

Elementos da Natureza e Propriedades do Solo 4

Alan Mario Zuffo
Fábio Steiner
(Organizadores)

 **Atena** Editora

Ano 2018

Alan Mario Zuffo
Fábio Steiner
(Organizadores)

Elementos da Natureza e Propriedades do Solo 4

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Edição de Arte e Capa: Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E38 Elementos da natureza e propriedades do solo – Vol. 4 [recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Fábio Steiner. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.
7.638 kbytes – (Elementos da Natureza; v.4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-03-1

DOI 10.22533/at.ed.031182507

1. Agricultura. 2. Ciências agrárias. 3. Solos. 4. Sustentabilidade.
I. Zuffo, Alan Mario. II. Steiner, Fábio. III. Título. IV. Série.

CDD 631.44

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

E-mail: contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Elementos da Natureza e Propriedades do Solo” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu volume IV, apresenta, em seus 21 capítulos, os novos conhecimentos tecnológicos para Ciências do solo nas áreas de biologia do solo, física do solo, química do solo, morfologia e classificação do solo.

O solo é um recurso natural abundante na superfície terrestre, sendo composto por propriedades biológicas, físicas e químicas. Por outro lado, a água também é essencial os organismos vivos e, para a agricultura. Nas plantas, a água é responsável por todo o sistema fisiológico. Ambos os elementos, juntamente com os nutrientes são imprescindíveis para os cultivos agrícolas, portanto, os avanços tecnológicos na área das Ciências do solo são necessários para assegurar a sustentabilidade da agricultura, por meio do manejo, conservação e da gestão do solo, da água e dos nutrientes.

Apesar da agricultura ser uma ciência milenar diversas técnicas de manejo são criadas constantemente. No tocante, ao manejo e conservação da água e do solo, uma das maiores descobertas foi o sistema de plantio direto (SPD), criado na década de 80. Esse sistema é baseado em três princípios fundamentais: o não revolvimento do solo, a rotação de culturas e a formação de palhada por meio do uso de plantas de cobertura. Tais conhecimentos, juntamente com a descoberta da correção do solo (calagem) propiciaram o avanço da agricultura para áreas no Bioma Cerrado, que na sua maior parte é formado por Latossolo, que são solos caracterizados por apresentar o pH ácido, baixa teor de matéria orgânica e de fertilidade natural. Portanto, as tecnologias das Ciências do solo têm gerado melhorias para a agricultura.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para as áreas de biologia do solo, física do solo, química do solo, morfologia e classificação do solo e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo

Fábio Steiner

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO DO MILHO (<i>Zea mays</i> L.) EM SISTEMAS DE CULTIVO COM UTILIZAÇÃO DE ADUBAÇÃO BIOLÓGICA E BIOESTIMULANTE	
<i>Elston Kraft</i>	
<i>Carolina Riviera Duarte Maluche Baretta</i>	
<i>Leandro do Prado Wildner</i>	
<i>André Junior Ogliari</i>	
<i>Patrícia Nogueira</i>	
<i>Matheus Santin Padilha</i>	
CAPÍTULO 2	19
BIODIVERSIDADE DE RIZOBACTÉRIAS PRESENTES NO EXOESQUELETO DE FORMIGAS CORTADEIRAS DO GÊNERO ATTA SPP	
<i>Guilherme Peixoto de Freitas</i>	
<i>Lucas Mateus Hass</i>	
<i>Luana Patrícia Pinto</i>	
<i>Alexandre Daniel Schneider</i>	
<i>Marco Antônio Bacellar Barreiros</i>	
<i>Luciana Grange</i>	
CAPÍTULO 3	30
BIOMASSA MICROBIANA EM SOLOS DE DIFERENTES ESTADOS DE CONSERVAÇÃO NA SUB-REGIÃO DO PARAGUAI, PANTANAL SUL MATO-GROSSENSE	
<i>Mayara Santana Zanella</i>	
<i>Romário Crisóstomo de Oliveira</i>	
<i>Sebastião Ferreira de Lima</i>	
<i>Marivaine da Silva Brasil</i>	
<i>Hellen Elaine Gomes Pelissaro</i>	
CAPÍTULO 4	37
COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (GLOMEROMYCOTINA) EM ÁREAS DE CERRADO SOB DIFERENTES ESTÁGIOS DE REGENERAÇÃO	
<i>Bruna Iohanna Santos Oliveira</i>	
<i>Khadija Jobim</i>	
<i>Florisvalda da Silva Santos</i>	
<i>Bruno Tomio Goto</i>	
CAPÍTULO 5	52
DENSIDADE E DIVERSIDADE DE RIZOBACTÉRIAS SOB APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE	
<i>Luana Patrícia Pinto</i>	
<i>Diego Silva dos Santos</i>	
<i>Jhonatan Rafael Wendling</i>	
<i>Elisandro Pires Frigo</i>	
<i>Marco Antônio Barcelar Barreiros</i>	
<i>Luciana Grange</i>	
CAPÍTULO 6	61
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE MILHO UTILIZANDO <i>Trichoderma</i> sp. ASSOCIADO OU NÃO A UM REGULADOR DE CRESCIMENTO VEGETAL COMO PROMOTORES DE CRESCIMENTO	
<i>Sônia Cristina Jacomini Dias</i>	
<i>Rafael Fernandes de Oliveira</i>	
<i>Warley Batista da Silva</i>	

