre fertilidade é importante. Esse trabalho tem por objetivo avaliar as
 1445 alterações dos componentes de produção da cultura da soja, influenciadas por diferentes
 1446 doses de calcário e gesso e culturas de cobertura no SSD na região de Cerrado. O
 1447 experimento foi conduzido em Chapadão do Sul-MS, disposto no delineamento de
 1448 blocos casualizados em esquema de parcela subsubdividas. As parcelas foram
 1449 constituídas por plantas de cobertura (*U.ruziziensis* e Milheto) e pousio, as subparcelas
 1450 pelas doses de gesso (0; 2,3 e 4,6 Mg ha⁻¹) e as subsubparcelas pelas doses de calcário
 1451 (0, 2, 4 e 6 Mg ha⁻¹), com três repetições. A inserção de primeira vagem, número de
 1452 grãos por vagem e população de plantas não sofreram influência das doses de calcário e
 1453 gesso e plantas de cobertura. O número de vagens por planta aumentou com o uso das
 1454 plantas de cobertura e doses de calcário e gesso. O pousio e a dose 4,6 de gesso agrícola
 1455 aumentam o NGP. A aplicação em superfície de calcário na cultura da soja incrementou
 1456 linearmente a massa de cem grãos e produtividade de grãos.

1457 **Palavras-chave:** Calagem, gessagem, soja, componentes de rendimento

1458 **CHAPTER 3 - LIMING AND PLASTER DOSES AND DIFFERENT COVER**
 1459 **CROP AFFECT COMPONENTS OF SOYBEAN PRODUCTION**

1460 **ABSTRACT**

1461 Soy is one of the world's top cultivated crops, so further study of fertility is important.
 1462 This study aims to evaluate the changes in soybean production components, influenced
 1463 by different doses of limestone and gypsum and cover crops in the SSD in the Cerrado
 1464 region. The experiment was conducted in Chapadão do Sul-MS, arranged in a
 1465 randomized complete block design in a subsubdivide plot scheme. The plots were
 1466 constituted of the cover plants (*U.ruziziensis*, Pousio and Milheto), the subplots the
 1467 amounts of gypsum (0, 2,3 and 4,6 Mg ha⁻¹) and the subsubparcels those of limestone
 1468 (0, 2, 4 and 6 Mg ha⁻¹) with three replicates. The first pod insertion, number of grains
 1469 per pod and population of plants were not influenced by limestone and gypsum doses
 1470 and cover plants. The number of pods per plant increased with the use of cover plants
 1471 and doses of limestone and gypsum. The fallow and dose 4.6 of agricultural gypsum
 1472 increase the NGP. The application on limestone surface in the soybean crop linearly
 1473 increases the mass of one hundred grains and grain yield.

1474 **Key words:** Liming, gypsum, soybean, yield componentes

1. INTRODUÇÃO

A principal cultura cultivada no Brasil é a soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Segundo dados da (CONAB, 2017), o país teve uma safra em dezembro de 2016 de 100 milhões de toneladas, além de ser o segundo produtor mundial de soja, com média de 3,5 t ha⁻¹. Nos últimos 30 anos a cultura foi a que mais cresceu no Brasil, correspondendo a mais de 50% da área plantada. Atualmente 33,17 milhões de hectares são cultivados com soja, sendo que 32 milhões de hectares é em sistema de semeadura direta (SSD).

Para a agricultura moderna é essencial a busca por um sistema de cultivo que melhore a estrutura do solo, causando menor impacto ambiental ao longo do tempo (VILLA et al., 2017). Desta forma, deve-se adotar um sistema de cultivo que contribua para melhoria da qualidade física e química do solo, aumentando a produtividade das culturas e reduzindo o custo de produção (MELO et al., 2007).

A calagem sem incorporação no SSD torna-se outra opção para aumentar a disponibilidade de nutrientes, entretanto, essa condição dificulta a correção do solo nas camadas mais profundas (FAGERIA e BALIGAR, 2008; LEAL et al., 2008). Em contrapartida o gesso agrícola (CaSO₄ H₂O) atua como condicionador do solo por possuir alta mobilidade no perfil, disponibilizando cálcio (Ca⁺²) e enxofre (SO₄⁻²) em solução, reduzindo em profundidade a saturação por alumínio (Al⁺³) e melhorar a disponibilidade de nutrientes em camadas subsuperficiais (CAIRES et al., 2008).

Contudo, apesar do grande potencial de uso do gesso agrícola, ainda existem dúvidas em relação ao método de recomendação e em que condições são esperadas respostas das culturas à adição de gesso associada com o calcário no SSD. Em diversos trabalhos realizados nota-se apenas o efeito da aplicação de gesso e calcário na nutrição

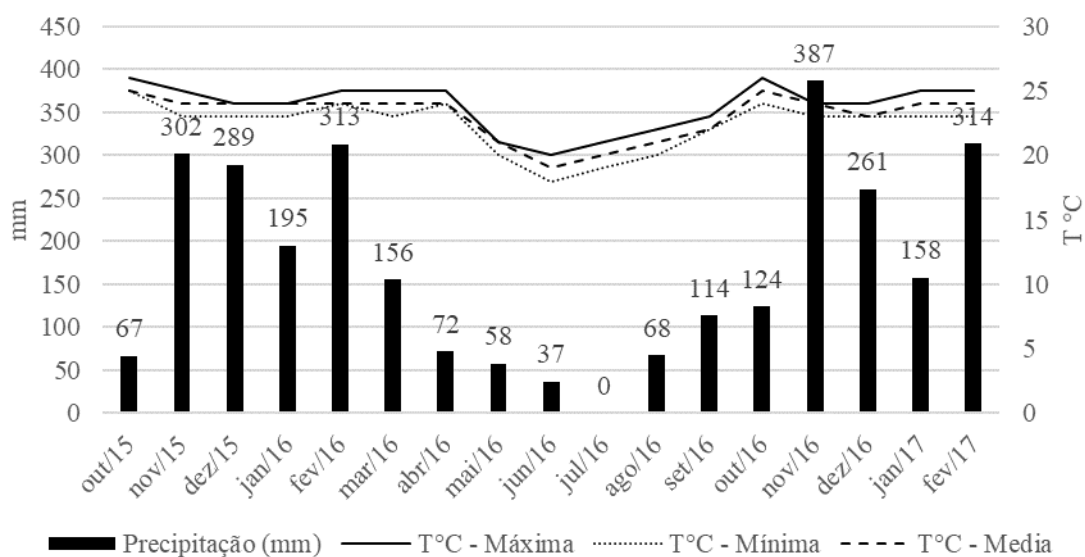
e produtividade das culturas, sem aferir quais componentes da produção foram afetados (SORATTO et al., 2010).

Conforme Moraes et al. (2004) as características agronômicas em cultivares de soja baseiam-se na análise de características morfológicas das culturas, como massa de 100 grãos, número total de vagens e grãos. Além das características morfológicas as características quantitativas, como os componentes de produção da cultura, que afetam a produtividade são diretamente influenciadas pelo manejo da área (GARCIA, 1992).

Diante do exposto, faltam pesquisas que mostram a interferência do calcário e gesso nos componentes de produção da soja. Assim, objetivou-se avaliar as alterações dos componentes de produção da cultura da soja, influenciadas por diferentes doses de calcário e gesso e culturas de cobertura no SSD na região de Cerrado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Chapadão do Sul, MS (18°41'33" S, 52°40'45" W e altitude de 810 m). O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical úmido (Aw), com estações bem definidas, com período seco concentrado de maio a setembro (outono/inverno) e as precipitações de outubro a abril (primavera/verão). Apresenta temperatura média anual variando de 13°C a 28°C, precipitação média anual de 1.850 mm e umidade relativa média anual de 64,8% (CASTRO, 2012). Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura do ar foram registrados durante a condução do experimento (Figura 1).



1520

1521 **Figura 1-** Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) mensal durante o
 1522 período do experimento.

1523 O solo da área do experimento foi classificado como Latossolo Vermelho
 1524 distrófico (EMBRAPA, 2013). A caracterização textural foi realizada pelo método do
 1525 densímetro (CLAESSEN et al., 2009), obtendo-se 46 % de argila, 51,5 % de areia e 2,5
 1526 % de silte na camada de 0,2 – 0,4 m. área constam adubações com fosfato natural
 1527 reativo. Na Tabela 1 consta a análise química da área experimental antes da instalação
 1528 do experimento, as amostras foram retiradas na profundidade de 0,0-0,20 e 0,20-0,40 m.

1529 **Tabela 1** - Análise química do solo¹ anterior à instalação do experimento.

Prof	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	K	P(res)	S	M.O	CTC	V	m
(m)	CaCl ₂	-----cmol _c dm ³ -----				-----mg dm ³ -----			g dm ³	cmol _c dm ³	-----%----	
0-0,20	4,2	2,0	0,3	0,3	5,5	157	37,3	7,7	36,9	8,3	33,5	11,6
0,20-0,40	4,3	1,3	0,2	0,2	5,2	94	5,70	15,8	24,0	6,9	25,1	9,8
Prof	B				Cu		Fe		Mn			Zn
(m)	-----mg dm ³ -----											
0-0,20	0,14				1,30		44,0		16,4			5,2

1530 ¹Método de Raij e Quaggio (1983).

1531 A área do experimento estava em SSD por seis anos e recebeu aplicação de
 1532 calcário para elevar a saturação de bases a 50% e gesso, na implantação do SSD
 1533 segundo recomendação para a região (SOUSA e LOBATO, 2004). Esses foram
 1534 incorporados com grade intermediária. Posteriormente, em 2009/2010 iniciou-se o SSD

com soja na primeira safra, milho na segunda safra e as plantas de cobertura na entre-safra. No ano agrícola 2010/2011 utilizou-se a mesma sequência de cultivos. No ano agrícola 2011/2012 foi semeado o algodoeiro e após sua colheita, realizou-se nova aplicação de calcário e gesso, sem incorporação. Enquanto em 2012/2013 foi cultivado o feijão na primeira safra e milho na segunda safra, posteriormente em outubro realizou-se nova aplicação de doses de calcário e gesso, sem incorporação. Na safra 2013/2014 foi semeado o algodão, em outubro houve a semeadura das plantas de cobertura e no ano agrícola 2014/2015 ocorreu a semeadura do milho segunda safra.

