

Elementos da Natureza e Propriedades do Solo Vol. 3

Atena Editora



Atena Editora

**ELEMENTOS DA NATUREZA E PROPRIEDADES DO
SOLO – Vol. 3**

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

Profª Drª Adriana Regina Redivo – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Pesquisador da 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. Carlos Javier Mosquera Suárez – Universidad Distrital de Bogotá-Colombia
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. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
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)

Atena Editora.
A864e Elementos da natureza e propriedades do solo – Vol. 3 [recurso eletrônico] / Atena Editora. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.
9.087 kbytes – (Ciências Agrárias; v.3)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
DOI 10.22533/at.ed.691182702
ISBN 978-85-93243-69-1

1. Agricultura. 2. Ciências agrárias. 3. Solos. 4. Sustentabilidade.
I. Título. II. 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 da autora.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos a autora, 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

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

ACÚMULO DE MASSA SECA E NITROGÊNIO EM CEVADA INOCULADA COM *Azospirillum brasilense* SOB NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

Gustavo Ribeiro Barzotto, Sebastião Ferreira de Lima, Osvaldir Feliciano dos Santos, Eduardo Pradi Vendruscolo, Irineu Eduardo Kühn e Gabriel Luiz Piatì 7

CAPÍTULO II

ADUBAÇÃO FOSFATADA E CRESCIMENTO INICIAL DE BARU EM LATOSSOLO VERMELHO ARGILOSO

Diana Suzete Nunes da Silva, Nelson Venturin, Regis Pereira Venturin, Renato Luiz Grisi Macedo, Fernanda Silveira Lima, Leandro Carlos, Elias de Sá Farias, João Faustino Munguambe e Júlio César Tannure Faria.....16

CAPÍTULO III

ADUBAÇÃO ORGÂNICA E FERTIRRIGAÇÃO POTÁSSICA EM VIDEIRAS 'SYRAH': CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE MACRONUTRIENTES E CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO

Davi Jose Silva, Alexsandro Oliveira da Silva e Luís Henrique Bassoi25

CAPÍTULO IV

ALTERAÇÃO NA DENSIDADE POPULACIONAL DE NEMATÓIDES EM ÁREA CULTIVADA COM ADUBOS VERDES AO LONGO DE TRÊS ANOS

Oclizio Medeiros das Chagas Silva, Fernando Ramos de Souza, Ernandes da Silva Barbosa, Ricardo Luís Louro Berbara, Luiz Rodrigues Freire, Lucas Amaral de Melo e Renato Luiz Grisi Macedo 35

CAPÍTULO V

ANÁLISE DE TEORES DE ZINCO, BTEX E HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS EM SOLO CONTAMINADO POR GASOLINA E ÓLEO DIESEL

Ilton Agostini Júnior, Mari Lucia Campos, David José Miquelluti e Letícia Sequinato...44

CAPÍTULO VI

ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DO ARROZ EM SUCESSÃO A CULTIVOS DE PLANTAS DE COBERTURA E DESCOMPACTAÇÃO MECÂNICA

Vagner do Nascimento, Marlene Cristina Alves, Orivaldo Arf, Epitácio José de Souza, Paulo Ricardo Teodoro da Silva, Michelle Traete Sabundjian, João Paulo Ferreira e Flávio Hiroshi Kaneko.....51

CAPÍTULO VII

ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREA DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS NO SEMIÁRIDO TROPICAL

Cristiane de Souza Araújo, Airon José da Silva, Clístenes Williams Araújo do Nascimento, Ingredy Nataly Fernandes Araújo e Karina Patrícia Vieira da Cunha..... 66

CAPÍTULO VIII

ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SOLOS EM POVOAMENTOS DE PINUS TAEDA QUATRO ANOS APÓS A FERTILIZAÇÃO

Letícia Moro, Paulo César Cassol, Camila Adaime Gabriel e Marcia Aparecida Simonete 86

CAPÍTULO IX

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SARARÉ, SUDOESTE DO ESTADO DE MATO GROSSO

Valcir Rogério Pinto, Maria Aparecida Pereira Pierangeli, Célia Alves de Souza, Sandra Mara Alves da Silva Neves, Ana Claudia Stoll Borges e Carolina Joana da Silva 95

CAPÍTULO X

AVALIAÇÃO DA UMIDADE VOLUMÉTRICA DO SOLO EM VASO COM DOIS GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS SUBMETIDOS À DEFICIÊNCIA HÍDRICA

Gentil Cavalheiro Adorian, Klaus Reichardt, Durval Dourado Neto, Evandro Reina¹¹⁹, Cid Tacaoca Muraishi, Rogério Cavalcante Gonçalves e Evelynne Urzêdo Leão..... 119

CAPÍTULO XI

AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE DO MILHO UTILIZANDO FONTES ALTERNATIVAS DE ADUBAÇÃO

Isaías dos Santos Reis, Mariléia Barros Furtado, Clene dos Santos Reis, Maryzélia Furtado Farias e Jomar Livramento Barros Furtado 125

CAPÍTULO XII

AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE CHERNOSSOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COLÔNIA - BA

Monna Lysa Teixeira Santana, Marina Oliveira Paraíso Martins e Ana Maria Souza dos Santos Moreau.....141

CAPÍTULO XIII

AVALIAÇÃO TEXTURAL DE UM LATOSSOLO POR GRANULOMETRIA A LASER EM DIFERENTES PROCEDIMENTOS NO MUNICÍPIO DE HIDROLÂNDIA - GOIÁS

Lucas Espíndola Rosa, Selma Simões de Castro, Vlândia Correchel e Elizon Dias Nunes.....149

CAPÍTULO XIV

BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS FLORESTAIS

Rafael Malfitano Braga, Francisco de Assis Braga e Nelson Venturin 158

CAPÍTULO XV

CALAGEM E TEXTURA DO SOLO NO CRESCIMENTO E INTEGRIDADE DA CLOROFILA DA CAROBINHA

Willian Vieira Gonçalves, Maria do Carmo Vieira, Néstor Antonio Heredia Zárate, Helder Denir Vhaldor Rosa Aran, Heverton Ponce Arantes e Lucas Yoshio Nitta 169

CAPÍTULO XVI

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DE SOLOS COM MANEJOS DISTINTOS

Vander Rocha Lacerda, Pedro Henrique Lopes Santana, Reginaldo Arruda Sampaio, Márcio Neves Rodrigues, Priscila Ramos Vieira, Nicolay Wolff Ruppim, Lud' Milla

Medeiros e Humberto Alencar Paraíso 179

CAPÍTULO XVII

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, MINERALOGIA E MORFOLOGICA DE UM SOLO RESIDUAL COMPACTADO COM PROBLEMAS EROSIVOS

Julio César Bizarreta Ortega e Tácio Mauro Pereira de Campos 187

CAPÍTULO XVIII

COMPORTAMENTO DE RÚCULA SOBRE DOSES CRESCENTES DE NITROGÊNIO NO OESTE DA BAHIA

Liliane dos Santos Sardeiro, Rafael de Souza Felix, Charles Cardoso Santana, Silas Alves Souza e Adilson Alves Costa 199

CAPÍTULO XIX

DENSIDADE DE MICROORGANISMOS SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO VÁRZEAS DE SOUSA - PB

Adriana Silva Lima, Tádria Cristiane de Sousa Furtunato, Késsia Régina Monteiro de Oliveira, Fernanda Nunes de Araújo, Iara Almeida Roque e Denis Gustavo de Andrade Sousa 211

CAPÍTULO XX

DESENVOLVIMENTO DO MAMOEIRO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES MANEJOS COM ADUBAÇÕES ORGÂNICAS

Jecimiel Gerson Borchardt, Patrícia Soares Furno Fontes, Dayane Littig Barker Klem, Alexandre Gomes Fontes, Leandro Glaydson da Rocha Pinho e Anderson Mathias Holtz 223

CAPÍTULO XXI

EFEITO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E INOCULANTE NAS CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DO FEIJOEIRO COMUM

Marivaldo Vieira Gonçalves, João Paulo Ferreira de Oliveira, Marcos de Oliveira, Jeferson da Silva Zumba, Jéssyca Dellinhares Lopes Martins e Mácio Farias de Moura 230

CAPÍTULO XXII

EFEITO DE DIFERENTES DOSAGENS E FORMAS DE APLICAÇÃO DE ENXOFRE ELEMENTAR NAS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DO ALGODOEIRO

Elias Almeida dos Reis, Charles Cardoso Santana, Tadeu Cavalcante Reis, Alberto do Nascimento Silva, Robson Gualberto de Souza e Aracy Camilla Tardin Pinheiro 238

CAPÍTULO XXIII

EFEITO DO PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM HÍBRIDOS DE SORGO EM ÁREA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Bruno Nicchio, Bárbara Campos Ferreira, Gustavo Alves Santos, Lucélia Alves Ramos, Hamilton Seron Pereira e Gaspar Henrique Korndörfer 247

CAPÍTULO XXIV

ESTOQUES DE CARBONO ORGÂNICO EM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO E USO DA TERRA (SUTS)

Janaína Ferreira Guidolini, Teresa Cristina Tarlé Pissarra, Maria Teresa Vilela Nogueira Abdo e Renata Cristina Araújo Costa 260

CAPÍTULO XXV

GESSO AGRÍCOLA ASSOCIADO AO CALCÁRIO E PRODUTIVIDADE DE SEMENTES SECAS DE GUARANÁ

Lucio Pereira Santos, Enilson de Barros Silva, Scheilla Marina Bragança e Lucio Resende 269

CAPÍTULO XXVI

MARCHA DE ABSORÇÃO DE MICRONUTRIENTES PARA O MELOEIRO FERTIRRIGADO

Fernando Sarmento de Oliveira, Flávio Sarmento de Oliveira e Josinaldo Lopes Araujo Rocha 281

CAPÍTULO XXVII

PRODUTIVIDADE DE TRIGO IRRIGADO EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE INOCULAÇÃO COM AZOSPIRILLUM BRASILENSE VIA FOLIAR

Fernando Shintate Galindo, Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho, Salatiér Buzetti, Mariana Gaioto Ziolkowski Ludkiewicz e João Leonardo Miranda Bellotte 290

CAPÍTULO XXVIII

TEORES FOLIARES DE MACRONUTRIENTES EM DIFERENTES MATERIAIS DE TOMATE INDUSTRIAL

Joicy Vitória Miranda Peixoto, Emmerson Rodrigues de Moraes, Jordana Guimarães Neves, Regina Maria Quintão Lana e Abadia dos Reis Nascimento 303

Sobre os autores.....313

CAPÍTULO I

ACÚMULO DE MASSA SECA E NITROGÊNIO EM CEVADA INOCULADA COM *Azospirillum brasilense* SOB NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

**Gustavo Ribeiro Barzotto
Sebastião Ferreira de Lima
Oswaldir Feliciano dos Santos
Eduardo Pradi Vendruscolo
Irineu Eduardo Kühn
Gabriel Luiz Piatì**

**ACÚMULO DE MASSA SECA E NITROGÊNIO EM CEVADA INOCULADA COM
Azospirillum brasilense SOB NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Gustavo Ribeiro Barzotto

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul
Chapadão do Sul – Mato Grosso do Sul

Sebastião Ferreira de Lima

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul
Chapadão do Sul – Mato Grosso do Sul

Oswaldir Feliciano dos Santos

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências
Agronômicas
Botucatu – São Paulo

Eduardo Pradi Vendruscolo

Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia
Goiânia – Goiás

Irineu Eduardo Kühn

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul
Chapadão do Sul – Mato Grosso do Sul

Gabriel Luiz Piati

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul
Chapadão do Sul – Mato Grosso do Sul

RESUMO: A inoculação de gramíneas com rizobactérias promotoras de crescimento pode beneficiar essas plantas pela fixação de nitrogênio. O objetivo desse trabalho foi verificar a influência da adubação nitrogenada e da inoculação com *Azospirillum brasilense*, no acúmulo de massa seca e nitrogênio em cevada. Os tratamentos consistiram da inoculação das sementes de cevada cervejeira BRS Sampa com *Azospirillum brasilense* e sua ausência, combinado com a adubação nitrogenada, em quatro doses (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N). O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 2, com três repetições. Foram avaliados o acúmulo de massa seca em parte aérea e espigas e teor de nitrogênio em parte aérea, espigas e grãos. A inoculação com *Azospirillum brasilense* proporciona maior acúmulo de massa seca de parte aérea e espigas na ausência e em dose alta de adubação nitrogenada, com menor acúmulo de N na parte aérea, porém acarreta em seu maior acúmulo nos grãos, exceto na maior dose do fertilizante. Na ausência de inoculação, o teor de N dos tecidos aumenta conforme a elevação das doses de N, porém ocorre diminuição do acúmulo de massa seca a partir da dose aproximada de 60 kg ha⁻¹ do fertilizante.