CAPÍTULO 7 74

ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DE UM LATOSSOLO SOB O CULTIVO DE CITRUS

Amanda Silva Barcelos
Athos Alves Vieira
Kleber Ramon Rodrigues
Leopoldo Concepción Loreto Charmelo
Alessandro Saraiva Loreto
João Luiz Lani

CAPÍTULO 8 79

CARACTERIZAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-HÍDRICAS DO SOLO EM DIFERENTES TEMPOS DE ADOÇÃO DO SISTEMA PLANTIO DIRETO

Matheus de Sousa
Helton Aparecido Rosa
Silene Tais Brondani
Leonardo Saviatto
Guilherme Mascarello

CAPÍTULO 9 89

CARACTERIZAÇÃO MICROMORFOLÓGICA E SUA RELAÇÃO COM ATRIBUTOS FÍSICOS EM CAMBISSOLOS DA ILHA DA TRINDADE – SUBSÍDIOS A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Eliane de Paula Clemente
Fábio Soares de Oliveira
Mariana de Resende Machado

CAPÍTULO 10 104

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, ESPECTROSCÓPICAS E TÉRMICAS DE SOLO DA BACIA DO RIO CATORZE

Elisete Guimarães
Leila Salmória
Julio Caetano Tomazoni
Nathalia Toller Marcon

CAPÍTULO 11 115

EVALUATION OF CROP MANAGEMENT THROUGH SOIL PHYSICAL ATTRIBUTES UNDERSUGARCANE ON SYSTEMS: NO-TILLAGE AND CONVENTIONAL TILLAGE

Oswaldo Julio Vischi Filho
Ingrid Nehmi de Oliveira
Camila Viana Vieira Farhate
Lenon Henrique Lovera
Zigomar Menezes de Souza

CAPÍTULO 12 120

QUALIDADE FÍSICA DO SOLO EM SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

Carlos Levi Anastacio dos Santos
Antonio Mauricélio Duarte da Rocha
Raimundo Nonato de Assis Júnior
Jaedson Cláudio Anunciato Mota

CAPÍTULO 13 129

AMOSTRA INFINITAMENTE ESPESSE DE SOLO E DE PLANTA PARA ANÁLISE POR ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X

Elton Eduardo Novais Alves
Pablo de Azevedo Rocha
Mariana Gonçalves dos Reis
Liovando Marciano da Costa

CAPÍTULO 14..... 140

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM SISTEMA AGROFLORESTAL COM USO DE PLANTAS DE COBERTURA

Bruna Bandeira Do Nascimento
Everton Martins Arruda
Leonardo Santos Collier
Rilner Alves Flores
Leonardo Rodrigues Barros
Vanderli Luciano Silva

CAPÍTULO 15..... 149

AValiação DA FERTILIDADE DO SOLO PARA A CULTURA DO COQUEIRO NO VALE DO JURUÁ, ACRE

Rita de Kássia do Nascimento Costa
Edson Alves de Araújo
Maria Antônia da Cruz Félix
Sílvia Maria Silva da Costa
Hugo Ferreira Motta Leite
Genilson Rodrigues Maia

CAPÍTULO 16..... 166

CAPACIDADE MÁXIMA DE ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM SOLOS DO TERRITÓRIO SERTÃO PRODUTIVO

Symone Costa de Castro
Elcivan Pereira Oliveira
Priscila Alves de Lima
Felizarda Viana Bebé

CAPÍTULO 17 178

DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES EM LATOSSOLO VERMELHO APÓS O USO DE SORGO E CROTALÁRIA NA ADUBAÇÃO VERDE