Em 2015/2016, o presente experimento foi instalado, com aplicação das doses de calcário e gesso em outubro de 2015, sem incorporação. A semeadura das plantas de cobertura foi realizada em outubro de 2015, com 5 e 15 kg ha⁻¹ de sementes de *U. ruziziensis* e *P. glaucum* (cv ADR 300), respectivamente, utilizando semeadora de discos desencontrados e espaçamento de 0,17 m entre-linhas. Essas permaneceram em desenvolvimento até o dia 30 de janeiro de 2016, quando foram manejadas com auxílio de um triturador horizontal de resíduos vegetais (Triton), e no dia 17 de fevereiro de 2016 foram dessecadas com Roundup WG® (1,98 kg ha⁻¹ do i.a.) e Aurora® (20g ha⁻¹ do i.a.).

Após a dessecação das plantas de cobertura, em fevereiro de 2016 foi semeado o algodão safrinha, este ficando no campo até agosto. Após foi realizado a semeadura da cultura da soja no dia 18 de outubro de 2016, utilizando-se a cultivar ND5909 com espaçamento de 0,45 m entre linhas e 22 sementes por metro.

O método utilizado para o cálculo da necessidade de calagem foi o da elevação da saturação por bases (Raij et al., 1996), com o objetivo de obter os valores de saturação por bases de 33,5; 56,4; 79,3 e 102,2 %, correspondendo a 0, 2, 4 e 6 Mg ha⁻¹

de calcário dolomítico, respectivamente, que apresentava 32% de CaO, 17% de MgO, PRNT de 95% PN de 98 %. A necessidade de gesso foi determinada através da % de argila do solo (SOUSA e LOBATO, 2004), sendo a dose de gesso (D.G) recomendada de 2,3 Mg ha⁻¹, utilizando-se gesso agrícola com 18% CaO e 15% de S.

O delineamento adotado foi em blocos casualizados com três repetições, em um esquema de parcelas sub-subdivididas. A parcela principal formada por duas plantas de cobertura (*U. ruziziensis* e *Pennisetum glaucum*) e pousio; as subparcelas compostas pelas doses de gesso agrícola (0, 2,3 e 4,6 Mg ha⁻¹) e a sub-subparcela por diferentes doses de calcário (0, 2, 4 e 6 Mg ha⁻¹). As parcelas apresentavam 3,15 m de largura por 66 m de comprimento, as subparcelas 3,15 m de largura por 22 m de comprimento e as sub-subparcelas 3,15 m de largura por 5,5 m de comprimento

A colheita da soja foi realizada no dia 20 de janeiro de 2017, no qual realizou-se as avaliações em três plantas por sub-subparcela: altura de inserção da primeira vagem (medindo-se a altura entre o nível do solo até a base da inserção da primeira vagem), população inicial e população final de plantas (realizada 15 dias após emergência da cultura e após as plantas atingirem o estágio de maturação fisiológica), massa de cem grãos (com auxílio de uma balança digital de precisão) e produtividade de grãos. A produtividade de grãos foi obtida a partir da debulha e pesagem dos grãos oriundos de todas as vagens colhidas na área útil das sub-subparcelas, o qual foi convertido para kg ha⁻¹. O teor de água dos grãos foi obtido pelo método elétrico não destrutivo indireto, mediante o uso do aparelho portátil Multi-grain (Dickey-John®), o qual propicia leitura direta.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os valores de quadrado médio dos componentes de produção da soja. Não houve efeito residual de calcário e gesso e nem das plantas de cobertura para inserção de primeira vagem (IPV), número de grãos por vagem (NGV) e população de plantas (POP). Moraes et al. (1998), trabalhando com feijão Carioca com incorporação dos corretivos, também não verificaram efeito da calagem e da gessagem nessas características. Verificou-se interações significativa emte cobertura x gesso e gesso x calcário para o número de vagens por planta (NVP), esta última também sofreu interferência da interação cobertura x calcário. O número de grãos por planta (NGP) foi influenciado pelas plantas de cobertura e doses de gesso, em contrapartida o peso de cem grãos (PCG) e a produtividade (PROD) sofreram efeito das doses de calcário.

1592

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para Inserção de primeira vagem (IPV), Número de vagem por planta (NVP), Número de grãos por vagem (NGV), Número de grãos por planta (NGP), População de plantas (POP), Peso de Cem grãos (PCG) e Produtividade de grãos (PROD) em função de plantas de cobertura e doses de calcário e gesso.

FV	GL	IPV	NVP	NGV	NGP	POP	PCG	PROD
Bloco	2	212,79	54,18	0,84	293,93	11,68	1,83	263973,69
Cobertura (C)	2	7,01 ^{ns}	376,56*	0,04 ^{ns}	1966,04*	8,23 ^{ns}	0,10 ^{ns}	678185,25 ^{ns}
Gesso (G)	2	20,34 ^{ns}	521,45*	0,12 ^{ns}	3113,51*	3,37 ^{ns}	0,16 ^{ns}	176645,02 ^{ns}
Calcário (Ca)	3	6,74 ^{ns}	70,53*	0,11 ^{ns}	218,72 ^{ns}	7,22 ^{ns}	4,87*	1173481,78*
C x G	4	0,88 ^{ns}	218,54*	0,04 ^{ns}	624,47 ^{ns}	22,09 ^{ns}	0,08 ^{ns}	70436,20 ^{ns}
C x Ca	6	8,86 ^{ns}	102,58*	0,07 ^{ns}	775,49 ^{ns}	9,15 ^{ns}	0,32 ^{ns}	186651,10 ^{ns}
G x Ca	6	0,64 ^{ns}	169,73*	0,08 ^{ns}	890,23 ^{ns}	8,47 ^{ns}	0,24 ^{ns}	159112,98 ^{ns}
Erro 1	4	4,12	8,84	0,26	208,84	6,90	0,19	105726,64
Erro 2	8	3,83	34,44	0,24	855,15	11,09	0,04	31746,07
Erro 3	70	5,50	68,53	0,19	744,56	10,22	0,26	71953,14
CV 1 (%)	-	12,75	5,70	17,08	9,12	4,21	2,36	6,34
CV 2 (%)	-	12,29	11,26	16,38	18,45	5,34	1,13	3,47
CV 3 (%)	-	14,73	15,88	14,78	17,22	5,13	2,78	5,23
Média	-	15,93	52,13	2,98	158,48	62,34	18,30	5129,10

*, ns: ($P \leq 0,05$) e não significativo, respectivamente. CV: coeficiente de variação

Mediante o desdobramento da interação plantas de cobertura x gesso (Tabela 3), o NVP na dose zero de gesso foi melhor em pousio e com milheto. O NVP foi maior quando cultivado sob *U. ruziziensis* e pousio associado a 4,6 Mg ha⁻¹(Tabela 3). Este

resultado proporcionado pela aplicação de gesso, provavelmente, está associado ao maior crescimento radicular decorrente do aumento da disponibilidade de Ca e S e redução do teor de Al tóxico no solo (SORATTO e CRUSCIOL, 2008a, 2008b)

Tabela 3 – Desdobramento Cobertura e doses de gesso, referente ao número de vagens por planta (NVP), em Latossolo Vermelho distrófico, em SSD.

Cobertura	Doses de Gesso (Mg ha ⁻¹)		
	0	2,3	4,6
NVP			
<i>U. ruziziensis</i>	39,50 bC	49,83 aB	55,92 aA
Pousio	53,75 aB	51,58 aB	57,67 aA
Milheto	52,33 aA	53,83 aA	54,75 aA

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Em relação ao NVP para a dose zero de calcário não houve diferença estatística, porém, nas doses de 2, 4 e 6 Mg ha⁻¹ combinadas a dose 4,6 Mg ha⁻¹ de gesso propiciou maior número de vagens na planta, entretanto, na dose 4 Mg ha⁻¹ de calcário não diferiu da associação com 2,3 Mg ha⁻¹ de gesso. Esta variável está diretamente relacionada ao incremento no rendimento de grãos da cultura; o aumento dos caracteres da planta pode estar relacionado à melhora no conteúdo de Ca trocável, CTCe e saturação por bases, que promove a melhoria na disponibilidade de nutrientes. (FAGERIA, 2001; FAGERIA et al., 2013) relatam que o aumento no rendimento de grãos em função da aplicação de calcário e gesso esta associado a melhora das propriedades químicas do solo, mesmo não sendo observado aumento de pH e redução do H+Al.

Tabela 4 – Desdobramento da interação calcário x gesso, referente ao número de vagens por planta (NVP), em Latossolo Vermelho distrófico, em SSD.

Gesso (Mg ha ⁻¹)	Doses de Calcário (Mg ha ⁻¹)			
	0	2	4	6
NVP				
0	52,11 a	46,56 c	47,44 b	48,00 b
2,3	52,33 a	53,56 b	50,78 ab	50,33 b
4,6	48,56 a	63,22 a	54,89 a	57,78 a

Médias seguidas de letras iguais minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Ocorreu interação significativa entre coberturas e doses de calcário (Tabela 5), no qual observa-se que sem a aplicação de calcário o pousio proporcionou maior número de vagens não diferindo do milheto. Na dose de 2,0 Mg ha de calcário o pousio também obteve melhores resultados diferindo das demais coberturas, já a dose de 4,0 Mg ha o milheto propiciou melhor resultado, na dose 6,0 Mg ha⁻¹ não houve diferença estatística. Em estudo realizado por (CORDEIRO e SOUZA, 1999) foi constatado que o milheto além de produzir muita matéria seca, influencia positivamente os componentes de produção da cultura da soja, enquanto que o tratamento com vegetação espontânea não foi eficiente na melhoria de nenhuma variável.