PALAVRAS-CHAVE: *Hordeum vulgare*, bactéria diazotrófica, promotores de crescimento.

1-INTRODUÇÃO

A importância da cevada (*Hordeum vulgare* L.) para fins cervejeiros no cenário nacional pode ser verificada pela insuficiência produtiva, com concentração em estados localizados na região sul do país. Na safra 2016, a cultura atingiu a produção de 374,8 mil toneladas de grãos (Conab, 2017). Como alternativa à descentralização da produção, empresas brasileiras de pesquisa têm trabalhado no melhoramento de genótipos de cevada cervejeira adaptados ao cultivo no cerrado, obtendo cultivares de alta produção (Amabile et al., 2004).

O nitrogênio é um dos nutrientes mais absorvido pelas gramíneas. Seu adequado suprimento é importante para assegurar o máximo potencial produtivo da cultura (Viana & Kiehl, 2010). Segundo Wanser & Mundstok (2007) a disponibilidade desse nutriente influencia o acúmulo de matéria seca e a emissão de aflhos, assim como a sobrevivência destes em períodos posteriores, impactando na produção de espigas por planta.

Diante da necessidade de suprimento adequado as plantas, estratégias devem ser consideradas para o manejo da adubação nitrogenada, de forma a evitar prejuízos financeiros e ambientais. Para tornar mais sustentável o meio, buscam-se mecanismos para aumentar a eficiência produtiva, ao mesmo tempo em que se reduzem os custos. Assim, aumentou o interesse em bactérias benéficas que colonizam a rizosfera de gramíneas, tais como o *Azospirillum brasilense*.

Essa bactéria produz substâncias promotoras do crescimento (Moreira et al. 2010), contribuindo com o sistema radicular que se torna mais eficiente na absorção de nutrientes, aumentando o acúmulo de nitrogênio e possivelmente contribuindo com parcela de suprimento de nitrogênio para as plantas, já que o microrganismo é capaz de fixar para seu próprio benefício (Sala et al., 2005). No entanto, essa associação não supre toda o nitrogênio requerido pela planta, sendo necessário a avaliação dos efeitos da inoculação sobre diferentes quantidades de nitrogênio fornecido.

A hipótese da pesquisa é que a inoculação com *Azospirillum brasilense* proporciona maior acúmulo de massa seca e nitrogênio em plantas de cevada, com redução da necessidade de adubação nitrogenada. O objetivo do trabalho foi verificar a influência da adubação nitrogenada e da inoculação de *Azospirillum brasiliense*, no acúmulo de massa seca e nitrogênio na planta da cevada.

2-MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul em Chapadão do Sul - MS. O município está situado a uma altitude média de 820 m e o clima é classificado de acordo com Köppen como tipo Aw, tropical úmido, com temperatura média em torno de 29 °C, tendo precipitação pluviométrica média anual de 1.850 mm, com concentração de chuva no verão e

seca no inverno (CUNHA et al., 2013). O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico com horizonte B latossólico, de textura argilosa, cultivado a vários anos com culturas anuais em sistema convencional, sendo a ervilha a última explorada. A análise química apresentou os seguintes resultados na profundidade de 0 a 20 cm: pH (CaCl₂) – 4,9; MO – 33,5 mg dm⁻³; P (resina) - 9 mg dm⁻³; Ca²⁺ – 2,9 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ – 0,9 cmol_c dm⁻³; K⁺ – 0,07 cmol_c dm⁻³; H + Al – 2,9 cmol_c dm⁻³; CTC de 6.77 cmol_c dm⁻³ e 53,7 % de saturação por bases.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial, sendo quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) na presença ou ausência de inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, e três repetições. Cada parcela consistiu de cinco linhas espaçadas de 0,17 m entre si e comprimento de quatro metros, com área individual de 3,4 m².

A semeadura ocorreu no dia 2 de julho de 2014, sendo realizada de forma manual, na proporção de 250 sementes por m². As sementes foram tratadas com Carboxina + Tiram na dose de 50 mL por 100 kg de sementes e Piraclostrobina + Tiofanato metílico + Fipronil na dose de 100 mL por 100 kg de sementes e os tratamentos que foram inoculados receberam o *A. brasiliense* na dose de 3,0 mL kg⁻¹ de sementes (Masterfix® Gramíneas, estirpes Ab-V5 e Ab-V6, com 10⁸ células viáveis ml⁻¹).

O preparo do solo foi realizado com uma gradagem e a adubação de base ocorreu de forma manual, na linha de semeadura, seguindo o resultado da análise do solo e as recomendações para a cultura conforme Souza; Lobato (2004), com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 50 kg de K₂O (cloreto de potássio). A adubação de cobertura foi realizada 41 dias após a emergência (DAE), com aplicação, de acordo com cada tratamento, das doses de nitrogênio na forma de ureia e 40 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de KCl. O manejo fitossanitário de pragas foi realizado de acordo com as recomendações para a cultura.

Aos 90 DAE (florescimento pleno) foi realizado a coleta de dez plantas dentro de cada parcela. Em seguida separaram-se as plantas em parte aérea (caule + folhas) e espigas, efetuando-se a secagem das mesmas em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C durante 72 horas, determinando assim massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de espigas (MSESP). O material então foi moído em moinho do tipo Willey para determinação dos teores de nitrogênio em parte aérea (TNPA) e espigas (TNE), pelo método micro Kjeldahl.

A colheita ocorreu 112 DAE, quando 70% das folhas bandeiras apresentavam a coloração característica da maturação fisiológica. Os grãos então foram secos e moídos, realizando-se assim teor de nitrogênio nos grãos (TNG), pelo método já descrito.

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e comparadas pelo teste de Tukey a 5% para inoculação ou sua ausência e regressão para doses de nitrogênio.

3-RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu interação significativa para todas as variáveis analisadas. A inoculação com *A. brasilense* proporcionou maior acúmulo de massa seca da parte aérea, exceto para a dose de 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Tabela 1).

Características	Doses de N (kg ha ⁻¹)			
	0	40	80	120
MSPA (g)				
INOC	32,67 a	36,75 b	34,56 a	32,83 a
N INOC	19,14 b	47,73 a	32,18 b	27,51 b
MSE(g)				
INOC	21,05 a	24,1 b	21,22 a	18,98 a
N INOC	10,86 b	28,09 a	20,99 a	11,86 b
TNPA (%)				
INOC	1,06 b	1,21 b	1,68 a	1,43 b
N INOC	1,25 a	1,37 a	1,57 b	1,98 a
TNE (%)				
INOC	2,18 a	2,4 a	2,15 b	2,0 b
N INOC	2,06 a	2,21 b	2,29 a	2,55 a
TNG (%)				
INOC	1,87 a	2,02 a	2,33 a	1,68 b
N INOC	1,61 b	1,77 b	1,9 b	2,12 a

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferenciam estatisticamente (Tukey, $p > 0.05$).

Tabela 1. Massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de espiga (MSE), teor de nitrogênio da parte aérea (TNPA), teor de nitrogênio na espiga (TNE) e teor de nitrogênio nos grãos (TNG) de cevada sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e na presença (INOC) ou ausência (N INOC) de inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Table 1. Dry mass of aerial part (MSPA), dry spike mass (MSE), nitrogen content of aerial part (TNPA), Nitrogen content in the spike (TNE) and nitrogen content in grains (TNG) of barley under different levels of nitrogen fertilization and in the presence (INOC) or absence (N inoc) of inoculation with *Azospirillum brasilense*.

As plantas que receberam inoculação e dose de 0 kg ha⁻¹ de N parecem ter sido beneficiadas pela associação com as bactérias, possivelmente pela ação de substâncias promotoras do crescimento, que permitem maior desenvolvimento radicular e conseqüentemente uma superfície maior para absorção de nutrientes (Sala et al., 2005). Esse resultado obtido em um sistema deficiente no nutriente é contrastante quando utilizado a dose de 40 kg ha⁻¹ de N, ocorrendo um menor acúmulo de massa seca da parte aérea. Em condições favoráveis ao desenvolvimento, o maior investimento em biomassa radicular proporcionado pela interação bactéria-planta implica em maior consumo de esqueletos de carbono e leva a altas taxas respiratórias nas raízes, resultando em menor desenvolvimento da parte aérea, pois as raízes podem ser um dreno forte, consumindo até 50% dos fotoassimilados para seu crescimento (Hamblin et al., 1991).

Na dose mais alta de N, 120 kg ha⁻¹, a planta se beneficiou da associação com a bactéria, acumulando menor teor de N nas partes aéreas e desenvolvendo-se vegetativamente. Isso deve ter ocorrido pela maior capacidade de assimilação do N, utilizando-se da capacidade da bactéria em reduzir o nitrato, e após isso, conseguir utilizar o amônio para produção de aminoácidos, sendo necessário a isso um aporte suficiente de carbono proveniente da fotossíntese (Britto & Kronzucker, 2002).

O acúmulo de massa seca (Figura 1), atingiu os maiores valores na dose de 62 kg ha⁻¹ de nitrogênio para parte aérea e 59 kg ha⁻¹ de nitrogênio para espigas nos tratamentos não inoculados, apesar da inoculação proporcionar maiores valores na maioria das doses (Tabela 1).

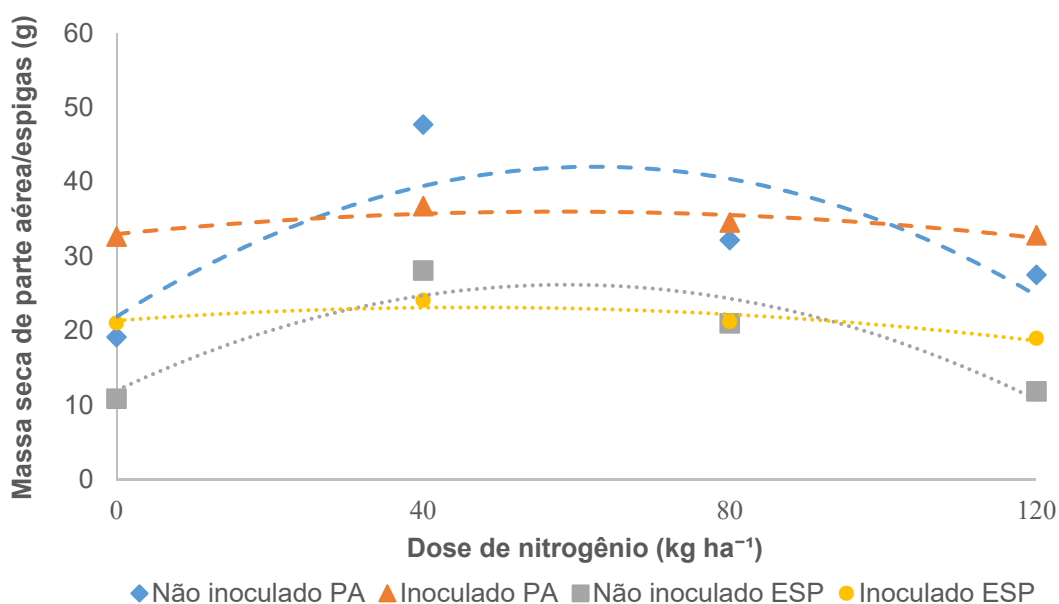


Figura 1. Massa seca (gramas) de parte aérea (PA) e espigas (ESP) em função da inoculação e adubação nitrogenada.

Figure 1. Dry mass of aerial part (PA) and spikes (ESP) as a function of inoculation and nitrogen fertilization.

Os tratamentos não inoculados apresentaram maior teor de N nos órgãos analisados (parte aérea, espigas e grãos) quanto maior a dose de nitrogênio aplicada (Figura 2). Para os tratamentos inoculados, houve resposta quadrática, com o maior teor de N na dose de 92, 43 e 57 kg ha⁻¹ de nitrogênio para parte aérea, espigas e grãos, respectivamente, e para os não inoculados, a dose máxima do nutriente proporcionou o maior teor de N nas partes analisadas.