Cláudia Fabiana Alves Rezende
Thiago Rodrigues Ramos Faria
Simone Janaina da Silva Moraes
Luciana Francisca Crispim
Kamilla Menezes Gomides
Karla Cristina Silva

CAPÍTULO 18..... 190

EFEITO DO BIOSSÓLIDO SOBRE A FERTILIDADE DO SOLO DE PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SEROPÉDICA - RJ

Nágila Maria Guimarães de Lima Santos
Oclizio Medeiros das Chagas Silva
Ernandes Silva Barbosa
Fernando Ramos de Souza
Gean Correa Teles
Lucas Santos Santana

CAPÍTULO 19..... 199

RENEWAL OF THE ADSORPTIVE POWER OF PHOSPHORUS IN OXISOL

Gustavo Franco de Castro
Jader Alves Ferreira
Denise Eulálio
Allan Robledo Fialho e Moraes
Jairo Tronto
Roberto Ferreira Novais

CAPÍTULO 20 215

ANÁLISE DE SOLOS EM TOPOSSEQUÊNCIA NA FAZENDA EXPERIMENTAL DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE CARATINGA-MG

Athos Alves Vieira

Kleber Ramon Rodrigues

Leopoldo Concepción Loreto Charmelo

Alessandro Saraiva Loreto

João Luiz Lani

CAPÍTULO 21 224

ENSAIOS DE CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA E DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DE SOLOS EM ÁREA DEGRADADA POR EROÇÃO LINEAR

Alyson Bueno Francisco

SOBRE OS ORGANIZADORES 233

SOBRE OS AUTORES 234

ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM SISTEMA AGROFLORESTAL COM USO DE PLANTAS DE COBERTURA

Bruna Bandeira Do Nascimento

Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás
Goiânia – Goiás

Everton Martins Arruda

Professor pela Universidade de Rio Verde
Caiapônia - Goiás

Leonardo Santos Collier

Professor Adjunto pela Universidade Federal de Goiás
Goiânia - Goiás

Rilner Alves Flores

Professor Adjunto pela Universidade Federal de Goiás
Goiânia – Goiás

Leonardo Rodrigues Barros

Doutorando em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás
Goiânia - Goiás

Vanderli Luciano Silva

Doutorando em Zootecnia pela Universidade Federal de Goiás
Goiânia – Goiás

RESUMO: O manejo de sistemas agroflorestais adota plantas de cobertura como regra, promovendo melhoria nos atributos químicos e na produtividade dos cultivos. Esse manejo torna o sistema agrícola com uso mais eficiente da água e dos nutrientes, otimizando o uso de recursos

naturais e insumos. Com isso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os atributos químicos do solo após efeito residual de plantas de cobertura cultivadas solteiras ou consorciadas em sistema agroflorestal. A pesquisa foi realizada em Goiânia-GO, entre renques de árvores de barueiros (*Dipteryx alata* Vogel), em um solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, textura argilosa. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições. As plantas de cobertura foram cultivadas solteiras: feijão guandu (*Cajanus cajan*); estilosantes cv. campo grande (*Stylosanthes macrocephala* - 20% e *Stylosanthes capitata* - 80%); massai (*Panicum maximum*) ou consorciadas: feijão guandu + massai e estilosantes + massai. O cultivo de estilosantes cv. campo grande melhora os atributos químicos do solo em sistema agroflorestal, com incrementos de 100% nos teores de cálcio, e 19% nos valores de pH e 41% na soma de bases em relação a outros tratamentos com capim massai. A acidez potencial (H+Al) é reduzida em 32% com o cultivo de estilosantes cv. campo grande, porém, em relação aos tratamentos com cultivo de feijão guandu no sistema agroflorestal. Após este ciclo de cultivo não houve alteração dos atributos químicos do solo pelo uso de plantas de cobertura na profundidade 10-20 cm neste sistema agroflorestal.

PALAVRAS-CHAVE: Cultivo consorciado, Fertilidade do solo, Leguminosas, Gramíneas.

1 | INTRODUÇÃO

O uso de plantas de cobertura em sistemas agroflorestais (SAF's) podem promover melhorias aos atributos relacionados a fertilidade química do solo com incrementos na produtividade dos cultivos, condicionando a otimização do ambiente de produção por estarem inseridos em modelos agrícolas baseados nos conceitos de sustentabilidade, apresentando formas eficientes de uso de nutrientes e água.