O resultado deste trabalho foi diferente do encontrado por Barizon e Fernandes, (2000) que não observou efeito para doses de calcário superficial e nem para os tratamentos com e sem “palhada”. De acordo com Verneti, (1983), a principal variável que controla a produção da cultura da soja é o número de vagens por planta que quanto mais tarde é a semeadura, menor é o número de vagens formado na planta.

Tabela 5 – Desdobramento da interação calcário x cobertura, referente à número de vagens por planta (NVP) e comparação das médias de número de grãos por planta (NGP) em função das plantas de cobertura em Latossolo Vermelho distrófico, em SSD.

Cobertura	Doses de Calcário (Mg ha ⁻¹)			
	0	2	4	6
NVP				
Brachiaria	47,89 b	48,78 c	47,89 b	49,11 a
Pousio	54,44 a	60,56 a	48,56 b	53,78 a
Milheto	50,67 ab	54,00 b	56,67 a	53,22 a
NGP				
Brachiaria	151,17 b			
Pousio	165,94 a			
Milheto	158,33 ab			

Médias seguidas de letras iguais minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%:

O NGP foi influenciado pelas plantas de cobertura (Tabela 5), no qual o pousio favoreceu o maior número de grãos por planta. Em contrapartida, Barizon e Fernandes

(2000) não constatarem diferença no efeito isolado de calcário e as coberturas para número de sementes por planta.

As doses de gesso influenciaram de forma isolada o NGP como pode-se observar na Tabela 6. A dose de 4,6 Mg ha⁻¹ obteve maior número de grãos por planta, diferindo das demais doses. Possivelmente este resultado está relacionado ao maior desenvolvimento radicular, uma vez que o gesso agrícola promove lixiviação do sulfato e dos seus cátions (Ca, Mg, K), diminuindo a toxidez de Al em profundidade e favorecendo a maior absorção de água e nutrientes (TANAKA e MASCARENHAS, 2002; CASTRO et al., 2011).

Tabela 6 – Comparação das médias de número de grãos por planta (NGP) em função das doses de gesso em Latossolo Vermelho distrófico, em SSD.

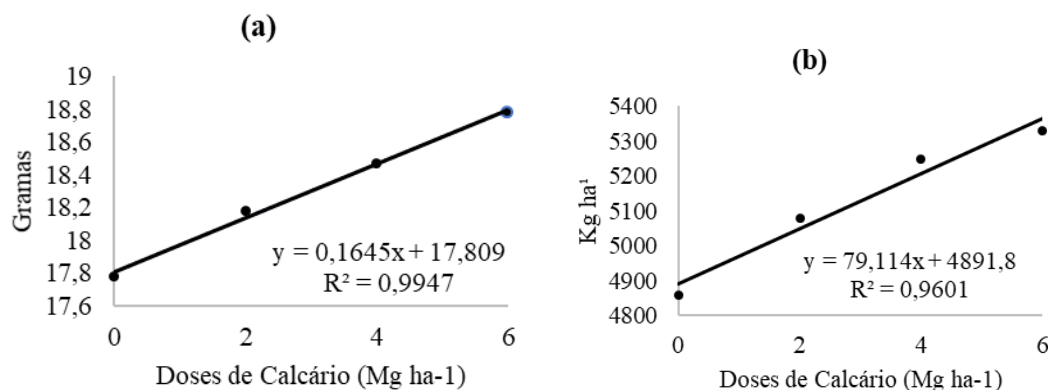
Doses Gesso (Mg ha ⁻¹)	NGP
0	151,25 b
2,3	155,22 b
4,6	169,97 a

Médias seguidas de letras iguais minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%:

O aumento das doses de calcário promoveu incremento linear na produtividade de grãos da soja e com a aplicação da maior dose (6 Mg ha⁻¹) observou-se produtividade de 5.300 kg ha⁻¹ (Figura 2). Resultado explicado devido ao calcário corrigir a acidez do solo, melhorar a absorção de N, Ca e Mg (SANTOS et al., 2010; SÁVIO et al., 2011). Conforme Barizon, (2001) a aplicação de maiores quantidades de calcário aumenta os valores de massa de 100 grãos. De Miranda et al., (2005) obteve resultados semelhantes, onde o incremento da dose de calcário promove aumento significativo da produtividade da soja cultivada em sistema de plantio direto.

De acordo com Nascente e Carvalho (2013) a ausência de resposta da cultura à aplicação de gesso pode estar associada ao fato que esse condicionador do solo não corrige a acidez nas camadas mais superficiais, e também pelo fato do crescimento

1666 radicular da soja, na ausência de déficit hídrico, não ser influenciado pela redução da
 1667 saturação por Al no subsolo.



1668
 1669 **Figura 2** – Peso de cem grãos (a) e Produtividade (b) da cultura da soja em função das
 1670 doses de calcário, em SSD.

1671 A elevada produtividade da soja obtida nesse trabalho, pode estar relacionada à
 1672 adequada distribuição de água (Figura 1) e nutrientes pela cultura, uma vez que, o
 1673 sistema de plantio direto apresenta como vantagem maior umidade nas camadas
 1674 superficiais, em consequência da cobertura do solo que reduz as perdas por evaporação
 1675 (SALTON; MIELNICZUK, 1995). Vários trabalhos têm destacado a maior retenção de
 1676 água no sistema de plantio direto (CENTURION e DEMATTÊ, 1985; SALTON e
 1677 MIELNICZUK, 1995; DE MARIA et al, 1999; CAIRES et al., 2000).

1678

1679 4. CONCLUSÕES

1680 A calagem, gessagem e culturas de cobertura não afetam os componentes
 1681 inserção de primeira vagem, número de grãos por vagem e população de plantas.

1682 As plantas de cobertura e doses de calcário e gesso proporcionam aumento no
 1683 número de vagens por planta. O pousio e a dose 4,6 de gesso agrícola aumentam o
 1684 número de grãos por planta.

1685 A aplicação de calcário na cultura da soja incrementa linearmente o peso de cem
1686 grãos e produtividade de grãos.

1687 5. REFERÊNCIAS

- 1688
1689 BARIZON, R. R. M.; FERNANDES, D. M. Nutrição e produção da soja, em sistema de
1690 plantio direto, em função de calagem superficial e palhada de brizantão (*Brachiaria*
1691 *brizantha*). In: FERTBIO, 2000, Santa Maria, CD-ROM, Anais. 2000.
- 1692 BARIZON, R. R. M. Calagem na superfície para a cultura da soja, em semeadura direta
1693 sobre *Brachiaria brizantha*. p. 88, 2001.
- 1694 CAIRES, E. F.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J. CHURKA, S. Soil acidity, liming and
1695 soybean performance under no-till. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 5, p. 532–540, 2008.
- 1696 CAIRES, E. F.; BANZATTO, D. A; FONSECA, A F. Calagem na superfície em
1697 sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 161–169,
1698 2000.
- 1699 CASTRO, G. S. A.; CALONEGO, J. C.; CRUSCIOL, C. A. C. Propriedades físicas do
1700 solo em sistemas de rotação de culturas conforme o uso de corretivos da acidez.
1701 **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 46, n. 12, p. 1690–1698, 2011.
- 1702 CASTRO, M. A. DE. Atributos físico-hídricos do solo ocupado com pastagem
1703 degradada e floresta nativa no Cerrado Sul-Mato-. **Brazilian Geographical Journal**, p.
1704 498–512, 2012.
- 1705 CENTURION, J. .; DEMATTÊ, J. L. . Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades
1706 físicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciencia do**
1707 **Solo**, v. 9, n. 263–266, 1985.
- 1708 CLAESSEN, M. E. C. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2 ed, 1997. 212 p.
- 1709 CONAB: COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. observatório Agrícola
1710 - acompanhamento da safra Brasileira - grãos. **Conab - Monitoramento agrícola-**
1711 **Safra 2017**, v. 4, n. 1, p. 1–98, 2017.
- 1712 CORDEIRO, L.A.M.; SOUZA, C. . Características agronômicas da cultura da soja (cv.
1713 “CAC-1”) semeada sobre palhada de diferentes espécies de cobertura morta em sistema
1714 plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, 1999,
1715 Brasília. Anais... Brasília, DF: EMBRAPA- CentroCD-ROM, , 1999.
- 1716 DE MARIA, I.C., CASTRO, O.M., DIAS, H. S. Atributos físicos do solo e crescimento
1717 radicular de soja em latossolo roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista**
1718 **Brasileira de Ciência do Solo**, n. 1, p. 703–709, 1999.
- 1719 DE MIRANDA, L. N.; DE MIRANDA, J. C. C.; REIN, T. A.; GOMES, A. C.
1720 Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo
1721 Vermelho. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 40, n. 6, p. 563–572, 2005.