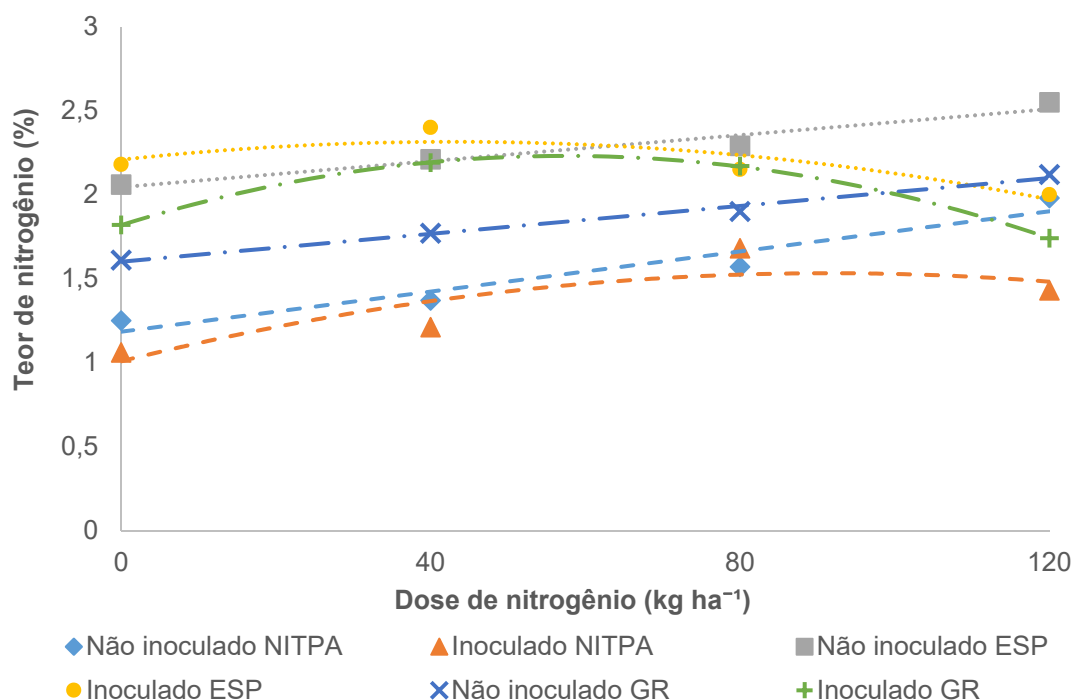


Figura 2. Teor de nitrogênio (%) de parte aérea (NITPA), espiga (ESP) e grãos (GR) em função da inoculação e adubação nitrogenada.

Figure 2. Nitrogen content of aerial part (NITPA), spike (ESP) and grains (GR) as a function of inoculation and nitrogen fertilization.

O motivo para que altas doses de nitrogênio proporcionassem uma diminuição em sua concentração nos órgãos analisados podem se relacionar com o efeito já mencionado de alto investimento em biomassa radicular resultante da inoculação, particionando o nitrogênio absorvido e diminuindo seu acúmulo nos tecidos. Lana et al. (2012), observaram aumento no teor de nitrogênio foliar na cultura do milho conforme se utilizou a adubação nitrogenada, no entanto, houve redução nessa variável quando complementado pela inoculação. Outros estudos demonstraram que em algumas condições a inoculação pode levar a um aumento do teor de N em grãos de cevada (SANTA et al., 2008) e teor de proteínas em grãos de trigo em trigo (SOUZA et al., 2014), resultado semelhante ao observado nesse estudo (Tabela 1). A exceção foi a dose mais elevada do fertilizante nitrogenado, mas tal efeito era esperado pois refletiu o menor teor do nutriente nos demais órgãos.

4-CONCLUSÕES

A inoculação com *Azospirillum brasilense* proporciona maior acúmulo de massa seca de parte aérea e espigas na ausência ou em dose alta de adubação nitrogenada.

A inoculação com *Azospirillum brasilense* proporciona menor acúmulo de N na parte aérea, porém acarreta em seu maior acúmulo nos grãos, exceto na maior dose do fertilizante.

Na ausência de inoculação, o teor de N dos tecidos aumenta conforme a elevação das doses de N, porém ocorre diminuição do acúmulo de massa seca a partir da dose aproximada de 60 kg ha⁻¹ do fertilizante.

REFERÊNCIAS

AMABILE, R. F.; SILVA, D. B.; GUERRA, A. F. **Cevada irrigada em áreas de cerrado no Brasil Central**. Circular Técnica 26, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Planaltina/DF, mar. 2004.

BRITTO, T. T.; KRONZUCKER, H. J. **NH₄⁺ toxicity in higher plants: A critical review**. J. Plant Physiol., 159:567-584, 2002.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2016/2017**, Brasília: Conab, v. 4, n. 4, 2017. 160 p.

CUNHA, F. F.; MAGALHÃES, F.F.; CASTRO, M.A. **Métodos para estimativa da evapotranspiração de referência para Chapadão do Sul – MS**. Engenharia na agricultura, v.21, n.2, p.159-172, 2013.

HAMBLIN, A.; TENNANT, D.; PERRY, M.W. **The cost of stress: dry matter partitioning changes with seasonal supply of water and nitrogen to dryland wheat**. Plant and Soil, v.122, p.47-58, 1991.

LANA, M. C.; DARTORA, J.; MARINI, D.; HANN, J.E. **Inoculation with *Azospirillum*, associated with nitrogen fertilization in maize**. Revista Ceres, v. 59, n. 3, p.399-405, 2012.

MOREIRA, F. M. S.; SILVA, K.; ABRAHÃO, N.; CARVALHO, F. **Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações**. Comunicata Scientiae, v. 1, p.74-99, 2010.

SALA, V. M. R. et al. **Ocorrência e efeito de bactérias diazotróficas em genótipos de trigo**. R. Bras. Ci. Solo. 29:345-352, 2005.

SANTA, O. R. D.; SANTA, H. S. D.; FERNÁNDEZ, R.; MICHELENA, G.; JÚNIOR, P. R.; SOCCOL, C. R. **Influência da inoculação de *Azospirillum* sp. em trigo, cevada e aveia**. Ambiência, v. 4, n. 2, p.197-207, 2008.

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

SOUZA, T. M.; PRANDO, A. M.; TAKABAYASHI, C. R.; SANTOS, J. S.; ISHIKAWA, A. T.;

FELÍCIO, A. L. S. M.; ITANO, E. N.; KAWAMURA, O.; ZUCARELI, C.; HIROOKA, E. Y. **Composição química e desoxinivalenol em trigo da região Centro-Sul do Paraná: adubação nitrogenada em cobertura associada com *Azospirillum brasiliense***. Semina: Ciências Agrárias, v. 35, n. 1, p.327-342, 2014.

VIANA, E. M.; KIEHL, J. C. **Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo**. Bragantia, Campinas, v.69, n.4, p.975-982, 2010.

WANSER, A. F.; MUNDSTOCK, C. M. **Incremento da sobrevivência de colmos de cevada através da adubação nitrogenada no período de alongamento dos colmos**. Ciência Rural, v. 37, n. 6, p.1577-1585, 2007.

ABSTRACT: The rhizobacteria growth promoters inoculation can benefit these plants for the nitrogen fixation. The aim of this work was to evaluate nitrogen fertilization and *Azospirillum brasiliense* inoculation influence, on the dry mass accumulation and nitrogen in barley. The treatments consist on the malting barley seeds BRS Sampa inoculation with *A. brasiliense* and without aggregate with four nitrogen fertilization doses (0, 40, 80, 120 kg ha⁻¹ of N). The experimental design was a randomized block in factorial 4 x 2 with three replications. The evaluations were dry mass accumulation in aerial part and cobs, and the nitrogen content of aerial part, cobs and grain. The *A. brasiliense* inoculation provide greater dry mass accumulation on the aerial part and cobs with or without high dose of nitrogen fertilization, with lower N accumulation on the aerial part, but provide high accumulation on the grain, barring fertilization higher dose. Without inoculation, the N content on tissue growth according to N doses increase, however decrease of the dry mass accumulation occurs in fertilization doses greater than 60 kg ha⁻¹.

KEYWORDS: *Hordeum vulgare*, diazotrophic bacteria, growth promoter.

CAPÍTULO II

ADUBAÇÃO FOSFATADA E CRESCIMENTO INICIAL DE BARU EM LATOSSOLO VERMELHO ARGILOSO

Diana Suzete Nunes da Silva

Nelson Venturin

Regis Pereira Venturin

Renato Luiz Grisi Macedo

Fernanda Silveira Lima

Leandro Carlos

Elias de Sá Farias

João Faustino Munguambe

Júlio César Tannure Faria

**ADUBAÇÃO FOSFATADA E CRESCIMENTO INICIAL DE BARU EM LATOSSOLO
VERMELHO ARGILOSO**

Diana Suzete Nunes da Silva

Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Lavras - MG
disuzete@hotmail.com

Nelson Venturin

Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais
Lavras - MG

Regis Pereira Venturin

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)
Lavras - MG

Renato Luiz Grisi Macedo

Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais
Lavras - MG

Fernanda Silveira Lima

Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri,
Diamantina - MG

Leandro Carlos

Instituto Federal Goiano
Rio Verde - GO

Elias de Sá Farias

Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Lavras - MG

João Faustino Munguambe

Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Lavras - MG

Júlio César Tannure Faria

Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Lavras - MG

RESUMO: Espécie nativa do cerrado brasileiro, o baru, destaca-se por apresentar potencialidade para usos múltiplos. O desconhecimento do comportamento desta espécie em relação às exigências nutricionais é um fator limitante que pode comprometer o sucesso de projetos de reflorestamento e de recomposição das áreas nativas. Este trabalho teve como objetivo analisar o crescimento de mudas de baru no campo sob efeito de níveis de P. Foi instalado na fazenda experimental da EPAMIG em Lavras, Minas Gerais, com delineamento experimental em blocos, sendo testadas cinco dosagens de fósforo (0, 10, 20, 40 e 80 g de P₂O₅ cova⁻¹) em três blocos. Aos seis, doze e dezoito meses após o plantio foram avaliadas: a sobrevivência das mudas, a altura e diâmetro do caule na altura do solo. Aos

quinze meses, coletaram-se folhas recém-maduras do terço superior das plantas, num total de 15 amostras. Posteriormente, as folhas foram lavadas, secas e analisadas quanto ao teor de nutrientes. Realizou-se a análise de variância e regressão entre dosagens e as variáveis dos dados coletados. Realizaram-se as análises com auxílio do programa computacional Sisvar. Na fase de crescimento inicial, a dose de 45 g de P cova⁻¹ foi a que proporcionou as maiores respostas das plantas de baru.

PALAVRAS-CHAVE: Espécie florestal nativa; Silvicultura; Plantio no campo.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, têm sido muito divulgadas as vantagens da vegetação dos cerrados, seu potencial alimentício, madeireiro e medicinal. Iniciativas precisam ser promovidas e incentivadas para se evitar a perda desta valiosa biodiversidade e para viabilizar o uso sustentável do cerrado (DAVIDE e SILVA, 2008).

Além do Brasil, a espécie pode ser encontrada também em países vizinhos como na Bolívia e na Colômbia (CARVALHO, 2003).

A fruta do baru tem ganhado mercado no Brasil e no mundo (CAMPOS FILHO, 2009). Tal demanda por frutos para consumo humano tem impulsionado o extrativismo, trazendo a necessidade de implantação de cultivo tecnificado que pode ser estabelecida em pastagens com sistemas Silvipastoris. Dessa forma, ressalta-se o uso múltiplo da espécie (BUNGENSTAB, 2012).

Conforme Sousa e Lobato (2004), o P é um dos nutrientes que merecem mais atenção para a produção agrícola nos solos da Região do Cerrado onde a disponibilidade desse elemento, em condições naturais, é muito baixa. A adubação fosfatada, dessa forma, é prática imprescindível nesse ambiente.

Sabendo-se da importância do P para o crescimento das plantas, Malavolta (2006), Marschner (2012) e Van Raij (2011) descrevem as funções do P como sendo um componente dos lipídeos do plasmalema e do tonoplasto, os quais são passagem obrigatória dos nutrientes no processo de absorção, tanto na raiz quanto na folha, armazenamento de energia na fotossíntese e respiração, utilização de energia para reações de síntese de proteínas, na fixação biológica do N, transferência dos caracteres genotípicos da planta com suas manifestações externas que dependem do ambiente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento inicial de baru no campo sob efeito de níveis de P.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da EPAMIG Sul de Minas – Unidade do Farias, em Lavras – MG, coordenadas geográficas 21° 21' 29" S e 45° 06' 52" W, altitude de 871 m, em Latossolo Vermelho argiloso. O clima da região segundo Köppen é Cwb (clima temperado húmido com inverno seco) com mais ou

menos cinco meses secos (ALVARES et al., 2013). A precipitação local é em torno de 1511 mm anuais, a temperatura média anual de 19,4°C e a umidade relativa média anual de 76,2% (DANTAS et al., 2007).

As sementes foram coletadas na região de ocorrência natural da espécie, no Norte de Minas Gerais, na região da cidade de Paracatu.

As mudas foram formadas no viveiro florestal da Universidade Federal de Lavras (UFLA) em tubetes de 100 cm³, o tempo de formação das mudas foi de 8 meses e levadas ao campo no dia 22 de dezembro de 2011, com a média de 15,75 cm de altura e 9,76 mm de diâmetro do colo, conforme recomendações propostas por Davide e Faria (2008).