Dentre as espécies de plantas de cobertura, o feijão guandu (*Cajanus cajan*), estilosantes (*Stylosanthes* spp.) e o capim massai (*Panicum maximum*) tem se destacado como uma alternativa para o manejo sustentável dos solos (Moreira et al., 2013; Wutke et al., 2014; Pereira et al., 2016). São espécies importantes para o bioma Cerrado tanto para alimentação de bovinos durante a estação seca como para formação de palha para o sistema plantio direto (Correia & Gomes, 2016). Trazem benefícios pelo aumento da proteção do solo e biodiversidade do agroecossistema (Damour et al., 2016), além da mineralização dos resíduos favorecer o processo de ciclagem de nutrientes (Pacheco et al., 2011).

Entre as alterações relacionadas aos atributos químicos, trabalhos destacam (Nascimento et al., 2003; Andrioli & Prado, 2012), especialmente o acúmulo de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e P nas camadas superficiais do solo em sistema plantio direto, o que pode estar relacionado à liberação de ácidos orgânicos da palhada residual (Pavinato & Rosolem, 2008), podendo afetar a produtividade das culturas nas safras (Moda et al., 2014; Torres et al., 2014). Estes resultados ocorrem especialmente com o cultivo em rotação ou sucessão com espécies leguminosas (Santos et al., 2010), utilizando grande quantidade de nitrogênio (N) através da fixação biológica (Veras et al., 2016) ou nutrientes ciclados de profundidades subsuperficiais do solo (Collier et al., 2006).

O uso de leguminosas em virtude da menor relação C:N apresenta taxa de decomposição mais rápida quando comparado ao uso de gramíneas (Santos et al., 2012), assim, uma alternativa para reduzir as taxas de decomposição e evitar que ocorram altas taxas de imobilização de N no solo seria realizar cultivos consorciados (Pacheco et al., 2011). O consórcio entre leguminosas e gramíneas promove maior fixação biológica de N (FBN) pela leguminosa quando a gramínea esgota este nutriente disponível do solo (Andrade Neto et al., 2010) e maior eficiência na utilização da água e nutrientes do solo, devido à exploração de diferentes volumes de solo pelos sistemas radiculares (Collier et al., 2011).

Com isso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os atributos químicos do solo em residual de plantas de cobertura cultivadas solteiras ou consorciadas em sistema agroflorestal.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em Goiânia, Estado de Goiás, Brasil, dentre as coordenadas 16° 36' 11" de latitude sul e 49° 16'47" de longitude oeste. O clima da região é o tipo climático Aw (Megatérmico) ou tropical de savanas, com invernos secos e verões chuvosos,

de acordo com a classificação de Köppen. A área de estudo possui 728 m de altitude, precipitação média anual de 1600 mm, com temperaturas mínimas e máximas anuais de 15,2 e 30,4 °C, respectivamente, segundo dados da estação climatológica da UFG (2017)

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, conforme procedimentos propostos pela EMBRAPA (2013). A análise química do solo antes da implantação do experimento apresentou, na profundidade 0-0,2 m, os seguintes resultados: Ca^{2+} : 1,18 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Mg^{2+} : 0,72 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, K^+ : 50,2 mg dm^{-3} , P (Mehlich I): 3,45 mg dm^{-3} , matéria orgânica: 21,2 g dm^{-3} , Al^{3+} : 0,2 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, H+Al: 5,01 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e valores de pH (CaCl_2): 5,3, capacidade de troca de *cátions* (CTC): 7,02 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, saturação por bases (V%): 29,0 %. O solo se situa em área que apresenta 432 g kg^{-1} de argila na camada 0-0,2 m.

No ano agrícola de 2006/07 foi implantado o pomar de barueiros (*Dipteryx alata Vogel*), sendo realizado o transplante das mudas com altura média de 0,4 m de forma manual em covas de 0,4 x 0,4 x 0,4 m. Foram implantados seis renques de barueiros com doze plantas, totalizando uma população de 72 árvores. A distribuição das mudas na área experimental foi em espaçamento de 3 m entre plantas e 6 m entre renques. Não foi realizado manejo de adubações nas espécies arbóreas e a área entre os renques permaneceu em pousio durante seis anos, até que em dezembro de 2012 foi implantado o experimento por meio da semeadura das plantas de cobertura.