- 1722 EMBRAPA, E. B. D. P. A. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Rio de Janeiro:**
1723 **Embrapa Solos**, p. 306, 2013.
- 1724 FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. Aplicação de cobre em arroz irrigado em solo de
1725 várzea. **VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado**, p. 1–3, 2013.
- 1726 FAGERIA, N. K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo
1727 de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1419–1424, 2001.
- 1728 FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Chapter 7 Ameliorating Soil Acidity of Tropical
1729 Oxisols by Liming For Sustainable Crop Production. **Advances in Agronomy**, v. 99, n.
1730 8, p. 345–399, 2008.
- 1731 GARCIA, A. **Manejo da cultura da soja para alta produtividade**. Piracicaba, 1992.
- 1732 LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; MURAISHI, C. T.; BUZETTI,
1733 S.; MASCARENHAS, H. A. A. Aplicação de calcário e culturas de cobertura na
1734 implantação do sistema plantio direto em cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do**
1735 **Solo**, v. 32, n. spe, p. 2771–2777, 2008.
- 1736 MELO, D. DE; PEREIRA, J. O.; NÓBREGA, L. H. P.; OLIVEIRA, M. C. DE;
1737 MARCHETTI, I.; KEMPSKI, L. A. Características físicas e estruturais de um latossolo
1738 vermelho sob sistema de plantio direto e cultivo mínimo após quatro e oito anos de
1739 plantio direto. **Engenharia Agrícola**, v. 15, p. 228–237, 2007.
- 1740 MORAES, J. F. L.; BELLINGIERI, P. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GALON, J. A.
1741 Efeito de doses de calcário e de gesso na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv.
1742 carioca-80. **Scientia Agricola**, v. 55, n. 3, p. 438–447, 1998.
- 1743 MORAES, J. C. C.; PEIXOTO, C. P.; SANTOS, J. M. B.; BRANDELERO E.;
1744 PEIXOTO, M. F. S. P.; SILVA, V. Caracterização de dez cultivares de soja nas
1745 condições agroecológicas do Recôncavo Baiano. **Magistra**, v. 16, p. 33–41, 2004.
- 1746 NASCENTE, A. S.; CARVALHO, M. DA C. S. Calcário e gesso afetando fertilidade
1747 do solo, nutrição e produtividade de grãos da soja. **XX Reunião Brasileira de manejo**
1748 **e conservação do solo e da água**, v. 1, p. 53–55, 2013.
- 1749 RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C.
1750 **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed.
1751 Campinas: [s.n.].
- 1752 SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e
1753 umidade de um Podzólico Vermelho Escuro de Eldorado do Sul (RS). **Revista**
1754 **Brasileira de Ciência do Solo**, v. 19, p. 313–319, 1995.
- 1755 SANTOS, A. C. DOS.; VILELA, L. C.; BARRETO, P. M.; CASTRO, J. G. D.; DA
1756 SILVA, J. E. C. Alterações De Atributos Químicos Pela Calagem E Gessagem
1757 Superficial com tempo de incubação. **Caatinga**, v. 23, p. 77–83, 2010.
- 1758 SÁVIO, F. L.; TEIXEIRA, G. C. DA SILVA.; TEIXEIRA, I. R.; MOTA, J. H.; DA
1759 SILVA, A. G. Calagem e Gessagem na Nutrição e Produção de Soja em Solo com
1760 Pastagem Degradada. **Revista Agrotecnologia**, v. 2, n. 1, p. 19–31, 2011.

- 1761 SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Atributos químicos do solo decorrentes da
1762 aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado.
1763 **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 32, n. 2, p. 675–688, 2008a.
- 1764 SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Dolomite and phosphogypsum surface
1765 application effects on annual crops nutrition and yield. **Agronomy Journal**, v. 100, n.
1766 2, p. 261–270, 2008b.
- 1767 SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; MELLO, F. F. DE C. Componentes da
1768 produção e produtividade de cultivares de arroz e feijão em função de calcário e gesso
1769 aplicados na superfície do solo. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 965–974, 2010.
- 1770 SOUSA, D. M. G. DE; LOBATO, E. **Cerrado: CORREÇÃO DO SOLO E**
1771 **ADUBAÇÃO. 2. ED.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF:
1772 Embrapa Cerrados, 2004. 416 p
- 1773 TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A. Resposta da soja à aplicação de gesso
1774 agrícola. O agrônomo – Informativo técnico. **Instituto Agronomico de Campinas**
1775 **(IAC)**, v. 54, p. 27–28, 2002.
- 1776 VERNETTI, F. DE J. **Soja: genetica e melhoramento**. 2. ed. Campinas, 1983.
- 1777 VILLA, B. DE.; SECCO, D.; TOKURA, L. K.; PILATTI, M. A.; MOREIRA, M. C. Di
1778 L. M.; MARTINS, M. F. L. Impacto do uso de espécies de cobertura na estrutura de um
1779 Latossolo Argiloso e seus reflexos no rendimento de grão de soja. **Acta Iguazu,**
1780 **Cascavel**, v. 6, n. 2, p. 1–12, 2017.

1781 ANEXOS - CAPÍTULO 1

1782 **PLOS ONE**

1783 **Style and Format**

File format Manuscript files can be in the following formats: DOC, DOCX, or RTF. Microsoft Word documents should not be locked or protected.

LaTeX manuscripts must be submitted as PDFs. [Read the LaTeX guidelines.](#)

Length Manuscripts can be any length. There are no restrictions on word count, number of figures, or amount of supporting information.

We encourage you to present and discuss your findings concisely.

Font Use a standard font size and any standard font, except for the font named “Symbol”. To add symbols to the manuscript, use the Insert → Symbol function in your word processor or paste in the appropriate Unicode character.

Headings Limit manuscript sections and sub-sections to 3 heading levels. Make sure heading levels are clearly indicated in the manuscript text.

Layout and spacing Manuscript text should be double-spaced.

Do not format text in multiple columns.

Page and line numbers Include page numbers and line numbers in the manuscript file. Use continuous line numbers (do not restart the numbering on each page).

Footnotes Footnotes are not permitted. If your manuscript contains footnotes, move the information into the main text or the reference list, depending on the content.

Language Manuscripts must be submitted in English.

You may submit translations of the manuscript or abstract as supporting information. [Read the supporting information guidelines.](#)

Abbreviations Define abbreviations upon first appearance in the text.

Do not use non-standard abbreviations unless they appear at least three times in the text.

Keep abbreviations to a minimum.

Reference style PLOS uses “Vancouver” style, as outlined in the [ICMJE sample references](#).

[See reference formatting examples and additional instructions below.](#)

Equations We recommend using MathType for display and inline equations, as it will provide the most reliable outcome. If this is not possible, Equation Editor or Microsoft's Insert→Equation function is acceptable.

Avoid using MathType, Equation Editor, or the Insert→Equation function to insert single variables (e.g., “ $a^2 + b^2 = c^2$ ”), Greek or other symbols (e.g., β , Δ , or ' [prime]), or mathematical operators (e.g., $\times$, $\geq$, or $\pm$) in running text. Wherever possible, insert single symbols as normal text with the correct Unicode (hex) values.

Do not use MathType, Equation Editor, or the Insert→Equation function for only a portion of an equation. Rather, ensure that the entire equation is included. Equations should not contain a mix of different equation tools. Avoid “hybrid” inline or display equations, in which part is text and part is MathType, or part is MathType and part is Equation Editor.

Nomenclature Use correct and established nomenclature wherever possible.

Units Use SI units. If you do not use these exclusively, provide the SI value in parentheses after each value. [Read more about SI units.](#)

Drugs Provide the Recommended International Non-Proprietary Name (rINN). Write in italics (e.g., *Homo sapiens*). Write out in full the genus and species, both in the title of the manuscript and at the first mention of an organism in a paper. After first mention, the first letter of the genus name followed by the full species name may be used (e.g., *H. sapiens*).

Species names Write in italics. Use the recommended name by consulting the appropriate genetic nomenclature database (e.g., [HUGO](#) for human genes). It is sometimes advisable to indicate the synonyms for the gene the first time it appears in the text. Gene prefixes such as those used for oncogenes (e.g., v-fes, c-MYC).

Genes, mutations, genotypes, and alleles The systematic allergen nomenclature of the World Health Organization/International Union of Immunological Societies (WHO/IUIS) Allergen Nomenclature Sub-committee should be used for manuscripts that include the description or use of allergenic proteins. For manuscripts describing new allergens, the systematic name of the allergen should be approved by the WHO/IUIS Allergen Nomenclature Sub-Committee prior to manuscript publication. Examples of the systematic allergen nomenclature can be found at the [WHO/IUIS Allergen Nomenclature site](#).

Allergens

1784 **Copyediting** **manuscripts**
 1785
 1786 Prior to submission, authors who believe their manuscripts would benefit from professional editing are
 1787 encouraged to use language-editing and copyediting services. Obtaining this service is the responsibility of
 1788 the author, and should be done before initial submission. These services can be found on the web using
 1789 search terms like “scientific editing service” or “manuscript editing service.”
 1790
 1791 *Submissions are not copyedited before publication.*
 1792
 1793 Submissions that do not meet the [PLOS ONE publication criterion for language standards](#) may be rejected.

1794 Manuscript Organization

1795 Manuscripts should be organized as follows. Instructions for each element appear below the list.

Beginning section *The following elements are required, in order:*

- Title page: List title, authors, and affiliations as first page of manuscript
- Abstract
- Introduction

Middle section *The following elements can be renamed as needed and presented in any order:*

- Materials and Methods
- Results
- Discussion
- Conclusions (optional)

Ending section *The following elements are required, in order:*

- Acknowledgments
- References
- Supporting information captions (if applicable)

Other elements

- Figure captions are inserted immediately after the first paragraph in which the figure is cited. Figure files are uploaded separately.
- Tables are inserted immediately after the first paragraph in which they are cited.
- Supporting information files are uploaded separately.

1796

1797
1798

 Please refer to our downloadable sample files to ensure that your submission meets our formatting requirements:

- 1799
1800

- [Download sample title, author list, and affiliations page \(PDF\)](#)
 - [Download sample manuscript body \(PDF\)](#)

1801
1802
1803
1804
1805

Viewing Figures and Supporting Information in the compiled submission PDF

The compiled submission PDF includes low-resolution preview images of the figures after the reference list. The function of these previews is to allow you to download the entire submission as quickly as possible. Click the link at the top of each preview page to download a high-resolution version of each figure. Links to download Supporting Information files are also available after the reference list.

1806 Parts of a Submission

1807 **Title**

1808 Include a full title and a short title for the manuscript.

Title	Length	Guidelines	Examples
Full title	250 characters	Specific, descriptive, concise, comprehensible to readers outside the field	anImpact of cigarette smoke exposure on innate immunity: A <i>Caenorhabditis elegans</i> model

Solar drinking water disinfection (SODIS) to
reduce childhood diarrhoea in rural Bolivia: a
cluster-randomized, controlled trial
Cigarette smoke exposure and innate immunity

Short title 100 State the topic of the study
characters

SODIS and childhood diarrhoea

1809 Titles should be written in sentence case (only the first word of the text, proper nouns, and genus names
1810 are capitalized). Avoid specialist abbreviations if possible. For clinical trials, systematic reviews, or meta-
1811 analyses, the subtitle should include the study design.