No viveiro a adubação consistiu da aplicação de 3 kg de osmocote (15-9-12 de liberação de 8-9 meses) por m³ de substrato, utilizando o substrato Bioplant. A adubação de cobertura seguiu a recomendação de Gonçalves et al. (2005), sendo 200g de N e 150g de K₂O dissolvidos em 100L de água, volume suficiente para 10000 mudas. Realizando-se essa adubação semanalmente, e o K sendo aplicado intercalado entre as semanas.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos, com as dosagens de P constituindo os tratamentos. As mudas foram plantadas em espaçamento de 2,5 m entre as linhas de plantio e de 1,5 m entre plantas. O espaçamento e arranjo é reduzido com a intenção de diminuição dos tratos culturais, bem como induzir competição melhorando assim a qualidade do fuste.

Os tratamentos foram constituídos de: 0, 10, 20, 40 e 80 g de P₂O₅ por cova. Para as doses de P utilizou-se como fonte o Superfosfato triplo. O experimento teve 05 dosagens de P e 3 blocos contendo as repetições, cada repetição constou de 6 plantas úteis.

Após a abertura da área de plantio foi realizada calagem em área total, utilizou-se calcário dolomítico para elevação da saturação por bases a 60%. O calcário foi incorporado na camada de 0-20 cm de profundidade, logo após foram feitos os sulcos de plantio.

A adubação básica do experimento seguiu as recomendações adaptadas de Gonçalves (1995) aplicando-se: 50 g de ureia, 50 g de KCl, e 1 g de B, 1g de Zn, 0,5g de Cu e 0,1g de Mo. O P foi aplicado na cova de plantio, os micro foram aplicados junto com a primeira cobertura, N e K foram aplicados em 3 parcelas mensais.

Avaliou-se a sobrevivência das mudas no campo, a altura das plantas e diâmetro do caule na altura do solo. As avaliações de altura e diâmetro foram realizadas aos seis, doze e quinze meses após plantio.

Aos quinze meses após o plantio, coletaram-se folhas recém-maduras do terço superior de cada planta, conforme sugerido para seringueira (*Hevea brasiliensis*) e eucalipto por Ribeiro et al. (1999), totalizando 15 amostras. Posteriormente, as folhas foram lavadas e secas. Após a pesagem, o material oriundo da parte aérea da planta foi moído em moinho tipo Wiley para ser analisado quimicamente.

O preparo do extrato e a determinação analítica do material vegetal foram

realizados segundo Malavolta et al. (1997).

Realizou-se a análise de variância e foi feita regressão entre dosagens e as variáveis dos dados coletados. Utilizou-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2011). Os gráficos e tabelas foram gerados pelo programa Microsoft Excel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sobrevivência das plantas de baru foi alta aos 6 meses após o plantio, não sofrendo influência dos tratamentos, conforme a Tabela 1. Resultados semelhantes foram encontrados por Martinotto et al. (2012), com a taxa média de sobrevivência do baru de 79%.

Doses P (g de P ₂ O ₅ cova ⁻¹)	Sobrevivência (%)	D (mm)	H (cm)
0	100 a	9,81 ns	21,53 ns
10	94,4 a	9,86 ns	21,85 ns
20	94,4 a	11,10 ns	27,12 ns
40	100 a	10,85 ns	29,02 ns
80	94,4 a	10,89 ns	24,61 ns
Média Geral		10,51	24,83
CV (%)		29,46	36,66

Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de F.

Tabela 1 – Sobrevivência, médias de Diâmetro (D) e Altura (H) de plantas de *D. alata* sob efeito da aplicação de doses de P, aos 6 meses após o plantio em campo.

Não houve diferença significativa para o diâmetro ($p = 0,586$) e altura ($p = 0,063$) das plantas de Baru, aos 6 meses após plantio em função das doses de P (Tabela 1).

Testou-se modelos de regressão linear e quadrático para explicar o crescimento de plantas de Baru em função da dose de P na cova de plantio, aos 12 e 18 meses, e o modelo quadrático mostrou-se mais adequado. Verifica-se que a dose próxima de 45 g cova⁻¹ propiciou o maior crescimento das plantas de Baru para altura e diâmetro aos 12 e também aos 18 meses (Figura 1).

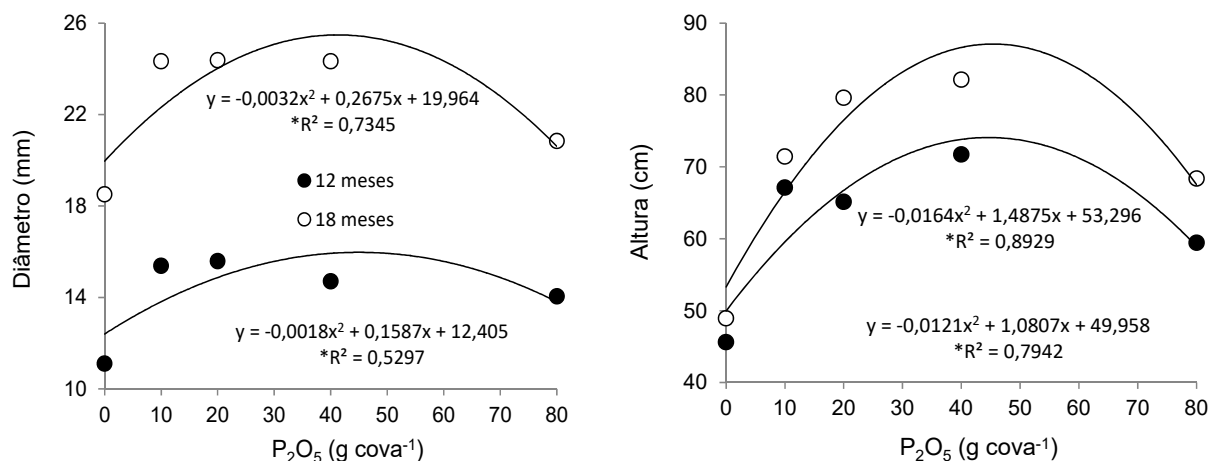


Figura 1 - Crescimento de *D. alata* aos 12 e 18 meses após plantio em função da dose aplicada de P₂O₅.

Conforme essa mesma figura, o maior diâmetro aos 12 meses após o plantio foi encontrado na dose de 20 g cova⁻¹ atingindo valores médios estimados de 15,59 mm. Quanto à altura, na dose de 40 g cova⁻¹ a altura média estimada foi de 71,72 cm. E aos 18 meses após o plantio foi encontrado na dose de 20 g cova⁻¹ o maior diâmetro, atingindo valores médios estimados de 24,37 mm. Quanto à altura, na dose de 40 g cova⁻¹ a altura média estimada foi de 82,12 cm.

Martinotto et al. (2012) avaliando o crescimento inicial do baru, em monocultivo, com adubação fosfatada (200 g de superfosfato simples na cova), ressaltou que essa espécie apresentou crescimento mais lento, não encontrando diferença estatística, sendo o diâmetro aos 6, 12 e 18 meses de 6,8; 7,2 e 10,4 mm respectivamente; e altura de 32; 39 e 41 cm respectivamente nas mesmas épocas.

Nas plantas de baru sob efeito da aplicação de diferentes doses de P, aos 15 meses após o plantio, verificou-se que houve diferença significativa somente para o teor de S (Tabela 2).

Doses P (g de P ₂ O ₅ /cova)	Teores (g kg ⁻¹)							Teores (mg kg ⁻¹)				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
0	19,60	1,30	15,03	2,70	1,13	0,83	93,69	7,97	55,28	80,90	31,98	
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
10	17,50	1,10	17,10	4,26	1,36	0,86	62,41	6,97	60,75	73,84	27,55	
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	
20	18,10	1,00	13,83	6,13	1,43	0,80	63,73	5,29	49,29	52,23	21,40	
	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	
40	18,10	1,10	12,30	4,93	1,43	0,50	54,12	5,11	52,64	56,99	24,77	
	a	a	a	a	a	b	a	b	a	a	a	
80	17,30	1,20	12,90	6,60	1,46	0,60	80,10	5,48	63,81	48,30	20,32	
	a	a	a	a	a	b	a	b	a	a	a	
CV (%)	10,57	7,30	17,50	37,77	15,26	8,97	36,57	15,31	18,47	40,53	32,78	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F.

Tabela 2 - Teor de nutrientes em *D. alata* sob efeito da aplicação de P, aos 15 meses no campo.

Silva et al. (2011) avaliaram a eficiência agrônômica de quatro fontes de fósforo, na presença e ausência de calagem, nos teores de macronutrientes em

mudas de mogno (*Swietenia macrophylla*), cultivadas em vasos com Latossolo Amarelo Distrófico, textura argilosa.

Esses autores verificaram que em relação ao S, a sua absorção foi afetada pela interação dos fatores fontes de P e calagem. No entanto, a calagem afetou a absorção apenas quando foi fornecido o superfosfato triplo. Notaram ainda, que o superfosfato triplo tem pequena porcentagem de S. Tal comportamento pode ser em função da baixa exigência da espécie em S, uma vez que, sendo a fonte que tinha a maior porcentagem de S em sua composição, ela poderia ter assim influenciado a absorção do S.

Ao se analisar o teor de micronutriente nas plantas de baru sob efeito de aplicação de diferentes doses de P, aos 15 meses após o plantio, verificou-se que houve diferença significativa somente para o teor de Cu (Tabela 2).

Rocha et al. (2013) avaliando o efeito de doses de P na qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* no viveiro e a sobrevivência e desenvolvimento inicial no campo, constataram que com a aplicação de doses crescentes de P, houve resposta da planta em termos de acúmulo de macro e micronutrientes. Os maiores acúmulos de S e Cu foram obtidos com as doses estimadas de 3,7 e 3,8 mg planta⁻¹ de P, respectivamente.

4. CONCLUSÕES

Na fase de crescimento inicial no campo, a dose de 45 g de P cova⁻¹ foi a que proporcionou as maiores respostas de crescimento em altura e diâmetro das plantas de baru.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro para realização da pesquisa, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa para a primeira autora.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6):711-728, 2013.

BUNGENSTAB, D. J. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012.

CAMPOS FILHO, E. M. (Org.). **Coleção plante as árvores do Xingu e Araguaia**: guia de identificação: volume 2. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2009.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**: volume 1. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003.

DAVIDE, A.C.; FARIA, J. M. R. Viveiros florestais. IN: DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. da. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: Editora da Ufla, 2008. p. 83-124.

DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A. da. **Produção de sementes e mudas de espécies florestais**. Lavras: Editora da Ufla, 2008.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G. de; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez., 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, 35(6): 1039-1042, 2011.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GOLÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Org.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: Ipef, 2005. p. 309-350.

GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para Eucaliptus, Pinus e espécies Típicas da Mata Atlântica. **Scientia Florestais**, Piracicaba, v. 15, p. 1-23, 1995.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Academic Press, 2012.

MARTINOTTO, F. et al. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas do Cerrado em consórcio com mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 1, p. 22-29, jan. 2012.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999.

ROCHA, J. H. T. et al. Produção e desenvolvimento de mudas de eucalipto em função de doses de fósforo. **Cerne**, Lavras, v. 19, n.4, p. 535-543, out./dez. 2013.

SILVA, T. A. F. et al. Calagem e adubação fosfatada para a produção de Mudas de *Swietenia macrophylla*. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 459-470, jul./set. 2011.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011.

ABSTRACT: Native species of the Brazilian Cerrado, the baru, stands out for having potential for multiple uses. The lack of knowledge about the behavior of this species in relation to nutritional requirements is a limiting factor that can compromise the success of reforestation projects and the recomposition of native areas. The objective of this work was to analyze the growth of baru seedlings in the field under the effect of P levels. It was installed in the experimental farm of EPAMIG in Lavras, Minas Gerais, with experimental design in blocks, being tested five phosphorus dosages (0, 10, 20, 40 and 80 g of $\text{cova}^{-1} \text{P}_2\text{O}_5$) in three blocks. Six, twelve and eighteen months after planting were evaluated: the survival of the seedlings, the height and diameter of the stem at the height of the soil. At 15 months, fresh leaves were collected from the upper third of the plants, in a total of 15 samples. Afterwards, the leaves were washed, dried and analyzed for nutrient content. The analysis of variance and regression between dosages and variables of the collected data were performed. The analyzes were carried out using the Sisvar software. In the initial growth phase, the dose of 45 g $\text{cova}^{-1} \text{P}$ provided the highest responses of the baru plants.

KEYWORDS: Native forest species; Forestry; Planting in the field.