As plantas de cobertura foram semeadas entre os renques, em posição adjacente aos barueiros, sendo que cada unidade experimental correspondia com duas árvores. As unidades experimentais foram constituídas de 5 m de largura por 6 m de comprimento, perfazendo uma área de 30 m^2 , entretanto, para área útil foi desprezado 1 m das extremidades, totalizando uma área de 20 m^2 . A área total do experimento foi de 600 m^2 .

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições. As plantas de cobertura foram cultivadas solteiras ou consorciadas: 1) feijão guandu (*Cajanus cajan*), 2) estilosantes campo grande (*Stylosanthes macrocephala* - 20% e *Stylosanthes capitata* - 80%), 3) capim massai (*Panicum maximum*), 4) feijão guandu + capim massai, 5) estilosantes + capim massai.

Em novembro de 2012 foi realizado o preparo convencional do solo com arado e grade leve, em seguida a semeadura das plantas de cobertura ocorreu de forma manual em sulco de plantio, sem prática de adubação mineral ou orgânica. Foram utilizados espaçamentos de 0,45 m entre plantas e taxas de semeadura de 2, 4 e 20 kg ha^{-1} para os cultivos solteiros de capim massai, estilosantes e feijão guandu, respectivamente. Nos cultivos consorciados as taxas de semeadura da espécie gramínea foram reduzidas em 20%, conforme indicação da EMBRAPA (2000).

Em novembro de 2014 foi realizada a semeadura direta do milho para silagem (Cati Verde 02) sobre a palhada residual das plantas de cobertura. O milho foi semeado em espaçamento de 0,9 m entre linhas e cinco sementes por metro linear, com estande de 55.555 plantas por hectare. Foi realizada adubação no sulco de plantio com 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 , na forma de fosfato monoamônio (MAP) e aos 25 dias após a semeadura foi realizada

adubação à lanço em cobertura com 25 kg ha⁻¹ de N e 30 kg ha⁻¹ de K₂O, nas formas de ureia e cloreto de potássio, respectivamente. Esta fertilização foi propositalmente mais baixa em relação às recomendações para monocultivos com culturas anuais (SOUZA & LOBATO, 2004), pois visamos também avaliar o possível efeito residual da palhada das plantas de cobertura em relação ao cultivo em rotação de milho silagem entre os renques das árvores de barueiros.

A amostragem de solo foi realizada nas profundidades 0,0 – 0,10 e 0,10 – 0,20 m, com objetivo de verificar o efeito do manejo das plantas de cobertura na camada superficial do solo, no momento da colheita do milho silagem. Foram retiradas quatro amostras simples de solo dentro de cada unidade experimental para constituir uma amostra composta. A coleta de solo ocorreu nas entre linhas, propriamente na posição de projeção da copa da espécie arbórea (SOUSA; LOBATO, 2004).

Foram avaliados os seguintes atributos químicos do solo: teores de fósforo e potássio (extraídos em Mehlich I), cálcio e magnésio (extraídos em KCl), determinados por titulação de EDTA, Acidez potencial (H+Al) e pH em CaCl₂ (EMBRAPA, 2011). Foram calculadas as somas de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%). Os teores de matéria orgânica do solo foram determinados pelo método de oxidação com dicromato e leitura em espectrofotômetro (EMBRAPA, 2009).

A análise estatística dos dados foi realizada pela análise de variância (Teste de F) e quando obtivemos resultados significativos, as médias foram comparações pelo teste de Tukey (p<0,05), utilizando o programa estatístico Sisvar versão 5,6 (FERREIRA, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os atributos químicos analisados aqueles que apresentaram diferença entre os tratamentos de plantas de cobertura foram o Ca, o pH, o Al+H e a V%, todos na camada de 0-10 cm (Tabela 1). Foram observados aumentos significativos nos teores de cálcio (Ca²⁺), valores de pH e soma de bases (V%) na profundidade 0-10 cm do solo no tratamento com residual de palhada de estilosantes. A acidez potencial (H+Al) foi reduzida com o cultivo de estilosantes, porém, somente em relação ao cultivo de feijão guandu e ao consórcio de feijão guandu + massai (FG+M). Na profundidade 10-20 cm não foram verificadas diferenças significativas para os atributos químicos do solo (Tabela 1).