1812 **Author list**

1813 **Authorship requirements**
1814
1815 All authors must meet the criteria for authorship as outlined in the [authorship policy](#). Those
1816 who contributed to the work but do not meet the criteria for authorship can be mentioned in the
1817 Acknowledgments. [Read more about Acknowledgments](#).
1818
1819 The corresponding author must provide an ORCID iD at the time of submission by entering it in the user
1820 profile in the submission system. [Read more about ORCID](#).

1821 Author names and affiliations

1822 Enter author names on the title page of the manuscript and in the online submission system.

1823 On the title page, write author names in the following order:

- 1824 • First name (or initials, if used)
- 1825 • Middle name (or initials, if used)
- 1826 • Last name (surname, family name)

1827 Each author on the list must have an affiliation. The affiliation includes department, university, or
1828 organizational affiliation and its location, including city, state/province (if applicable), and country.
1829 Authors have the option to include a current address in addition to the address of their affiliation at the
1830 time of the study. The current address should be listed in the byline and clearly labeled “current address.”
1831 At a minimum, the address must include the author’s current institution, city, and country.

1832 If an author has multiple affiliations, enter all affiliations on the title page only. In the submission system,
1833 enter only the preferred or primary affiliation. Author affiliations will be listed in the typeset PDF
1834 article in the same order that authors are listed in the submission.

1835 Author names will be published exactly as they appear in the manuscript file. Please double-check the
1836 information carefully to make sure it is correct.

1837 Corresponding author

1838 The submitting author is automatically designated as the corresponding author in the submission
1839 system. The corresponding author is the primary contact for the journal office and the only author able to
1840 view or change the manuscript while it is under editorial consideration.

1841 The corresponding author role may be transferred to another coauthor. However, note that transferring the
1842 corresponding author role also transfers access to the manuscript. (To designate a new corresponding
1843 author while the manuscript is still under consideration, watch the video tutorial below.)

1844 Only one corresponding author can be designated in the submission system, but this does not restrict the
 1845 number of corresponding authors that may be listed on the article in the event of publication. Whoever is
 1846 designated as a corresponding author on the title page of the manuscript file will be listed as such upon
 1847 publication. Include an email address for each corresponding author listed on the title page of the
 1848 manuscript.

1849  **How to select a new corresponding author in Editorial Manager**
 1850
 1851

1852 Consortia and group authorship

1853 If a manuscript is submitted on behalf of a consortium or group, include the consortium or group name in
 1854 the author list, and provide the full list of consortium or group members in the Acknowledgments section.
 1855 The consortium or group name should be listed in the manuscript file only, and not included in the online
 1856 submission form. Please be aware that as of October 2016, the National Library of
 1857 Medicine's (NLM) policy has changed and PubMed will only index individuals and the names of
 1858 consortia or group authors listed in the author byline itself. Individual consortium or group author
 1859 members need to be listed in the author byline in order to be indexed, and if included in the byline, must
 1860 qualify for authorship according to our [criteria](#).

1861 [Read about the group authorship policy.](#)

1862 **Author contributions**

1863 Provide at minimum one contribution for each author in the submission system. Use the CRediT
 1864 taxonomy to describe each contribution. [Read the policy and the full list of roles.](#)

1865 Contributions will be published with the final article, and they should accurately reflect contributions to
 1866 the work. The submitting author is responsible for completing this information at submission, and we
 1867 expect that all authors will have reviewed, discussed, and agreed to their individual contributions ahead of
 1868 this time.

1869 *PLOS ONE* will contact all authors by email at submission to ensure that they are aware of the
 1870 submission.

1871 **Cover letter**

1872 Upload a cover letter as a separate file in the online system. The length limit is 1 page.

1873 The cover letter should include the following information:

- 1874 • Summarize the study's contribution to the scientific literature
- 1875 • Relate the study to previously published work
- 1876 • Specify the type of article (for example, research article, systematic review, meta-analysis,
 1877 clinical trial)
- 1878 • Describe any prior interactions with PLOS regarding the submitted manuscript
- 1879 • Suggest appropriate Academic Editors to handle your manuscript ([see the full list of Academic](#)
 1880 [Editors](#))
- 1881 • List any opposed reviewers

1882 **IMPORTANT:** Do not include requests to reduce or waive publication fees in the cover letter. This
 1883 information will be entered separately in the online submission system.

- 1884 [Read about publication fee assistance.](#)
- 1885 **Title page**
- 1886 The title, authors, and affiliations should all be included on a title page as the first page of the manuscript
1887 file.
- 1888  [Download our sample title, author list, and affiliations page \(PDF\)](#)
- 1889 **Abstract**
- 1890 The Abstract comes after the title page in the manuscript file. The abstract text is also entered in a
1891 separate field in the submission system.
- 1892 The Abstract should:
- 1893 • Describe the main objective(s) of the study
 - 1894 • Explain how the study was done, including any model organisms used, without methodological
1895 detail
 - 1896 • Summarize the most important results and their significance
 - 1897 • Not exceed 300 words
- 1898 Abstracts should not include:
- 1899 • Citations
 - 1900 • Abbreviations, if possible
- 1901 **Introduction**
- 1902 The introduction should:
- 1903 • Provide background that puts the manuscript into context and allows readers outside the field to
1904 understand the purpose and significance of the study
 - 1905 • Define the problem addressed and why it is important
 - 1906 • Include a brief review of the key literature
 - 1907 • Note any relevant controversies or disagreements in the field
 - 1908 • Conclude with a brief statement of the overall aim of the work and a comment about whether
1909 that aim was achieved
- 1910 **Materials and Methods**
- 1911 The Materials and Methods section should provide enough detail to allow suitably skilled investigators to
1912 fully replicate your study. Specific information and/or protocols for new methods should be included in
1913 detail. If materials, methods, and protocols are well established, authors may cite articles where those
1914 protocols are described in detail, but the submission should include sufficient information to be
1915 understood independent of these references.
- 1916 Protocol documents for clinical trials, observational studies, and other **non-laboratory** investigations
1917 may be uploaded as supporting information. [Read the supporting information guidelines](#) for formatting
1918 instructions. We recommend depositing **laboratory protocols** at [protocols.io](#). Read detailed [instructions](#)
1919 [for depositing and sharing your laboratory protocols](#).
- 1920 Human or animal subjects and/or tissue or field sampling

- 1921 Methods sections describing research using human or animal subjects and/or tissue or field sampling must
1922 include required ethics statements. [See the reporting guidelines](#) for human research, clinical trials, animal
1923 research, and observational and field studies for more information.
- 1924 Data
- 1925 PLOS journals require authors to make all data underlying the findings described in their manuscript fully
1926 available without restriction, with rare exception.
- 1927 Large data sets, including raw data, may be deposited in an appropriate public repository. [See our list of](#)
1928 [recommended repositories](#).
- 1929 For smaller data sets and certain data types, authors may provide their data within [supporting information](#)
1930 [files](#) accompanying the manuscript. Authors should take care to maximize the accessibility and reusability
1931 of the data by selecting a file format from which data can be efficiently extracted (for example,
1932 spreadsheets or flat files should be provided rather than PDFs when providing tabulated data).
- 1933 For more information on how best to provide data, read our [policy on data availability](#). PLOS does not
1934 accept references to “data not shown.”
- 1935 Cell lines
- 1936 Methods sections describing research using cell lines must state the origin of the cell lines used. [See the](#)
1937 [reporting guidelines for cell line research for more information](#).
- 1938 Laboratory Protocols
- 1939 To enhance the reproducibility of your results, we recommend and encourage you to deposit laboratory
1940 protocols in [protocols.io](#), where protocols can be assigned their own persistent digital object identifiers
1941 (DOIs).
- 1942 To include a link to a protocol in your article:
- 1943 1. Describe your step-by-step protocol on protocols.io
- 1944 2. Select **Get DOI** to issue your protocol a persistent digital object identifier (DOI)
- 1945 3. Include the DOI link in the Methods section of your manuscript using the following format
1946 provided by protocols.io: [http://dx.doi.org/10.17504/protocols.io.\[PROTOCOL DOI\]](http://dx.doi.org/10.17504/protocols.io.[PROTOCOL DOI])
- 1947 At this stage, your protocol is only visible to those with the link. This allows editors and reviewers to
1948 consult your protocol when evaluating the manuscript. You can make your protocols public at any time
1949 by selecting **Publish** on the protocols.io site. Any referenced protocol(s) will automatically be made
1950 public when your article is published.
- 1951 New taxon names
- 1952 Methods sections of manuscripts adding new taxon names to the literature must follow the [reporting](#)
1953 [guidelines below for a new zoological taxon, botanical taxon, or fungal taxon](#).
- 1954 **Results, Discussion, Conclusions**
- 1955 These sections may all be separate, or may be combined to create a mixed Results/Discussion section
1956 (commonly labeled “Results and Discussion”) or a mixed Discussion/Conclusions section (commonly
1957 labeled “Discussion”). These sections may be further divided into subsections, each with a concise