CAPÍTULO III

ADUBAÇÃO ORGÂNICA E FERTIRRIGAÇÃO POTÁSSICA EM VIDEIRAS 'SYRAH': CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE MACRONUTRIENTES E CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO

**Davi Jose Silva
Alexsandro Oliveira da Silva
Luís Henrique Bassoi**

ADUBAÇÃO ORGÂNICA E FERTIRRIGAÇÃO POTÁSSICA EM VIDEIRAS 'SYRAH': CONCENTRAÇÃO FOLIAR DE MACRONUTRIENTES E CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO

Davi Jose Silva

Embrapa Semiárido

Petrolina - PE

Alexsandro Oliveira da Silva

Universidade Federal do Ceará

Fortaleza - CE

Luís Henrique Bassoi

Embrapa Instrumentação

São Carlos - SP

RESUMO: A vitivinicultura é uma atividade de grande importância social e econômica para o Submédio São Francisco. Os solos cultivados dessa região, de modo geral, são de baixa fertilidade natural. Com o objetivo de avaliar a concentração de macronutrientes nas folhas de videiras e as características químicas do solo em cultivo de videiras 'Syrah' submetidas a adubação orgânica e a fertirrigação potássica, foi instalado um experimento no Campo Experimental de Bebedouro, em Petrolina-PE. Os tratamentos foram constituídos de duas doses de adubo orgânico (0 e 15 m³ ha⁻¹) e cinco doses de K₂O (0, 20, 40, 80 e 160 kg ha⁻¹), dispostos em blocos casualizados com cinco repetições e distribuídos em parcelas subdivididas. O adubo orgânico (esterco caprino) constituiu as parcelas e as doses de K₂O as subparcelas. As fontes de potássio foram nitrato de potássio (45% de K₂O), cloreto de potássio (60 % de K₂O) e sulfato de potássio (50 % de K₂O). Aos 86 dias após a poda de produção, foram coletadas amostras de folhas completas para determinação das concentrações de macronutrientes. Após a colheita, foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm de profundidade para avaliação dos atributos químicos. A fertirrigação potássica alterou a concentração foliar de nutrientes, aumentando as concentrações de P e K, mas diminuindo as de N, Ca e S nas folhas. A adubação orgânica aumentou os valores de matéria orgânica, pH, P, Ca, Mg, Sb, CTC e V do solo cultivado com videiras de vinho.

PALAVRAS-CHAVE: *Vitis vinifera*, análise foliar, análise de solo.

1. INTRODUÇÃO

A vitivinicultura é uma atividade de grande importância social e econômica para a região do Submédio São Francisco. A adubação orgânica é de suma importância para a videira cultivada nesta região, considerando que os solos, de maneira geral, são de baixa fertilidade natural, caracterizada por baixos teores de matéria orgânica, em torno de 10 g kg⁻¹, resultando em baixos teores de N e de P (Albuquerque et al., 2009). A adição de adubos orgânicos como, esterco e

compostos, é essencial para incrementar os teores de matéria orgânica desses solos.

A fertirrigação vem sendo impulsionada no Semiárido brasileiro, devido à necessidade de irrigação para a agricultura nesta região e para atender às necessidades nutricionais das plantas. Embora a fertirrigação seja uma das maneiras mais eficientes e econômicas de se aplicar os fertilizantes, deve-se considerar as exigências nutricionais da videira, que são influenciadas por porta-enxerto, copa, fase fenológica, sistema de condução, clima, solo e produtividade esperada (Silva e Soares, 2009).

O potássio é o nutriente exigido em maior quantidade pela videira e o segundo fertilizante mais utilizado na fertirrigação. Este nutriente não apresenta papel estrutural e suas principais funções estão ligadas a atividade enzimática, uma vez que ativa mais de 60 enzimas. Controla a transpiração, regulando a pressão de CO₂ na célula, por meio da abertura e fechamento dos estômatos, assim como a quantidade de água nas plantas. Participa de processos vitais para a planta como, fotossíntese, respiração, síntese de proteínas, translocação de carboidratos e balanço iônico (Taiz e Zeiger, 2009). Em enologia, o potássio tem uma grande importância, pois exerce influência sobre o pH dos vinhos (Walker e Blackmore, 2012).

O teor de K nos tecidos e seu acúmulo na planta são influenciados pela disponibilidade do nutriente no solo e pela adição de fertilizantes potássicos. Contudo, a disponibilidade de K no solo é influenciada pela relação com os nutrientes Ca e Mg, principalmente K/Mg e K/Ca + Mg. (Tecchio et al., 2006). Segundo estes autores, existem diversas técnicas que auxiliam no manejo nutricional das plantas. Dentre estas, objetivando aumento na produtividade e na qualidade da uva, merece destaque a aplicação balanceada de nutrientes mediante adubações equilibradas, baseadas em análises químicas de solo e de folha. Paralelamente à análise química do tecido foliar, outros recursos podem ser utilizados para auxiliar na avaliação do estado nutricional das plantas, destacando-se os medidores portáteis para a leitura direta dos teores de N-NO₃ e de K na seiva dos pecíolos (Tecchio et al., 2011).

Este trabalho tem como objetivo avaliar a concentração de macronutrientes nas folhas de videiras e as características químicas do solo em cultivo de videiras 'Syrah' submetidas a adubação orgânica e a fertirrigação potássica na região do Vale do Submédio São Francisco, em Petrolina, PE.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente a Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE (latitude 09°08' 08,9" S, longitude 40° 18' 33,6" W, altitude 373 m). A videira (*Vitis vinifera* L.), cultivar Syrah, foi enxertada sobre o porta-enxerto Paulsen 1103. A poda de produção foi realizada em 29 de abril de 2013, no espaçamento de 1 m entre plantas e 3 m

entre fileiras e a condução feita no sistema de espaldeira. O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico Latossólico, textura média, apresentando na camada de 0-20 cm de profundidade: areia 81 g kg⁻¹; silte 13 g kg⁻¹; argila 6 g kg⁻¹; matéria orgânica 10,4 g kg⁻¹; pH em água 6,7; C.E. 0,46 dS m⁻¹; P disponível 88,8 mg dm⁻³; K disponível 0,38 cmol_c dm⁻³; Ca trocável 2,54 cmol_c dm⁻³; Mg trocável 0,98 cmol_c dm⁻³; Na trocável 0,03 cmol_c dm⁻³; Al trocável 0,05 cmol_c dm⁻³; CTC 4,92 cmol_c dm⁻³ e V 81 %. A irrigação foi realizada por gotejamento, com emissores espaçados em 0,5 m na linha de plantas e vazão de 2 L h⁻¹.

Os tratamentos foram constituídos de duas doses de adubo orgânico (0 e 15 m³ ha⁻¹) e cinco doses de K₂O (0, 20, 40, 80 e 160 kg ha⁻¹), dispostos em blocos casualizados com cinco repetições. Estes tratamentos estão distribuídos em esquema de parcelas subdivididas. O adubo orgânico (esterco caprino) constituiu as parcelas e as doses de K₂O as subparcelas. A unidade experimental (UE) foi composta por 16 plantas. A adubação potássica foi realizada semanalmente por fertirrigação, com auxílio de bomba injetora, durante 10 semanas, iniciando na segunda semana após a poda, sendo 40% antes do florescimento e 60% após o florescimento. As fontes de potássio foram nitrato de potássio (45% de K₂O), cloreto de potássio (60 % de K₂O) e sulfato de potássio (50 % de K₂O).

Aos 86 dias após a poda de produção (dapp), correspondendo, a fase de mudança de cor das bagas, em todas as UE foi realizada a coleta de folhas completas, que foram armazenadas em sacos de papel e conduzidas ao Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa Semiárido, onde foram determinadas as concentrações dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S), de acordo com metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Após a colheita, com auxílio de um trado, foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm de profundidade, em todas as UE. Nestas amostras foram determinados os teores de matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), além do pH e condutividade elétrica (CE), sendo ainda estimadas a soma de bases (Sb), a capacidade de troca catiônica (CTC) e a saturação por bases (V) (Embrapa, 1997).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, teste de média e análise de regressão por meio do programa SISVAR (Ferreira, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da concentração dos macronutrientes nas folhas mostra que não houve influência da adubação orgânica (AO) sobre nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 1). Para as doses de K₂O as variáveis N, P, K, Ca e S foram influenciadas pelas doses K₂O, assim como pela interação entre este fator e AO.

Para a concentração de N nas folhas houve um ajuste polinomial quadrático para as doses de K₂O na ausência de AO, sendo os maiores valores observados com a dose de 95 kg ha⁻¹ (Tabela 2). Na presença de AO, o modelo ajustado foi

linear, com decréscimo de 0,041 g kg⁻¹ para cada aumento unitário das doses de K₂O estudadas.

A interação que ocorre entre N e K é reconhecida no sentido de que quanto maior o suprimento de N, maior o aumento de produtividade devido ao K. Contudo, pode ocorrer competição de NH₄⁺ com K⁺. Segundo Rosolem (2005) o aspecto positivo desta competição é que a maior absorção de K permite rápida assimilação do NH₄⁺ absorvido, mantendo seu teor baixo na planta, evitando toxidez. Este mesmo autor exemplifica como um clássico da interação N x K, um experimento com cevada, mostrando que, à medida que foi melhorada a nutrição potássica, os teores de N na planta ficaram menores, provavelmente em função do fenômeno de diluição.

Para a concentração de P nas folhas, o ajuste para as doses de K₂O na ausência de AO foi linear com acréscimo de 0,0037 g kg⁻¹ para cada aumento unitário das doses de K₂O estudadas, enquanto na presença de AO observou-se um ajuste quadrático, sendo os maiores valores obtidos para a dose de 75 kg ha⁻¹ de K₂O.

São muito raros os relatos sobre a interação K x P. No entanto, a aplicação de K pode atenuar os efeitos de uma interação bem conhecida, que é P x Zn (Rosolem, 2005).

A concentração de K nas folhas aumentou apenas na presença de AO, com ajuste de um modelo quadrático crescente, ratificando a interação entre estes dois fatores em estudo. A dose que proporcionou os maiores valores de K nas folhas equivale a 95 kg ha⁻¹ de K₂O.

As concentrações foliares de cálcio, por sua vez, apresentaram decréscimo linear com o aumento das doses de K₂O. O aumento do teor de K na solução solo causa diminuição nos teores de Ca e Mg na planta, o que é explicado pelo efeito de diluição (Rosolem, 2005). Além deste efeito, existe a inibição competitiva entre estes íons, uma vez que o aumento nas concentrações de K e Ca no solo frequentemente induzem à deficiência de Mg nas plantas (Marschner, 2012). A absorção preferencial do íon K⁺ ocorre por este ser monovalente e de menor grau de hidratação quando comparado aos divalentes (Prado, 2008).

A análise de regressão também demonstra que, para a concentração de S nas folhas houve um ajuste polinomial quadrático para as doses de K₂O na presença de AO, com diminuição da concentração foliar de S devido ao aumento destas. Contudo, não existem relatos da interação K x S na literatura (Rosolem, 2005).

FV	Quadrado Médio						
	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	4	13,34 ^{ns}	1,72 ^{ns}	0,52 ^{ns}	3,24 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,22 ^{ns}
AO	1	4,35 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,93 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Resíduo 1	4	5,83	0,65	2,32	2,31	0,57	0,08
K ₂ O	4	129,38 ^{**}	3,43 ^{**}	6,18 ^{**}	47,67 ^{**}	0,25 ^{ns}	1,09 ^{**}
AO x K ₂ O	4	30,94 ^{**}	0,54 ^{ns}	3,97 ^{**}	4,88 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,25 ^{ns}
K ₂ O d/AO 0	4	65,36 ^{**}	0,89 ^{ns}	1,03 ^{ns}	25,08 [*]	0,37 ^{ns}	

K ₂ O d/AO 15	4	94,97**	3,09**	9,13**	27,47*	0,66 ^{ns}	0,73**
Resíduo 2	32	4,95	0,37	0,96	8,91	0,30	0,61**
							0,12

** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo

Tabela 1. Resumo da análise de variância (Quadrados Médios) para a concentração de macronutrientes em folhas de videiras 'Syrah', coletadas na fase de mudança de cor das bagas, em função de doses de adubo orgânico aplicadas no solo e de potássio (K₂O) aplicadas via fertirrigação

Nutriente	AO (m ³ ha ⁻¹)	Dose de K ₂ O (kg ha ⁻¹)					Equação ajustada	R ²
		0	20	40	80	160		
N	0	37,2	31,2	32,1	27,2	31,3	$\hat{y} = 36,61 - 0,19^{**}x + 0,001^{**}x^2$	0,86
	15	38,5	28,3	34,5	32,3	28,3	$\hat{y} = 34,89 - 0,041^{**}x$	0,36
P	0	3,15	3,97	3,37	4,12	3,93	$\hat{y} = 3,48 + 0,0037^{**}x$	0,32
	15	2,62	3,49	3,40	4,68	4,18	$\hat{y} = 2,61 + 0,03^{**}x - 0,0002^{**}x^2$	0,89
K	0	5,59	4,99	6,03	5,99	5,39	$\hat{y} = \bar{y} = 5,60$	-
	15	4,90	5,59	8,40	5,69	5,69	$\hat{y} = 5,33 + 0,038^{**}x - 0,0002^{**}x^2$	0,24
Ca	0	23,9	19,5	18,2	21,2	19,1	$\hat{y} = \bar{y} = 20,38$	-
	15	23,4	21,3	16,9	20,1	20,2	$\hat{y} = 22,67 - 0,09^{**}x + 0,0005^{**}x^2$	0,48
S	0	2,95	2,21	2,54	2,12	2,91	$\hat{y} = 2,83 - 0,01^{**}x + 0,0001^{**}x^2$	0,71
	15	2,91	2,04	2,45	2,73	2,82	$\hat{y} = \bar{y} = 2,59$	-

** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t; ns: não significativo

Tabela 2. Equações de regressão para concentração de macronutrientes em folhas de videiras 'Syrah', coletadas na fase de mudança de cor das bagas, em função de doses de adubo orgânico aplicadas no solo e de potássio (K₂O) aplicadas via fertirrigação

As características químicas do solo em função dos tratamentos com AO e K₂O são mostradas na tabela 3. Praticamente todas as características químicas foram significativamente alteradas pela AO, com exceção da CE e dos teores de K (Tabela 4). Não houve efeito das doses de K₂O sobre os atributos do solo.