Os maiores teores de Ca²⁺ na solução do solo ocorreram provavelmente pelo maior teor e acúmulo deste nutriente em plantas de estilosantes (Moreira et al., 2013), desta forma, através a mineralização da palhada houve incrementos significativos deste macronutriente no solo em relação ao uso das demais plantas de cobertura. A alta ciclagem de Ca²⁺ na profundidade de 0-10 cm proporcionou aumentos nos valores de soma de bases (V%), devido a maior participação deste cátion no complexo de troca com os colóides do solo (Andrioli & Prado, 2012). Os valores de Ca com estilosantes atingem o dobro da quantidade obtida com os tratamentos consorciados com leguminosas e capim e 75% maiores que as

demais plantas. Os valores de $2,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ **são bastante expressivos em magnitude e significam na prática uma menor necessidade de reposição do nutriente via calagem**

A explicação dos baixos valores de H+Al na profundidade 0-10 cm está relacionada aos maiores valores de pH, uma vez que, com o pH (CaCl_2) superior a 4,9, praticamente todo o alumínio do solo está precipitado como $\text{Al}(\text{OH})_3$ (Pavinato et al., 2009). Estes resultados demonstraram a capacidade que o estilosantes tem em amenizar os efeitos da acidez do solo, pois o aumento do pH e a redução de H+Al somente foram verificados nos tratamentos com residual desta leguminosa.

O benefício das leguminosas na redução da acidez do solo também tem sido verificado em outras pesquisas (Nascimento et al., 2003; Collier et al., 2011; Silva et al., 2015). A explicação é atribuída à ação das leguminosas pela cobertura vegetal, ação do sistema radicular, ocasionando maior concentração de raízes no perfil do solo e retorno dos resíduos a superfície (Nascimento et al., 2003), promovendo elevação do pH, através da complexação de H e Al pelos compostos orgânicos vegetais, principalmente os ácidos orgânicos de baixa massa molecular (Pavinato & Rosolem, 2008).

Outro fator considerável é que se o pH do solo for menor do que a constante de dissociação média do grupo dos ácidos orgânicos fracos dos materiais orgânicos adicionados, haverá aumento no pH devido a associação do solo com alguns dos ânions orgânicos (Andrioli & Prado, 2012), deixando os cátions mais livres na solução do solo, podendo ocasionar aumento na saturação de bases (Pavinato & Rosolem, 2008). Nestas situações, grande parte da CTC é ocupada por cátions importantes para o crescimento de espécies cultivadas, como o Ca^{2+} e Mg^{2+} (Pavinato et al., 2009).

Plantas de cobertura	P -mg dm ⁻³ -	K	Ca -cmol _c dm ⁻³ -	Mg	MO gdm ⁻³	pH	H+Al -----cmol _c dm ⁻³ -----	SB	CTC	V %
Profundidade 0-10 cm										
E	4,25	46,5	2,00 a	0,16	2,00	5,0 a	2,7 a	2,50 a	5,73	43 a
FG	5,25	58,5	1,25 b	0,06	2,00	4,4 b	4,0 b	1,78 b	5,58	32 ab
M	3,25	57,7	1,25 b	0,14	2,25	4,3 b	3,5ab	1,72 b	5,12	33ab
E+M	4,00	56,0	1,00 b	0,30	2,10	4,4 b	3,0ab	1,68 b	4,68	37ab
FG+M	3,75	45,0	1,00 b	0,19	2,50	4,2 b	4,0 b	1,47 b	5,50	28 b
F _{teste}	1,2 ^{n.s.}	1,1 ^{n.s.}	6,2**	2,4 ^{n.s.}	2,0 ^{n.s.}	8,7**	4,8*	33,1*	1,4 ^{n.s.}	4,4*
CV(%)	32,11	23,31	25,32	64,11	14,71	4,92	14,97	7,42	12,98	15,86
Profundidade 10-20 cm										
E	2,75	38,5	1,50	0,22	1,75	4,4	3,00	2,05	5,08	40
FG	3,50	30,0	1,50	0,17	1,25	4,3	3,50	1,66	5,11	32
M	3,50	33,7	1,50	0,16	1,75	4,3	3,25	1,85	4,95	37
E+M	2,50	37,5	1,75	0,40	1,75	4,3	3,50	2,07	5,32	38
FG+M	3,25	43,0	1,25	0,23	2,00	4,3	3,50	1,63	5,08	32
F _{teste}	1,3 ^{n.s.}	1,1 ^{n.s.}	0,4 ^{n.s.}	2,2 ^{n.s.}	1,8 ^{n.s.}	0,6 ^{n.s.}	1,2 ^{n.s.}	0,7 ^{n.s.}	0,3 ^{n.s.}	1,5 ^{n.s.}
CV(%)	24,81	25,01	33,8	53,76	24,01	10,63	12,19	25,15	9,31	15,65

Tabela 1: Atributos químicos do solo em lavoura de milho silagem após dois anos com uso de plantas de cobertura cultivadas solteiras ou consorciadas em sistemas agroflorestais.