1958 1959	subheading, as appropriate. These sections have no word limit, but the language should be clear and concise.
1960 1961	Together, these sections should describe the results of the experiments, the interpretation of these results, and the conclusions that can be drawn.
1962 1963 1964	Authors should explain how the results relate to the hypothesis presented as the basis of the study and provide a succinct explanation of the implications of the findings, particularly in relation to previous related studies and potential future directions for research.
1965 1966	<i>PLOS ONE</i> editorial decisions do not rely on perceived significance or impact, so authors should avoid overstating their conclusions. See the PLOS ONE Criteria for Publication for more information.
1967	Acknowledgments
1968 1969	Those who contributed to the work but do not meet our authorship criteria should be listed in the Acknowledgments with a description of the contribution.
1970	Authors are responsible for ensuring that anyone named in the Acknowledgments agrees to be named.
1971 1972	Do not include funding sources in the Acknowledgments or anywhere else in the manuscript file. Funding information should only be entered in the financial disclosure section of the submission system.
1973	References
1974	Any and all available works can be cited in the reference list. Acceptable sources include:
1975 1976 1977	• Published or accepted manuscripts • Manuscripts on preprint servers, providing the manuscript has a citable DOI or arXiv URL. Read the Preprint Policy.
1978	Do not cite the following sources in the reference list:
1979 1980 1981 1982 1983	• Unavailable and unpublished work, including manuscripts that have been submitted but not yet accepted (e.g., “unpublished work,” “data not shown”). Instead, include those data as supplementary material or deposit the data in a publicly available database. • Personal communications (these should be supported by a letter from the relevant authors but not included in the reference list)
1984 1985 1986 1987	References are listed at the end of the manuscript and numbered in the order that they appear in the text. In the text, cite the reference number in square brackets (e.g., “We used the techniques developed by our colleagues [19] to analyze the data”). PLOS uses the numbered citation (citation-sequence) method and first six authors, et al.
1988	Do not include citations in abstracts or author summaries.
1989	Make sure the parts of the manuscript are in the correct order <i>before</i> ordering the citations.
1990	Formatting references
1991 1992	Because all references will be linked electronically as much as possible to the papers they cite, proper formatting of the references is crucial.

1993 PLOS uses the reference style outlined by the International Committee of Medical Journal Editors
 1994 (ICMJE), also referred to as the “Vancouver” style. Example formats are listed below. Additional
 1995 examples are in the [ICMJE sample references](#).

1996 A reference management tool, EndNote, offers a current [style file](#) that can assist you with the formatting
 1997 of your references. If you have problems with any reference management program, please contact the
 1998 source company's technical support.

1999 Journal name abbreviations should be those found in the [National Center for Biotechnology Information](#)
 2000 [\(NCBI\) databases](#).

Source	Format
Published articles	Hou WR, Hou YL, Wu GF, Song Y, Su XL, Sun B, et al. cDNA, genomic sequence cloning and overexpression of ribosomal protein gene L9 (rpL9) of the giant panda (<i>Ailuropoda melanoleuca</i>). Genet Mol Res. 2011;10: 1576-1588.
	Devaraju P, Gulati R, Antony PT, Mithun CB, Negi VS. Susceptibility to SLE in South Indian Tamils may be influenced by genetic selection pressure on TLR2 and TLR9 genes. Mol Immunol. 2014 Nov 22. pii: S0161-5890(14)00313-7. doi: 10.1016/j.molimm.2014.11.005.
	<i>Note: A DOI number for the full-text article is acceptable as an alternative to or in addition to traditional volume and page numbers. When providing a DOI, adhere to the format in the example above with both the label and full DOI included at the end of the reference (doi: 10.1016/j.molimm.2014.11.005). Do not provide a shortened DOI or the URL.</i>
Accepted, unpublished articles	Same as published articles, but substitute “Forthcoming” for page numbers or DOI.
Online articles	Huynen MMTE, Martens P, Hilderlink HBM. The health impacts of globalisation: a conceptual framework. Global Health. 2005;1: 14. Available from: http://www.globalizationandhealth.com/content/1/1/14
Books	Bates B. Bargaining for life: A social history of tuberculosis. 1st ed. Philadelphia: University of Pennsylvania Press; 1992.
Book chapters	Hansen B. New York City epidemics and history for the public. In: Harden VA, Risse GB, editors. AIDS and the historian. Bethesda: National Institutes of Health; 1991. pp. 21-28.
Deposited articles (preprints, prints, or arXiv)	Krick T, Shub DA, Verstraete N, Ferreiro DU, Alonso LG, Shub M, et al. e-Amino acid metabolism conflicts with protein diversity; 1991. Preprint. Available from: arXiv:1403.3301v1 . Cited 17 March 2014.
Published media (print or online newspapers and magazine articles)	Fountain H. For Already Vulnerable Penguins, Study Finds Climate Change Is Another Danger. The New York Times. 29 Jan 2014. Available from: http://www.nytimes.com/2014/01/30/science/earth/climate-change-taking-toll-on-penguins-study-finds.html Cited 17 March 2014.
New media (blogs, web sites, or other written works)	Allen L. Announcing PLOS Blogs. 2010 Sep 1 [cited 17 March 2014]. In: PLOS Blogs [Internet]. San Francisco: PLOS 2006 - . [about 2 screens]. Available from: http://blogs.plos.org/plos/2010/09/announcing-plos-blogs/ .
Masters' theses or doctoral dissertations	Wells A. Exploring the development of the independent, electronic, scholarly journal. M.Sc. Thesis, The University of Sheffield. 1999. Available from: http://cuminad.scix.net/cgi-bin/works/Show?2e09
Databases and repositories (arXiv)	Roberts SB. QPX Genome Browser Feature Tracks; 2013 [cited 2013 Oct 5]. Database: figshare [Internet]. Available from: http://figshare.com/articles/QPX_Genome_Browser_Feature_Tracks/701214
Multimedia (videos)	Hitchcock A, producer and director. Rear Window [Film]; 1954. Los Angeles:

	Source movies, or TV shows)	Format MGM.
2001	Supporting Information	
2002	Authors can submit essential supporting files and multimedia files along with their manuscripts. All supporting information will be subject to peer review. All file types can be submitted, but files must be smaller than 10 MB in size.	
2003		
2004		
2005	Authors may use almost any description as the item name for a supporting information file as long as it contains an “S” and number. For example, “S1 Appendix” and “S2 Appendix,” “S1 Table” and “S2 Table,” and so forth.	
2006		
2007		
2008	Supporting information files are published exactly as provided, and are not copyedited.	
2009	Supporting information captions	
2010	List supporting information captions at the end of the manuscript file. Do not submit captions in a separate file.	
2011		
2012	The file number and name are required in a caption, and we highly recommend including a one-line title as well. You may also include a legend in your caption, but it is not required.	
2013		
2014	Example caption	
2015	S1 Text. Title is strongly recommended. Legend is optional.	
2016		
2017	In-text citations	
2018	We recommend that you cite supporting information in the manuscript text, but this is not a requirement. If you cite supporting information in the text, citations do not need to be in numerical order.	
2019		
2020	Read the supporting information guidelines for more details about submitting supporting information and multimedia files.	
2021		
2022	Figures and Tables	
2023	Figures	
2024	Do not include figures in the main manuscript file. Each figure must be prepared and submitted as an individual file.	
2025		
2026	Cite figures in ascending numeric order upon first appearance in the manuscript file.	
2027	Read the guidelines for figures.	
2028	Figure captions	
2029	Figure captions must be inserted in the text of the manuscript, immediately following the paragraph in which the figure is first cited (read order). Do not include captions as part of the figure files themselves or submit them in a separate document.	
2030		
2031		
2032	At a minimum, include the following in your figure captions:	

- 2033 • A figure label with Arabic numerals, and “Figure” abbreviated to “Fig” (e.g. Fig 1, Fig 2, Fig 3,
2034 etc). Match the label of your figure with the name of the file uploaded at submission (e.g. a
2035 figure citation of “Fig 1” must refer to a figure file named “Fig1.tif”).
2036 • A concise, descriptive title
- 2037 The caption may also include a legend as needed.
- 2038 [Read more about figure captions.](#)
- 2039 Tables
- 2040 Cite tables in ascending numeric order upon first appearance in the manuscript file.
- 2041 Place each table in your manuscript file directly after the paragraph in which it is first cited (read order).
2042 Do not submit your tables in separate files.
- 2043 Tables require a label (e.g., “Table 1”) and brief descriptive title to be placed above the table. Place
2044 legends, footnotes, and other text below the table.
- 2045 [Read the guidelines for tables.](#)
- 2046 **Data reporting**
- 2047 All data and related metadata underlying the findings reported in a submitted manuscript should be
2048 deposited in an appropriate public repository, unless already provided as part of the submitted article.
- 2049 [Read our policy on data availability.](#)
- 2050 Repositories may be either subject-specific (where these exist) and accept specific types of structured
2051 data, or generalist repositories that accept multiple data types. We recommend that authors select
2052 repositories appropriate to their field. Repositories may be subject-specific (e.g., GenBank for sequences
2053 and PDB for structures), general, or institutional, as long as DOIs or accession numbers are provided and
2054 the data are at least as open as CC BY. Authors are encouraged to select repositories that meet accepted
2055 criteria as trustworthy digital repositories, such as criteria of the Centre for Research Libraries or Data
2056 Seal of Approval. Large, international databases are more likely to persist than small, local ones.
- 2057 [See our list of recommended repositories.](#)
- 2058 To support data sharing and author compliance of the PLOS data policy, we have integrated our
2059 submission process with a select set of data repositories. The list is neither representative nor exhaustive
2060 of the suitable repositories available to authors. Current repository integration partners
2061 include [Dryad](#) and [FlowRepository](#). Please contact data@plos.org to make recommendations for further
2062 partnerships.
- 2063 Instructions for PLOS submissions with data deposited in an integration partner repository:
- 2064 • Deposit data in the integrated repository of choice.
2065 • Once deposition is final and complete, the repository will provide you with a dataset DOI
2066 (provisional) and private URL for reviewers to gain access to the data.
2067 • Enter the given data DOI into the full Data Availability Statement, which is requested in the
2068 Additional Information section of the PLOS submission form. Then provide the URL passcode
2069 in the Attach Files section.
- 2070 If you have any questions, please [email us](#).

2071 ANEXOS - CAPÍTULOS 2 E 3

2072 **BIOSCEIENCE JOURNAL**

2073 **DIRETRIZES PARA AUTORES**

2074 Prezados autores,

2075

2076 Informamos que, em função da grande demanda, as submissões de novos trabalhos
2077 estarão suspensas temporariamente. Em breve, reabriremos para a recepção de novos
2078 artigos!