A adubação orgânica aumentou os teores de matéria orgânica do solo de 9,20 para 17,58 g kg⁻¹. Contudo, estes valores ainda são considerados baixos para o cultivo da videira. Damatto Júnior et al. (2006) reportam aumentos na matéria orgânica do solo devido ao uso de compostos orgânicos. A adição de composto também promoveu incrementos nos teores de matéria orgânica e de nitrato no solo, além de manter uma média de produção estável ao longo de nove anos de experimento com videiras 'Chardonnay', quando comparado aos tratamentos com adubação mineral (Mugnai et al., 2012). Em videiras 'Syrah' cultivadas no Submédio São Francisco, a adubação orgânica aumentou a produção de frutos (Rocha et al., 2015), assim como os valores de matéria orgânica, pH, CE, P, K, Ca, Mg, Mn, Sb, CTC e V no solo (Silva et al., 2016).

AO	K ₂ O	MO	pH-H ₂ O	C.E.	P	K	Ca	Mg	Na	Sb	CTC	V
m ³ ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹		dS m ⁻¹	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³					%
0	0	9,98	6,12	0,52	51,04	0,12	2,18	0,84	0,06	3,20	4,98	64,32
0	20	10,38	6,06	0,51	57,30	0,18	2,46	0,94	0,07	3,64	5,22	69,54

0	40	9,46	6,02	0,43	41,40	0,15	2,08	0,80	0,08	3,12	4,36	70,68
0	80	8,86	6,38	0,62	41,98	0,23	2,62	1,08	0,07	4,00	5,44	73,28
0	160	7,32	6,22	0,46	24,26	0,26	2,10	0,74	0,07	3,18	4,58	68,58
Média		9,20	6,16	0,51	43,20	0,19	2,29	0,88	0,07	3,43	4,92	69,28
15	0	18,58	6,92	0,73	104,69	0,21	4,48	1,52	0,13	6,38	7,16	89,58
15	20	17,30	6,76	0,87	85,73	0,38	4,20	1,52	0,15	6,24	6,80	90,54
15	40	17,00	6,84	0,70	86,59	0,32	4,26	1,46	0,16	6,20	6,92	89,42
15	80	16,56	6,86	0,82	91,21	0,36	3,58	1,02	0,09	5,08	5,64	89,52
15	160	18,48	6,94	0,85	88,04	0,45	4,16	1,38	0,21	6,20	6,78	92,34
Média		17,58	6,86	0,79	91,25	0,34	4,14	1,38	0,15	6,02	6,66	90,28

Tabela 3 - Características químicas de amostras de solo coletadas no final do ciclo de produção, em cultivo de videiras 'Syrah', na camada de 0-20 cm de profundidade, em função de doses de adubo orgânico (AO) aplicadas no solo e doses de potássio (K₂O) aplicadas na água de irrigação

De acordo com Bayer e Mielniczuk (1999) em solos tropicais e subtropicais altamente intemperizados, a matéria orgânica tem grande importância no fornecimento de nutrientes às culturas, retenção de cátions, complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, estabilidade da estrutura, infiltração e retenção de água, aeração e atividade microbiana, constituindo-se em componente fundamental da sua capacidade produtiva.

O pH aumentou numa amplitude de 6,2 a 6,9 em função da adubação orgânica mantendo-se, contudo, dentro da faixa de disponibilidade adequada de nutrientes para a planta. O aumento do pH ocorreu, possivelmente, pelo efeito alcalino do esterco e pela complexação do alumínio trocável na matéria orgânica, sendo este efeito mais evidente em condições de pH abaixo de 5,5 (Damatto Júnior et al., 2006).

Os teores de P aumentaram significativamente na presença do AO, indicando que a adubação exclusivamente orgânica é capaz de suprir a necessidade deste e de outros nutrientes necessários ao cultivo. Estes resultados são corroborados por Damatto Júnior et al. (2006), Bustamante et al. (2011) e Silva et al. (2016).

Ca e Mg aumentaram devido à AO. Este aumento se refletiu na soma de bases, CTC e saturação por bases. Damatto Júnior et al. (2006) observaram que a adubação orgânica promoveu incrementos no Ca, soma de bases, CTC e saturação por bases da camada de 0-20 cm do solo cultivado com bananeira. Galvão et al. (2008) reportam que a quantidade de nutrientes adicionados anualmente pelo esterco na região semiárida excede as exigências das culturas e resulta em acumulações significativas de C, N, P, K, Ca e Mg na camada de 0-20 cm. No caso de nutrientes de maior mobilidade no solo, como N e K, deve ser considerada a possibilidade de perdas por lixiviação.

4. CONCLUSÕES

A fertirrigação potássica na presença e ou na ausência da adubação orgânica alterou a concentração foliar de nutrientes, aumentando as concentrações de P e K, mas diminuindo as de N, Ca e S nas folhas.

A adubação orgânica proporcionou alterações nas características químicas do solo cultivado com videiras de vinho, aumentando os valores de matéria orgânica, pH, P, Ca, Mg, Sb, CTC e V.

FV	Quadrado Médio										
	GL	MO	pH	CE	P	K	Ca	Mg	Sb	CTC	V
Bloco	4	136,0 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,45 ^{ns}	1348 ^{ns}	0,17 ^{ns}	1,32 ^{ns}	0,33 ^{ns}	1,62 ^{ns}	1,48	41,05 ^{ns}
AO	1	873,6 ^{**}	8,0 ^{**}	0,98 ^{ns}	28896 ^{**}	0,32 ^{ns}	46,1 ^{**}	1,62 [*]	89,7 ^{**}	42,3 ^{**}	5449,6 ^{**}
Resíduo 1	4	34,6	0,35	0,53	889,7	0,17	0,48	0,17	1,28	1,42	158,5
K ₂ O	4	3,82 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,20 ^{ns}	661,6 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,63 ^{ns}	29,2 ^{ns}
AO x K ₂ O	4	7,32 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,08 ^{ns}	412,5 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,12 ^{ns}	2,33 ^{ns}	2,07 ^{ns}	32,3 ^{ns}
K ₂ O d/AO 0	4	6,74 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,14 ^{ns}	776,7 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,86 ^{ns}	53,3 ^{ns}
K ₂ O d/AO 15	4	4,40 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,14 ^{ns}	297,4 ^{ns}	0,14 [*]	0,44 ^{ns}	0,26 ^{ns}	1,96 ^{ns}	1,74 ^{ns}	8,1 ^{ns}
Resíduo 2	32	23,4	0,14	0,12	813,4	0,04	0,53	0,10	1,07	0,95	2048,1

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, ns - não significativo

Tabela 4 - Resumo da análise de variância (Quadrados Médios) para os teores de matéria orgânica (MO), condutividade elétrica (CE), teores de P, K, Ca e Mg e valores de Sb, CTC e V em amostras de solo coletadas de 0-20 cm de profundidade em um cultivo de videiras 'Syrah' em função de doses de adubo orgânico (AO) aplicadas no solo e doses de potássio (K₂O) aplicadas na água de irrigação

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, T.C.S.; SILVA, D.J.; FARIA, C.M.B.; PEREIRA, J.R. Nutrição e adubação. In: SOARES, J.M.; LEO, P.C.S. (Ed.). **A vitivinicultura no Semiárido brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. p. 431-480.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 9-26.

BUSTAMANTE, M.A.; SAID-PULLICINO, D.; AGULLÓ, E.; AUDREU, J.; PAREDES, C. Application of winery and distillery waste composts to a Jumilla (SE Spain) vineyard: Effects on the characteristics of a calcareous sandy-loam soil. **Agriculture Ecosystem and Environment**, v.140, p.80-87, 2011.

DAMATTO JUNIOR, E.R.; VILLAS BÔAS, R.L.; LEONEL, S.; FERNANDES, D. M. Alterações em propriedades de solo adubado com doses de composto orgânico sob cultivo de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p.546-549, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro,RJ). **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.:il. (EMBRAPA-CNPS. Documentos; 1).

FERREIRA, D.F. Sisvar: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

GALVÃO, S.R.S.; SALCEDO, I.H.; OLIVEIRA, F.F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.99-105, 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba, Potafos, 1997, 319 p.

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3.ed. Australia: Elsevier, 2012. 651 p.

MUGNAI, S.; MAIS, E.; AZZARELLO, E.; MANCUSO, S. Influence of long-term application of green waste compost on soil characteristics and growth, yield and quality of grape (*Vitis vinifera* L.). **Compost Science and Utilization**, v.20, p.29-33, 2012.

PRADO, R.M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Unesp, 2008. 407 p.

ROCHA, M.G.; BASSOI, L.G.; SILVA, D.J. Atributos do solo, produção da videira 'Syrah' irrigada e composição do mosto em função da adubação orgânica e nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, p.198-207, 2015.

ROSOLEM, C.A. Interação do potássio com outros íons. In: YAMADA, T. & ROBERTS, T.L. (Ed.) **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafos, 2005. p. 239-260.

SILVA, D.J.; SOARES, J.M. Fertirrigação In: SOARES, J.M.; LEO, P.C.S. (Ed.). **A vitivinicultura no Semiárido brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. p. 483-512.

SILVA, D J.; BASSOI, L.H.; ROCHA, M.G.; SILVA, A.O., DEON, M.D. Organic and nitrogen fertilization of soil under 'Syrah' grapevine: effects on soil chemical properties and nitrate concentration. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, p.1-11, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TECCHIO, M.A.; PAIOLI-PIRES, E.J.; TERRA, M.M.; GRASSI FILHO, H.; CORRÊA, J.C.; VIEIRA, C.R.Y.I. Correlação entre a produtividade e os resultados de análise foliar e de solo em vinhedos de Niágara Rosada. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.1056-1064, 2006.

TECCHIO, M.A.; MOURA, F.M.; PAIOLI-PIRES, E.J.; TERRA, M. M.; TEIXEIRA, L. A. J.; SMARSI, R. C. Teores foliares de nutrientes, índice relativo de clorofila e teores de nitrato e de potássio na seiva do pecíolo na videira 'Niagara Rosada'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.649-659, 2011.

WALKER, R.R.; BLACKMORE, D.H. Potassium concentration and pH inter-relationships in grape juice and wine of Chardonnay and Shiraz from a range of rootstocks in different environments. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.18, p.183-193, 2012.

ABSTRACT: Winemaking is an activity of great social and economic importance for the Lower Middle São Francisco region. The cultivated soils of this region are in general of low natural fertility. The objective of this work was to evaluate the leaf macronutrient concentrations of grapevines and soil chemical characteristics of a 'Syrah' orchard where organic fertilizer and potassium fertigation were applied. An experiment was carried out at Bebedouro Experimental Field, Embrapa Semi-Arid, in Petrolina, PE, Brazil. The treatments consisted of two levels of organic fertilizer (0 and 15 m³ ha⁻¹) and five levels of K₂O (0, 20, 40, 80 and 160 kg ha⁻¹), arranged in a randomized block with five replicates, and distributed in the field in a split plot design (organic fertilizer - goat manure - as plot and levels of K₂O as subplots). Potassium nitrate (45% K₂O), potassium chloride (60% K₂O) and potassium sulfate (50% K₂O) were used as potassium source. At 86 days after production pruning, whole leaf samples were collected to determine macronutrient concentrations. After harvesting, soil samples were collected in the 0-20 cm soil layer to evaluate the chemical attributes. Potassium fertigation increased the leaf concentrations of P and K, but decreased those of N, Ca and S in the leaves. The organic fertilizer application increased the values of soil organic matter, pH, P, Ca, Mg, sum of bases, cation exchange capacity and base saturation in the soil cultivated with wine grapevines.