E: estilosantes; FG: feijão guandu; M: massai; E+M: estilosantes + massai; FG+M: feijão guandu + massai

Em contrapartida, algumas pesquisas têm observado efeito contrário, observando que as plantas de estilosantes possuem capacidade para contribuir com a acidificação dos solos (Perez et al., 2007; Santos et al., 2012). A acidificação de regiões de rizosfera no solo pelo estilosantes é atribuída a captação de cátions em excesso, especialmente pela grande absorção de Ca^{2+} e dependência de fixação biológica de nitrogênio, o que induz significativa extrusão de H^+ a partir de raízes para manter eletroneutralidade celular (Perez et al., 2007), entretanto, estas pesquisas têm sido realizadas com o *Stylosanthes guianensis*, cv. mineirão, uma espécie diferente da utilizada neste estudo. Os resultados com redução da acidez do solo obtidos pelas espécies *Stylosanthes macrocephala* (20%) e *Stylosanthes capitata* (80%), cv. campo grande, podem ter ocorrido por uma possível menor extrusão de prótons H^+ por esta espécie de leguminosa, tanto na absorção de cátions, como no processo de fixação biológica de nitrogênio.

Os incrementos de Ca^{2+} na solução do solo nos tratamentos com estilosantes proporcionaram aumentos nos valores de soma de bases (SB) em relação as demais plantas de cobertura e aumentos na saturação por bases (V%) em relação ao FG+M, na camada de 0-10 cm (Tabela 1). A alta ciclagem de Ca^{2+} promove aumentos nos valores de soma de bases, devido a maior participação deste cátion no complexo de troca com os colóides do solo (Nascimento et al., 2003; Andrioli & Prado, 2012).

A avaliação conjunta dos resultados obtidos para o tratamento com o estilosantes (pH CaCl_2 5,0, SB =2,5 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, V%=43) leva a interpretação de que o solo mantém atributos químicos que permitem o cultivo subsequente com espécies cultivadas de maior exigência nutricional ou de maior potencial produtivo, mesmo considerando o efeito na camada de 0-10 cm. Considerando a natureza química desse solo e a dificuldade de manter as coberturas em sistemas de plantio no cerrado, o resultado para uma leguminosa é satisfatório.

A ausência de significância ($p>0,05$) para profundidade 10-20 cm pode indicar que apesar da adição de resíduos de plantas de cobertura com diferentes composições nutricionais para o solo, os efeitos ocorreram apenas na camada superficial. Em camadas mais profundas, o efeito das plantas de cobertura pode ser inexpressivo (Pavinato et al., 2009), todavia, em algumas situações podem promover efeitos positivos em subsuperfície, por meio da ação dos sistemas radiculares profundos e agressivos das plantas de cobertura (Veras et al., 2016). No entanto, o manejo das plantas com cortes que eram mantidos à superfície não foi capaz de influenciar a camada de 10-20 cm no período observado.

De acordo com Santos et al., (2012), obter resultados apenas em profundidades superficiais em manejo do solo em sistema plantio direto quando as culturas de cobertura são cortadas e distribuídas de forma homogênea sobre a superfície do solo está relacionado ao aporte da biomassa vegetal e aos fatores climáticos do bioma cerrado, somando se estes aos processos biológicos de decomposição dos materiais orgânicos, favorecendo a mineralização dos nutrientes apenas na camada superficial do solo.

4 | CONCLUSÕES

O aumento nos teores de cálcio, valores de pH e saturação e soma de bases e a redução na acidez potencial (H+Al) na solução do solo sugere que o estilosantes cv. campo grande é uma cultura de cobertura viável quando se pretende melhorar estes atributos químicos do solo em sistema agroflorestal na região estudada.

O uso de leguminosas e gramíneas em consórcio não se mostrou efetivo em influenciar os atributos químicos do solo após dois ciclos de cultivo quando comparado ao uso do estilosantes em sistema agroflorestal.

Os atributos químicos do solo não são afetados pelo uso de plantas de cobertura na profundidade 10-20 cm em sistema agroflorestal.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLI, I.; PRADO, R. M. Plantas de cobertura em pré-safra e adubação nitrogenada na fertilidade do solo em diferentes camadas, cultivado com milho em sistema de plantio direto e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 963-978, 2012.