2079 A redação deve primar pela clareza, brevidade e concisão. O texto deve ser digitado em
2080 fonte Times New Roman, tamanho 12, espaço duplo e com margem de, no mínimo, 2
2081 cm. Todas as linhas deverão ser numeradas. Os trabalhos deverão ser apresentados sem
2082 identificação de autores. Os nomes dos autores, titulação e endereço de trabalho deverão
2083 ser apresentados nos metadados da submissão e, na carta de encaminhamento. Figuras e
2084 tabelas deverão ser inseridas no texto, o mais próximo possível de sua citação.

2085 O artigo será encaminhado a três (03) revisores da área, no menor tempo possível, sem a
2086 identificação dos autores e, será considerado aprovado com 02 pareceres favoráveis.

2087 Serão aceitos somente trabalhos redigidos em inglês, com apresentação de certificado
2088 de revisão feito por um expert na língua inglesa.

2089 A revista se reserva o direito de efetuar alterações de ordem normativa, ortográfica e
2090 gramatical nos originais, com vistas a manter o padrão culto da língua, respeitando,
2091 porém, o estilo dos autores. As provas finais serão enviadas aos autores, juntamente
2092 com o boleto para pagamento da publicação.

2093 Os trabalhos publicados passarão a ser propriedade da revista Bioscience Journal,
2094 ficando sua reimpressão, total ou parcial, sujeita à autorização expressa da direção da
2095 revista. Deve ser consignada a fonte de publicação original.

2096 Não serão fornecidas separatas. Os artigos estarão disponíveis para impressão, no
2097 formato PDF, no endereço eletrônico da revista.

2098 Será cobrada taxa de publicação, no valor de R\$ 40,00 (quarenta reais) por página
2099 publicada, dos trabalhos aprovados, para autores nacionais e \$ 30 (trinta dólares) para
2100 autores estrangeiros. (A forma de pagamento será informada posteriormente).

2101 Após a avaliação e aprovação do artigo, a revista classificará as colaborações de acordo
2102 com as seguintes categorias:

2103 **1. Artigos originais** - Artigos que apresentem contribuição inteiramente nova ao
2104 conhecimento e permitam que outros investigadores, baseados no texto escrito, possam
2105 julgar as conclusões, verificar a exatidão das análises e deduções do autor e repetir a
2106 investigação se assim o desejarem. Devem conter: Título, Resumo (com 200 a 400

2107 palavras) e Palavras-chave em Inglês, Introdução, Material e Métodos, Resultados,
 2108 Discussão (ou Resultados e Discussão) e Conclusão (opcional), Agradecimentos (se
 2109 couber). Título, Resumo (com 200 a 400 palavras) e Palavras-chaves em português e
 2110 Referências. Os trabalhos não devem exceder a 20 páginas (incluindo texto, referências,
 2111 figuras e anexos).

2112 **2. Artigos de Revisão** – Artigos que apresentem revisão ampla e atualizada de assunto
 2113 de interesse da comunidade científica e que ofereçam contribuição significativa para a
 2114 área de conhecimento abordada. Devem conter: Título, Resumo (com 200 a 400
 2115 palavras) e Palavras-chave em inglês, Introdução, Desenvolvimento, Conclusão,
 2116 Agradecimentos (se couber). Título, Resumo (com 200 a 400 palavras) e Palavras-
 2117 chaves em português e Referências. Os trabalhos não devem exceder a 30 páginas
 2118 (incluindo texto, referências, figuras e eventuais anexos). Nesta categoria de trabalho só
 2119 serão aceitas para submissão contribuições feitas a convite dos editores (Geral ou
 2120 Associados).

2121 **3. Relato de caso(s)** - Artigos predominantemente clínicos, de alta relevância e
 2122 atualidade, com relatos originais das áreas clínica e básica. Devem conter: Título,
 2123 Resumo (com 200 a 400 palavras) e Palavras-chave em inglês, Introdução, Relato do
 2124 caso, Discussão, Conclusão(opcional), Agradecimentos (caso necessário). Título,
 2125 Resumo (com 200 a 400 palavras) e Palavras-chaves em português e Referências. Os
 2126 trabalhos não devem exceder 10 páginas, (incluindo texto, referências, figuras e
 2127 eventuais anexos)

2128 **4. Comunicação** - Artigo não original, demonstrando a experiência de um grupo ou de
 2129 um serviço, abrangendo preferencialmente ensino, pesquisa, políticas de saúde e
 2130 exercício profissional. Ou ainda, que relate os resultados (parciais ou não) de trabalho
 2131 que ofereça informações relevantes para o conhecimento científico, mas não permitam
 2132 conclusões robustas. Deve conter: Título, Resumo (com 200 a 400 palavras) e Palavras-
 2133 chave em inglês, Introdução, Conteúdo, Agradecimentos (caso necessário). Título,
 2134 Resumo (com 200 a 400 palavras) e Palavras-chaves em português e Referências. Os
 2135 trabalhos não devem exceder 10 páginas, incluídos os anexos.

2136 **Apresentação dos Trabalhos**

2137 **Formato:** Todas as colaborações devem ser enviadas por meio do Sistema Eletrônico
 2138 de Editoração de Revista – SEER,
 2139 endereço: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/about/submissions#onlineSubmissions>
 2140

2141 O texto deve estar gravado em extensão RTF (Rich Text Format) ou em formato
 2142 Microsoft Word (2003). Os metadados deverão ser obrigatoriamente preenchidos com o
 2143 título do trabalho, nome(s) do(s) autor(es), último grau acadêmico, instituição que
 2144 trabalha, endereço postal, telefone, fax e e-mail.

2145 O texto será escrito cordialmente, com intercalação de tabelas e figuras, já inseridas no
 2146 texto, em quantidade mínima necessária para a sua compreensão.

- 2147 No corpo do trabalho não deverá constar os nomes dos autores, que deverão ser
2148 encaminhados separadamente, com dados pessoais (títulos, endereço para
2149 correspondência, e-mail e Instituição a que está ligado), como medida de sigilo.
- 2150 **Título do trabalho:** O título deve ser breve e suficientemente específico e descritivo,
2151 contendo as palavras-chave que representem o conteúdo do texto separadas por ponto,
2152 ambos acompanhados de sua tradução para o português.
- 2153 **Resumo:** Deve ser elaborado um resumo informativo com cerca de 200 a 400 palavras,
2154 incluindo objetivo, método, resultado, conclusão, acompanhado de sua tradução para o
2155 português. Ambos devem ter, no máximo, 800 palavras.
- 2156 **Palavras-chave:** As palavras-chave e keywords não devem repetir palavras do título,
2157 devendo-se incluir o nome científico das espécies estudadas. As palavras devem ser
2158 separadas por ponto e iniciadas com letra maiúscula. Os autores devem apresentar de 3
2159 a 6 termos, considerando que um termo pode ser composto de duas ou mais palavras.
- 2160 **Agradecimentos:** Agradecimentos a auxílios recebidos para a elaboração do trabalho
2161 deverão ser mencionados no final do artigo, antes das referências.
- 2162 **Notas:** Notas contidas no artigo devem ser indicadas com um asterisco imediatamente
2163 depois da frase a que diz respeito. As notas deverão vir no rodapé da página
2164 correspondente. Excepcionalmente poderão ser adotados números para as notas junto
2165 com asteriscos em uma mesma página, e nesse caso as notas com asteriscos antecedem
2166 as notas com número, não importando a ordem dessas notas no texto. Apêndices:
2167 Apêndices podem ser empregados no caso de listagens extensivas, estatísticas e outros
2168 elementos de suporte.
- 2169 **Figuras e tabelas:** Fotografias nítidas(preto e branco ou em cores), gráficos e tabelas
2170 em preto e branco (estritamente indispensáveis à clareza do texto) serão aceitos, e
2171 deverão ser assinalados, no texto, pelo seu número de ordem, nos locais onde devem ser
2172 intercalados. Se as ilustrações enviadas já tiverem sido publicadas, mencionar a fonte.
2173 (vide normas para elaboração de figuras, na próxima seção).
- 2174 Os manuscritos, ainda que apresentem relevância científica e estejam
2175 metodologicamente corretos, poderão ser recusados se não apresentarem a devida
2176 organização e se estiverem fora das normas da Bioscience Journal.
- 2177 **NORMAS PARA ELABORAÇÃO DE FIGURAS**
- 2178 1. As figuras podem ser feitas em softwares de preferência dos autores (Excel, Sigma
2179 Plot, etc.), devendo ser inseridas e enviadas em formato TIFF ou JPG com resolução
2180 mínima de 300 dpi.
- 2181 2. As figuras deverão ter largura máxima de 8,0 cm ou 16,0 cm.
- 2182 3. Os títulos e a escala dos eixos x e y deverão ser em Times New Roman tamanho 11.
2183 As linhas dos eixos e demais linhas (e.g., curvas de regressão) deverão ter espessura de
2184 0,3 mm. Todas as informações contidas no interior da figura (e.g., equações, legendas)