KEYWORDS: *Vitis vinifera*, leaf analysis, soil analysis.

CAPÍTULO IV

ALTERAÇÃO NA DENSIDADE POPULACIONAL DE NEMATOIDES EM ÁREA CULTIVADA COM ADUBOS VERDES AO LONGO DE TRÊS ANOS

**Oclizio Medeiros das Chagas Silva
Fernando Ramos de Souza
Ernandes da Silva Barbosa
Ricardo Luís Louro Berbara
Luiz Rodrigues Freire
Lucas Amaral de Melo
Renato Luiz Grisi Macedo**

ALTERAÇÃO NA DENSIDADE POPULACIONAL DE NEMATOIDES EM ÁREA CULTIVADA COM ADUBOS VERDES AO LONGO DE TRÊS ANOS

Oclizio Medeiros das Chagas Silva

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais
Lavras - Minas Gerais

Fernando Ramos de Souza

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Fitotecnia
Seropédica - Rio de Janeiro

Ernandes da Silva Barbosa

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Fitotecnia
Seropédica - Rio de Janeiro

Ricardo Luís Louro Berbara

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Solos Seropédica -
Rio de Janeiro

Luiz Rodrigues Freire

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Solos Seropédica -
Rio de Janeiro

Lucas Amaral de Melo

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais
Lavras - Minas Gerais

Renato Luiz Grisi Macedo

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais
Lavras - Minas Gerais

RESUMO: Diversas espécies vegetais podem ser manejadas de forma que a sua massa vegetal promova melhorias na qualidade do solo e, conseqüentemente, do sistema de produção como um todo. O uso de adubos verdes resulta em impactos positivos nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, conseqüentemente no manejo sustentável dos agroecossistemas. Essa prática ainda mostra-se eficiente no controle de nematoides, apresentando alguns mecanismos responsáveis pela redução do número desses patógenos. Os nematoides são vermiformes extremamente pequenos, sendo uns dos mais abundantes animais da terra, possuindo diferentes hábitos, desempenhando importantes papéis ecológicos no solo. As perdas agrícolas devidas a nematoides podem variar muito, dependendo da espécie e da cultura hospedeira envolvidas na associação. Este trabalho teve como objetivo avaliar a variação da população de nematoides ao longo de três anos, em um solo antropizado, cultivado com adubos verdes, localizado em área experimental do Departamento de Solos, Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica-RJ. O experimento foi instalado em uma área de 1189 m², dividida de acordo com o delineamento em quadrado latino, sendo as parcelas de 6 m x 4 m. De cada unidade experimental foram coletadas 21 amostras representativas de terra de camadas subsequentes do solo nas profundidades de 0,0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,40 m. Para a extração de nematoides as amostras foram processadas pelo método de

flutuação-centrifugação em solução de sacarose. Houve redução significativa da população de nematoides nos dois primeiros anos de estudo, sendo que no último ano houve um acréscimo significativo da população.

PALAVRAS-CHAVE: solo antropizado, microbiologia do solo, leguminosas.

1. INTRODUÇÃO

Os nematoides fazem parte da fauna do solo que interagem diretamente em ecossistemas como herbívoros em plantas e indiretamente como consumidores da microflora, regulando assim a microflora e a liberação dos nutrientes para as plantas (Coleman et al., 1991). Esses organismos apresentam características que favorecem sua utilização como bioindicadores em relação a outros, devido a sua facilidade de extração e identificação.

As perdas agrícolas devidas a nematoides podem variar muito, dependendo da espécie e da cultura hospedeira envolvidas na associação, das condições de solo e clima do país ou da região geográfica onde se localize a área infestada, do tipo de manejo adotado pelo produtor rural, do valor comercial do produto agrícola na época, além de outros fatores, (Agrios, 1997).

Algumas espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes, apresentam alto potencial para o manejo dos nematoides, pois funcionam como uma armadilha. Isto ocorre quando elas atraem o nematoide para o interior de suas raízes, mas não permitem que eles se multipliquem, ou quando produzem substâncias com atividade nematicida. Merece destaque entre essas plantas as crotalárias e mucunas e o guandu que apresentam efeitos no controle de nematoides (Santos & Ruano, 1987). Além de apresentarem efeito nematicida sobre vários nematoides, produzem grande quantidade de massa verde e alta capacidade de fixar nitrogênio atmosférico.

Os benefícios da prática da adubação verde relacionam-se diretamente com o ganho de matéria orgânica no sistema, proporcionando melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Espíndola et al., 1997), estimulando a atividade microbiana conseqüentemente, proporcionando, através da concorrência, redução do potencial de inoculo de agentes patogênicos que vivem no solo, como fungos, bactérias e nematoides.

Algumas dessas plantas utilizadas como adubo verde possuem efeitos alelopáticos a certas espécies de nematoides. O material orgânico, advindo dos adubos verdes auxilia também nos teores de macro e micronutrientes, proporcionando assim uma melhoria na capacidade de troca catiônica, maior retenção de água no solo e infiltração, (Miyasaka, 1984 e Kiehl, 1985).

A decomposição de algumas espécies vegetais no solo libera diferentes substâncias aleloquímicas. Com isso, os resíduos vegetais adicionados ao solo incrementam sua atividade biológica, aumentando o número e as espécies de organismos, o que conduz a um equilíbrio natural reduzindo a possibilidade de haver predominância de uma espécie fitopatogênica. Sendo assim, este presente trabalho teve como objetivo avaliar se houve variação na densidade populacional

de nematoides ao longo de três anos em um solo antropizado cultivado com adubos verdes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido em uma área experimental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada no município de Seropédica - RJ. O solo da área inicialmente foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, altamente antropizado. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw, com chuvas concentradas entre novembro e março, precipitação anual média de 1.213 mm e temperatura média anual de 23,9° C (Carvalho et al., 2006).

O experimento foi instalado em uma área de 1189 m², dividida de acordo com o delineamento em quadrado latino, com parcelas de 6 m x 4 m, com um total de 36 parcelas. Em maio de 2013, foi instalado o experimento com os seguintes tratamentos: mucuna-cinza (*Mucuna cinereum*), crotalaria (*Crotalaria juncea*), lab-lab (*Dolichos lablab*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), guandu (*Cajanus cajan*) e parcela com vegetação espontânea com o predomínio de plantas da família *Poacea*. O plantio foi feito manualmente, utilizando o sachô para a realização dos sulcos. O preparo inicial do solo foi realizado de forma convencional através de aração e gradagem.

Após a instalação das parcelas experimentais procedeu-se à coleta, em cada parcela, de amostras de terra para análises biológicas, sendo coletadas 21 amostras simples para gerar uma amostra composta de cada uma das camadas de 0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,4 m. Em julho de 2013, época na qual as plantas estavam em plena floração, a fitomassa da parte aérea das plantas foi roçada e deixada na superfície do solo, servindo de cobertura morta em suas respectivas parcelas; a área permaneceu em pousio até o ano seguinte. Em maio de 2014 foi realizada uma nova coleta de amostras de terra, seguindo os mesmos padrões citados, e logo após foi plantado sorgo (*Sorghum bicolor*), em toda a área experimental, com corte da sua parte aérea quando a planta atingiu floração.

A área permaneceu em pousio até o mês de abril de 2015, quando ocorreu a terceira coleta de amostras de terra. Para a extração dos nematoides as amostras foram mantidas sob refrigeração em ambiente adequado. As análises foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo e Laboratório de Biologia do Solo no Departamento de Solos do Instituto de Agronomia da UFRRJ. Os nematoides foram extraídos pelo método de flutuação-centrifugação em solução de sacarose 50% (Jenkins, 1964), e posteriormente foram feito contagem em placas de petri, com auxílio de uma lupa. Coletou-se e compararam-se dados ao longo de três anos e assim foi analisado a influência dos adubos verdes na população de nematoides.

A análise estatística foi feita com o emprego do programa estatístico Sisvar versão 5.3 (Ferreira, 2006). Para a realização da análise, os dados foram submetidos à transformação Box-Cox através do Microsoft Excel versão 2007,

realizando-se a normalização dos dados. Os dados normalizados foram então submetidos à análise de variância (ANOVA) conforme o delineamento em quadrado latino, e quando significativo, as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ano de 2013, a quantificação da população de nematoides foi feita com o intuito de se realizar um levantamento inicial da distribuição dos mesmos na área. Para as camadas nas profundidades de 0,0-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,40 m, foram encontradas médias de 24,27; 32,10 e 40,99 de nematoides em 50 cm³ de solo respectivamente. Esse resultado pode ter ocorrido devido ao revolvimento do solo, sendo os nematoides sensíveis às intervenções humanas, por esse motivo houve uma maior concentração na camada mais subsuperficial.

Ao estudar a eficiência de adubos verdes no controle de nematoides associados à soja nos cerrados, Sharma et al,(1982) concluíram que os mesmos reduziram significativamente a população desses organismos até a época do primeiro plantio da soja. A partir desse momento a população de nematoides começou a aumentar devido à susceptibilidade dessa variedade cultivada em dois anos consecutivos.

Dentre as estratégias utilizadas para o controle de nematoide destaque-se a rotação de culturas, o manejo correto do solo e a utilização de cultivares resistentes. É válido destacar também que o uso de cultivares resistentes de maneira contínua pode provocar pressão de seleção de raças, devido à grande variabilidade genética do nematoide, sendo assim indicado o manejo mais racional a alternância de cultivares resistentes, plantas não hospedeiras e com cultivares suscetíveis. Isso evitará que o nematoide mude de raça e, assim, a resistência das cultivares estará preservada.

Depois que os tratamentos foram implantados no campo, foi coletado e analisado dados, sendo os resultados encontrados para o ano de 2014 e 2015 (tabela 1 e 2), onde se observa que, houve nível de significância entre os tratamentos. No ano de 2014 para as camadas de 0-0,10 e 0,10-0,20 m não houve significância entre as parcelas, sendo as médias estatisticamente iguais. Para a camada na profundidade de 0,20-0,40 o menor valor observado foi na parcela com feijão de porco. As parcelas com lab-lab, crotalária, mucuna e vegetação-espontânea obtiveram médias estatisticamente iguais, sendo que o maior mais expressivo valor foi observado na parcela com guandu.

No ano de 2015, para as camadas de 0-0,10 e 0,10-0,20 m também não houve significância entre as parcelas, sendo todas as médias estatisticamente iguais. Para a camada na profundidade de 0,20-0,40 m, o menor valor observado foi na parcela com feijão de porco. As parcelas com crotalária, vegetação-espontânea e mucuna, obtiveram médias estatisticamente iguais, sendo que o maior e mais expressivo valor foi observado na parcela com guandu.

População de nematoides em 2014			
Tratamentos	Profundidade (m)		
	0,0- 0,10	0,10-0,20	0,20-0,40
Guandu	153,00a	191,16a	107,16b
Lab-lab	214,66a	173,66a	60,00ab
Crotalaria	156,00a	123,83a	62,33ab
Veg. Esp.	133,66a	124,16a	65,33ab
Mucuna	196,83a	227,33a	71,00ab
F. de porco	65,33a	56,83a	22,00a
CV %	72,29	75,47	49,63

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 1. Análise estatística da população de nematoides no ano de 2014.

População de nematoides em 2015			
Tratamentos	Profundidade (m)		
	0,0- 0,10	0,10-0,20	0,20-0,40
Guandu	150,66a	133,83a	79,83b
Lab-lab	140,16a	100,16a	52,0a
Crotalaria	86,50a	105,66a	47,83ab
Veg. Esp.	99,33a	130,16a	45,50ab
Mucuna	98,83a	168,16a	58,66ab
F. de porco	81,83a	94,16a	27,16a
CV %	44,11	57,72	53,32

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 . Análise estatística da população de nematoides no ano de 2015.

Ao comparar os valores referentes aos três anos de estudos (tabela 3), observa-se que houve um acréscimo significativo da população de nematoides nos anos de 2014 e 2015. Verifica-se também que a parcela com feijão de porco as médias não diferiram estaticamente durante os três anos de estudos. Os resultados obtidos mostram semelhança de respostas observadas entre os diferentes adubos verdes testados em relação à população de nematoides. Esse fato demonstra a necessidade de se fazer um novo estudo, e conjuntamente à classificação taxonômica dos nematoides para uma melhor avaliação da variação da população desses organismos.