COLLIER, L.S.; CASTRO, D.V.; DIAS NETO, J.J.; BRITO, D.R.; RIBEIRO, P.A.A. Manejo da adubação nitrogenada para o milho sob palhada de leguminosas em plantio direto em Gurupi, TO. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1100-1105, 2006.

COLLIER, L.S.; KIKUCHI, F.Y.; BENÍCIO, L.P.F.; SOUSA, S.A. Consórcio e sucessão de milho e feijão-de-porco como alternativa de cultivo sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.3, p.306-313, 2011.

CORREIA, N. M.; GOMES, L. J. P. Soybean over sowing with *Urochloa brizantha* and *Panicum maximum* and the straw formation in a no-tillage system. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 3, p. 1209-1218, 2016.

DAMOUR, G.; GUÉRIN, C.; DOREL, M. Leaf area development strategies of cover plants used in banana plantations identified from a set of plant traits. **European Journal of Agronomy**. v.74, p.103-111, 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Campinas, v. 6, p. 36 - 41, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Estilosantes campo grande: Estabelecimento, manejo e produção animal**. 1. ed. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 8 pp

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2009. 627 pp.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análises de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de**

Classificação de Solos. 3ª. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2013. 350 pp.

MODA, L. R.; SANTOS, C. L. R.; FLORES, R. A.; BORGES, B. M. M. N.; ANDRIOLI, I.; PRADO, R. M. Resposta do milho cultivado em sistema de plantio direto à aplicação de doses de nitrogênio e cultivo de plantas de cobertura em pré-safra. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1, p. 178-187, 2014.

MOREIRA, J. F. M.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SIMON, G. A.; CRUVINEL, W. S.; BENTO, J. C. Nutrientes em cultivares de *Brachiaria brizantha* e Estilosantes em cultivo solteiro e consorciado. **Archivos de Zootecnia**. v. 62, n. 240, p. 513-523. 2013.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F.; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. F. Efeito de leguminosas nas características químicas da matéria orgânica de um solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.457-462, 2003.

PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p.17-25, 2011.

PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo – decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:911-920, 2008.

PAVINATO, P. S.; MERLIN, A.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de cátions no solo alterada pelo sistema de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:1031-1040, 2009.

PEREIRA, G. A. C.; LIMA, L. R.; SILVA, J. A.; GALATI, R. L.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ABREU, J. G.; JESUS, L. P.; SANTOS, V. A. C.; CENI, I.; CABRAL, L. S. Dry matter production and chemical composition of Massai grass submitted to nitrogen rates and cutting heights. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 2487-2498, 2016.

PEREZ, M. J.; SMYTH, T. J.; ISRAEL, D. W. Comparative effects of two forage species on rhizosphere acidification and solubilization of phosphate rocks of different reactivity. **Journal of Plant Nutrition**. v.30, n. 9, p. 1421-1439, 2007.

SANTOS, P. A.; SILVA, A. F.; CARVALHO, M. A. C.; CAIONE, G. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.2, p.123-134, 2010.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; BECQUER, T. Atributos químicos e estabilidade de agregados sob diferentes culturas de cobertura em Latossolo do cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, n.11, p.1171-1178, 2012.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 3ª ed. Viçosa: Imprensa Universitária Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.

SILVA, C.F.; LOSS, A.; CARMO, E.R.; PEREIRA, M.G.; SILVA, E.M. R.; MARTINS, M.A. Fertilidade do solo e substâncias húmicas em área de cava de extração de argila revegetada com eucalipto e leguminosas no norte fluminense. **Ciência Florestal**, v.25, n.3, p.547-561, 2015.

SILVA, D. S. N.; VENTURIN, N.; RODAS, C. L.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, R. P.; MELO, L. A. Growth and mineral nutrition of baru (*Dipteryx alata* Vogel) in nutrient solution. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.20, n.12, p.1101-1106, 2016.

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

TORRES, J. L. R.; CUNHA, M. A.; PEREIRA, M. G.; VIEIRA, D. M. S. Cultivo de feijão e milho em sucessão a plantas de cobertura. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 4, p. 117-125, 2014.

VERAS, M. S.; RAMOS, M. L. G.; OLIVEIRA, D. N. S.; FIGUEIREDO, C. C.; CARVALHO, A. M.; PULROLNIK, K.; SOUZA, K. W. Cover Crops and Nitrogen Fertilization Effects on Nitrogen Soil Fraction under Corn Cultivation in a No-Tillage System. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 40. 2016.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-03-1