- 2185 deverão ser em Times New Roman tamanho 10 ou no mínimo 8. São dispensáveis as
2186 bordas, direita e superior, em gráficos.
- 2187 4. Todas as figuras deverão ser inseridas convenientemente no texto logo após a sua
2188 chamada, consecutivamente e em números arábicos. As figuras deverão ser inseridas no
2189 texto por meio do comando “Inserir→Imagem/Figura→Arquivo”.
- 2190 5. As figuras podem ser constituídas por múltiplos gráficos, tanto na horizontal como na
2191 vertical, respeitando a largura máxima de 16,0 cm e 8,0 cm, respectivamente. Quando se
2192 tratar de figuras com vários gráficos, os mesmos deverão ser identificados por letras (A,
2193 B, C, D) em maiúsculo entre parênteses, fonte Times New Roman tamanho 11.
2194 Trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto são da responsabilidade
2195 do autor.
- 2196 Informação oriunda de comunicação pessoal, trabalhos em andamento e os não-
2197 publicados não devem ser incluídos na lista de referências, mas indicados em nota de
2198 rodapé da página em que forem citados.
- 2199 **Referências:** NBR 6023/2002. A exatidão e adequação das referências a trabalhos que
2200 tenham sido consultados e mencionados no texto são da responsabilidade do autor.
2201 Informação oriunda de comunicação pessoal, trabalhos em andamento e os não
2202 publicados não devem ser incluídos na lista de referências, mas indicados em nota de
2203 rodapé da página onde forem citados.
- 2204 As referências incluídas no final de cada artigo devem ser escritas em páginas separadas
2205 do texto principal, em ordem alfabética de acordo com as normas da ABNT NBR-6023,
2206 ago. 2002. Na lista de Referências, no final do artigo, todos os autores devem ser
2207 mencionados. Não é permitido o uso da expressão et al.
- 2208 **Observar os exemplos das referências abaixo:**
- 2209 **Livro no todo:**
- 2210 GRAZIANI, Mário. Cirurgia buco-maxilo-facial. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara
2211 Koogan, 1976. 676 p.
- 2212 **Capítulo de livro sem autoria própria:**
- 2213 PERRINS, C. M. Social systems. In: _____. Avian ecology. Glasgow: Blackie, 1983.
2214 cap. 2, p. 7-32.
- 2215 **Capítulo de livro com autoria própria:**
- 2216 GETTY, R. The Gross and microscopic occurrence and distribution of spontaneous
2217 atherosclerosis in the arteries of swine. In: ROBERT JUNIOR.; A., ATRAUSS, R.
2218 (Ed.). Comparative atherosclerosis. New York: Harper & Row, 1965. p. 11-20.
- 2219 **Monografias, Dissertações e Teses:**

- 2220 CORRALES, Edith Alba Lua Segovia. Verificação dos efeitos genotóxicos dos agentes
2221 antineoplásicos citrato de tamoxifen e paclitaxel. 1997. 84 f. Dissertação (Mestrado em
2222 Genética e Bioquímica) – Curso de Pós-Graduação em Genética e Bioquímica,
2223 Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 1997.
- 2224 **Trabalhos apresentados em eventos: Congressos, Seminários, Reuniões...**
- 2225 NOVIS, Jorge Augusto. Extensão das ações de saúde na área rural. In: CONFERÊNCIA
2226 NACIONAL DE SAÚDE, 7., 1980, Brasília. Anais... Brasília: Centro de Documentação
2227 do Ministério da Saúde, 1980. p. 37-43.
- 2228 **Artigos de periódicos:**
- 2229 COHEN, B. I.; CONDOS, S.; DEUTSCH, A. S.; MUSIKANT, B. L. La fuerza de
2230 fractura de tres tipos de materiales para el muñon en combinacion com tres espigas
2231 endodontiacales distintas. R. Cent. C. Biomed. Univ. Fed. Uberlândia, Uberlândia, v.
2232 13, n. 1, p. 69-76, dez. 1997.
- 2233 Obs.: Quanto ao título de periódicos, deve-se adotar um único padrão. Na lista de
2234 Referências todos os títulos de periódicos devem vir abreviados ou todos por extenso e,
2235 em negrito.
- 2236 **Nota:**
- 2237 Quando se tratar de documento eletrônico, deve-se fazer a referência normal,
2238 acrescentando-se ao final informações sobre a descrição do meio ou suporte.
- 2239 Exemplo:
- 2240 **Capítulo de livro com autoria própria disponível em CD-ROM:**
- 2241 FAUSTO, A. I. da F.; CERVINI, R. (Org.). O trabalho e a rua. In: BIBLIOTECA
2242 nacional dos direitos da criança. Porto Alegre: Associação dos Juizes do Rio Grande do
2243 Sul, 1995. 1 CD-ROM.
- 2244 **Artigo de periódicos em meio eletrônico:**
- 2245 ROCHA-BARREIRA, C. A. Caracterização da gônada e ciclo reprodutivo da *Collisella*
2246 subrugosa (Gastropoda: Acmaeidae) no Nordeste do Brasil. *Brazilian Journal of*
2247 *Biology*, São Carlos, v. 62, n. 4b, nov. 2002. Disponível em: Acesso em: 20 abr. 2003.
- 2248 Recomendações: Recomenda-se que se observem as normas da ABNT referentes à
2249 apresentação de artigos em publicações periódicas (NBR 6023/2002), apresentação de
2250 citações em documentos (NBR 10.520/2002), apresentação de originais (NBR 12256),
2251 norma para datar (NBR 5892), numeração progressiva das seções de um documento
2252 (6024/2003) e resumos (NBR 6028/2003), bem como a norma de apresentação tabular
2253 do IBGE.
- 2254

2255 **Transferência de Direitos Autorais:**

2256 Todas as pessoas relacionadas como autores devem assinar a Transferência de Direitos
2257 Autorais:

2258 “Declaro que, em caso de aceitação do artigo, a Bioscience Journal passa a ter os
2259 direitos autorais a ele referentes, que se tornarão propriedade exclusiva da Revista,
2260 vedado a qualquer reprodução, total ou parcial, em qualquer outra parte ou meio de
2261 divulgação, impressa ou eletrônica, sem que a prévia e necessária autorização seja
2262 solicitada e, se obtida, farei constar o competente agradecimento à Revista.

2263 Assinaturas do(s) autor(es) Data ____/____/____

2264

2265 As opiniões emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade.

2266 **Declaração de Responsabilidade:**

2267 Todas as pessoas relacionadas como autores devem assinar a declaração de
2268 responsabilidade nos termos abaixo:

2269 - Certifico que participei da concepção do trabalho para tornar pública minha
2270 responsabilidade pelo seu conteúdo, não omitindo quaisquer ligações ou acordos de
2271 financiamento entre os autores e companhias que possam ter interesse na publicação
2272 deste artigo;

2273 - Certifico que o manuscrito é original e que o trabalho, em parte ou na íntegra, ou
2274 qualquer outro trabalho com conteúdo substancialmente similar, de minha autoria, não
2275 foi enviado a outra Revista e não o será, enquanto sua publicação estiver sendo
2276 considerada pela Bioscience Journal, quer seja no formato impresso ou no eletrônico.

2277 **Endereço para envio de trabalhos:**

2278 [http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/about/submissions#onlineSubmissi](http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/about/submissions#onlineSubmissions)
2279 [ons](http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/about/submissions#onlineSubmissions)

2280

2281 **CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO**

2282 Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a
2283 conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões
2284 que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

2285 1. Serão aceitos somente trabalhos redigidos em inglês.

2286 A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por
2287 outra revista; não sendo o caso, justificar em "Comentários ao Editor".

2288

2. Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word (2003), RTF ou WordPerfect.
3. O texto está em espaço duplo; usa uma fonte de 12-pontos; emprega **ITÁLICO** ao invés de sublinhar (exceto em endereços URL); com figuras e tabelas inseridas no texto, e não em seu final.
4. A identificação de autoria deste trabalho foi removida do arquivo (word 2003) e da opção Propriedades no Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista. O texto cumpre com as normas de formatação da revista citados em “Diretrizes para os autores” na seção “Sobre”.
5. No momento da submissão on line, o autor principal deverá enviar um ofício assinado por todos os autores, solicitando a submissão do artigo e a sua possível publicação, exclusivamente nesta revista. O ofício deverá ser digitalizado e transferido em "documentos suplementares".
6. Todos os endereços "URL" no texto (ex.: <http://pkp.ubc.ca>) estão ativos.
7. O artigo está sendo submetido corretamente na seção correspondente, de acordo com a sua área.
8. Os manuscritos mesmo apresentando relevância científica e estando metodologicamente corretos poderão ser recusados se apresentados de forma desorganizada e fora das normas da Bioscience Journal. Manuscritos bem escritos e apresentados de acordo com as normas são revisados com maior rapidez e, também, exigindo menor esforço dos revisores.
9. Será cobrada taxa de publicação, no valor de R\$ 40,00 (quarenta reais) por página publicada, dos trabalhos aprovados, para autores nacionais e \$ 30 (trinta dólares ou 30 euros) para autores estrangeiros(A forma de pagamento será informada posteriormente).
10. Todos os itens acima são requisitos básicos para a submissão de um artigo e, caso não estejam de acordo com as normas da revista, ou os metadados não estejam preenchidos corretamente, o referido artigo NÃO SERÁ considerado para avaliação.

DECLARAÇÃO DE DIREITO AUTORAL

Os direitos autorais para artigos publicados nesta revista são do autor, com direitos de primeira publicação para a revista. Em virtude de aparecerem nesta revista de acesso público, os artigos são de uso gratuito, com atribuições próprias, em aplicações educacionais e não-comerciais.

POLÍTICA DE PRIVACIDADE

Os nomes e endereços de email neste site serão usados exclusivamente para os propósitos da revista, não estando disponíveis para outros fins.

2329 TAXAS PARA AUTORES

2330 Este periódico cobra as seguintes taxas aos autores.

2331 Taxa para publicação: 40,00 (BRL)

2332 Será cobrada taxa de publicação, no valor de R\$ 40,00 (quarenta reais) por página
2333 publicada, dos trabalhos aprovados, para autores nacionais e \$ 30 (trinta dólares ou 30
2334 euros) para autores estrangeiros. (A forma de pagamento será informada
2335 posteriormente).

2336

2337

2338 [Bioscience Journal](#)

2339 [ISSN 1981-3163 - Versão Online](#)

2340 Universidade Federal de Uberlândia

2341 Av. Para, 1720

2342 Bloco 8C - Sala 108

2343 Campus Umuarama

2344 B. Umuarama

2345 38400-902 - Uberlândia, MG, Brasil

2346 Fone: +55-34-3225-8688

2347 biosciencej@ufu.br