Ano	Guandu			Lab-Lab			Crotalaria		
	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,40	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,40	0-0,10	0,10-0,20	0,2-0,40
2013	29,16a	53,00a	38,66a	23,00a	21,83a	39,66a	33,83a	36,50a	29,66a
2014	153,00b	191,16b	107,16b	214,66b	173,66b	60,00a	156,00b	123,83b	62,33a
2015	150,66b	133,83ab	79,83ab	140,16ab	100,16ab	52,00a	105,66ab	86,50ab	47,83a

Ano	Veg. Esp.			Mucuna			Feijão de porco		
	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,4	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,4	0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,4
2013	24,83a	24,66a	20,66a	21,33a	31,50a	23,16a	13,50a	25,16a	28,83a

2014	133,66b	125,16b	65,33b	196,83b	227,33b	71,00a	65,33b	56,83ab	22,00a
2015	130,16b	99,33ab	45,50ab	168,16b	98,83ab	58,66a	94,50b	81,83b	27,16a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3 – Análise estatística da população de nematoides nas três camadas estudadas para os três anos.

Em trabalho desenvolvido por Vedoveto et al. (2013), em que analisou-se a influência de adubos verdes no controle de *Pratlenchus brachyurus* no cultivo de soja, todos os tratamentos do referido estudo reduziram o número de nematoides/g de raiz, quando comparados à testemunha, valendo-se destacar os melhores resultados para mucuna, crotalária e estilosante.

Moraes et al 2006, estudando a influência de leguminosas no controle de fitonematoides em cultivo de alface americana e repolho, constatou que a incorporação de mucuna-preta e crotalária, em cultivo orgânico, reduziu a população de *Meloidogyne* spp. em 42 e 51%, respectivamente. A leguminosa feijão-de-porco causou redução da população de nematoide apenas nas parcelas com repolho após 90 dias.

Pode-se afirmar que os adubos verdes nesse referido experimento não teve o êxito esperado no controle da população de nematoide. Como a referida área passou por diferentes manejos durante os três anos de estudos, isso pode ter contribuído para que houvesse um acréscimo da população desses organismos nos dois últimos anos.

4. CONCLUSÕES

Levando em consideração que não foi feita classificação taxonômica dos nematoides, para que houvesse o monitoramento do acréscimo ou decréscimo populacional de determinado gênero no solo e com vista nos resultados encontrados e as condições os quais foram submetidos esse estudo, pode-se concluir que houve um aumento significativo da população de nematoides em relação à inicial.

O tratamento com o adubo verde guandu (*Cajanus cajan*) foi o que mais favoreceu o desenvolvimento da população de nematoides na referida área de estudo.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G.N. **Plant diseases caused by nematodes**. In: GEORGE, N. AGRIOS, F.N. (Ed.). Plant Pathology. 4th ed.. San Diego: Academic Press, 1997. p. 565-597.
- COLEMAN et al. **The distribution and abundance of soil nematodes in East African Savannas**. Biol. Fert Soils. V.12:67-72.1991

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de. **Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1997. 20 p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 42).

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In..45a**. Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p. 255-258.

JENKINS, W.R. **A rapid centrifugal flotation technique for separating nematodes from soil**. Plant Disease Report, V. 48, 1964. 692 P.

KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Ceres, 1985. 492p.

MIYASAKA, S. **Histórico do estudo de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características**. Adubação Verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.64-123.

MORAES et al. **Influência de leguminosas no controle de fitonematóides em cultivo orgânico de alface americana e repolho**. Fitopatologia Brasileira 31:188-191. 2006

SANTOS, M.A.; RUANO, O. **Reação de plantas usadas como adubos verdes a *Meloidogyne incognita*; Raça 3 e *M. javanica***. Nematologia Brasileira, s.l., v.11, p.184-197, 1987.

SHARMA, R, D.; Pereira J.; Resck, **Efficiency of green manures in the controle f nematode associated with soybean in cerrados**. Planaltina, EMBRAPA- CIPAC 1982, 30 p.

VEDOVETO et al. **Adubos verdes no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em soja**. Nematopica 43: 226-232, Paraná, Brasil, 2013.

ABSTRACT: Several plant species can be managed in a way that their vegetal mass improves the quality of the soil and, consequently, of the system of production as a whole. The use of green manures results in positive impacts on the physical, chemical and biological properties of the soil, consequently on the sustainable management of agroecosystems. This practice is still efficient in the control of nematodes, presenting some mechanisms responsible for reducing the number of these pathogens. The nematodes are extremely small vermiform, being one of the most abundant animals of the earth, possessing different habits, playing important ecological roles in the soil. Agricultural losses due to nematodes can vary widely, depending on the species and host culture involved in the association. The objective of this work was to evaluate the variation of the nematode population over three years in an anthropic soil cultivated with green manure, located in an experimental area of the Department of Soils, Institute of Agronomy of the Federal Rural University of Rio de Janeiro, in Seropédica-RJ. The experiment was installed in

an area of 1189 m², divided according to the Latin square delineation, being the plots of 6 m x 4 m. From each experimental unit, 21 representative samples of soil from subsequent soil layers were collected at depths of 0.0-0.1; 0.1-0.2; 0.2-0.40 m. For the extraction of nematodes the samples were processed by the flotation-centrifugation method in sucrose solution. There was a significant reduction in the nematode population in the first two years of study, and in the last year there was a significant increase in the population.

KEYWORDS: soil anthropic, soil microbiology, legumes

CAPÍTULO V

ANÁLISE DE TEORES DE ZINCO, BTEX E HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS EM SOLO CONTAMINADO POR GASOLINA E ÓLEO DIESEL

**Ilton Agostini Júnior
Mari Lucia Campos
David José Miquelluti
Letícia Sequinatto**

ANÁLISE DE TEORES DE ZINCO, BTEX E HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS EM SOLO CONTAMINADO POR GASOLINA E ÓLEO DIESEL

Ilton Agostini Júnior

Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC, Lages – SC.

Mari Lucia Campos

Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC, Departamento de Solos e Recursos Naturais, Lages – SC.

David José Miquelluti

Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC, Departamento de Solos e Recursos Naturais, Lages – SC.

Letícia Sequinatto

Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC, Departamento de Solos e Recursos Naturais, Lages – SC.

RESUMO: Devido ao aumento na demanda de exploração de petróleo e seus derivados, acidentes envolvendo contaminação do ambiente por hidrocarbonetos de petróleo tornaram-se frequentes nos últimos anos (HUTCHINSON et al., 2001). O presente estudo teve como objetivo principal analisar algumas propriedades químicas de solos contaminados por gasolina e óleo diesel e correlacionar com solos não contaminados, ambos na mesma propriedade. O trabalho foi conduzido na localidade de Laranjeira, interior do Município de Capão Alto, SC, em área que sofreu contaminação por gasolina e óleo diesel mediante derrame provocado por um acidente veicular que transportava combustível. As amostras de solo foram coletadas em duas áreas, uma contaminada, procedendo a coleta em 32 pontos em profundidade de 0 - 20 cm e outra com vegetação nativa sem contaminação, procedendo a coleta em 28 pontos na mesma profundidade da área anterior, totalizando 60 amostras realizadas em sistema de grade com pontos equidistando a cada cinco metros. Foram analisados os teores de Zn, BTEX e Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos - HPA. A seguir foram efetuadas comparações entre as áreas, para as variáveis estudadas, utilizando-se o teste de Kruskal-Wallis, adotando-se um nível mínimo de significância de 5%. Todas as análises foram conduzidas usando-se o software R (R Development Core Team, 2009). Houve diferença estatística entre as duas áreas ($p < 0,05$) para a variável Zn e detectado apenas teores de BTEX na AC.

PALAVRAS-CHAVE: Indicadores de qualidade do solo, Contaminação de solo por hidrocarbonetos, legislação ambiental.

1. INTRODUÇÃO

A grande movimentação logística e comercialização do petróleo e seus derivados vem gerando preocupações relacionadas à sua potencialidade de contaminação do ambiente.

Os problemas gerados pela contaminação do solo e da água subterrânea por hidrocarbonetos são vários. Sanches (1998) aponta três problemas principais: existência de riscos à segurança das pessoas e das propriedades, riscos à saúde pública e dos ecossistemas e restrições ao desenvolvimento urbano e imobiliário.

Nesse contexto, existe uma vasta legislação que tutela o meio ambiente, assim como, prevê sanções nas esferas criminal, administrativa e civil para crimes de poluição, destacando-se a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, a Política Nacional do Meio Ambiente - Lei n° 6.938 de 31 de agosto de 1981, e a Lei n° 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, trata dos Crimes Ambientais.

As análises químicas e físicas do solo contaminado por hidrocarbonetos fornecem dados importantes sobre a adequada escolha do manejo e remediação a ser efetivada no local atingido, facilitando sobremaneira os processos naturais de degradação destes hidrocarbonetos e recuperando os serviços ecossistêmicos outrora danificados.

Diante do exposto, fica evidente a necessidade de estudos na área, fornecendo informações claras e objetivas para os órgãos ambientais competentes realizarem o enquadramento legal bem como sugerir técnicas de remediação e valoração do dano ambiental condizentes com a peculiaridade de cada situação.

O presente estudo teve como objetivo principal analisar atributos químicos (orgânicos e inorgânicos) de solos sob efeito de contaminação por gasolina e óleo diesel e correlacionar com solos que não sofreram contaminação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área alvo desse estudo está situada na localidade de Laranjeira, interior do Município de Capão Alto - SC sob coordenadas UTM 22J 538257,1/6911589,5. A área sofreu um derrame de 10 m³ de óleo diesel e 5 m³ de gasolina.

As amostras de solo foram coletadas em duas áreas, uma área com vegetação nativa sem contaminação (testemunha) e na área contaminada, doravante aqui denominada AT e AC, respectivamente.

A coleta foi realizada em sistema de grade com pontos equidistando a cada 5 metros. Foram coletadas amostras em 32 pontos na área contaminada e 28 pontos na área testemunha na profundidade 0-20 cm, totalizando assim 60 amostras. As análises do solo foram realizadas nos laboratórios do Departamento de Solos e Recursos Naturais da UDESC-CAV.

No laboratório, as mesmas foram secas em estufa a 60°C, destorroadas, moídas e peneiradas em peneira de 2,0 mm. Tedesco et al. (1995) foi o protocolo utilizado para determinação dos teores de Zinco, conforme tabela 1. Já os BTEX e HPA foram determinados por Cromatografia a gás, os quais foram realizados pela empresa Umwelt Biotecnologia Ambiental em Blumenau-SC, seguindo a metodologia citada por APHA (2005). As análises de BTEX e HPA foram realizadas apenas com o intuito de verificar a quantidade desses elementos na AC, haja vista

o derrame ter acontecido em 2009, procedendo à coleta de duas amostras compostas em quatro pontos na AC, conforme tabela 2.

Em análise dos resultados foram utilizados gráficos para se estudar o comportamento das variáveis considerando-se as posições das amostras obtidas. A seguir foram efetuadas comparações entre as áreas, para as variáveis estudadas, utilizando-se o teste de Kruskal-Wallis, adotando-se um nível mínimo de significância de 5%, conforme tabela 3. Todas as análises foram conduzidas usando-se o software R (R Development Core Team, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de Zn apresentou diferença entre as duas áreas ($p < 0,05$), sendo considerado alto em ambas as áreas, conforme a Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC, (2004). O teor de Zn na AC foi 3,5 vezes superior à AT.

O teor de Zn já era esperado, uma vez que este elemento é um dos constituintes do petróleo e derivados, entretanto, é possível que os resultados estejam subestimados, uma vez que a matéria orgânica complexa alguns metais e o método utilizado para extração quantifica apenas o Zn disponível, o que reflete em média apenas 10 a 15% do teor total (PELOZATO et al., 2011).

Em relação aos teores de BTEX e HPA, determinados apenas na AC, foi possível detectar estes hidrocarbonetos no transcorrer de dois anos do derrame de combustível, exceto os HPA.

Variáveis		Zn
Unidade		Cmol _e kg ⁻¹
Mín.	Área Contaminada	2,3
Máx.		23
Méd.		7,9
D.P		4,4
Ass.		1,5
Curt.		2,2
Mín.	Área Testemunha	0,1
Máx.		7,1
Méd.		2,2
D.P		2,1
Ass.		0,8
Curt.		-0,57

A tabela 1 apresenta os valores descritivos analisados na AC e AT para a variável Zn.

Tabela 1 - Estatística descritiva, máximo, média, desvio padrão, assimetria e curtose, para a variável medida nas amostras de solo coletadas na AC e AT.

Análise	Resultado (AC)
	$\mu\text{g L}^{-1}$
BTEX ⁽¹⁾	8,4
HPA ⁽²⁾	<0,1

⁽¹⁾ Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno.

⁽²⁾ Os HPA analisados estão ausentes para o limite mínimo de quantificação de $0,1 \mu\text{g L}^{-1}$. Foram analisados os seguintes compostos: Pireno, Naftaleno, Indeno(1,2,3,cd) Pireno, Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benzeno, Benzo(a) Antraceno, Benzo(a)Pireno, Benzo(b) Fluoranteno, Benzo(g,h,i) Perileno, Benzo(k) Fluoranteno, Criseno, Dibenzo(a,h) Antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno.

Tabela 2 – Teores de BTEX e Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos analisados na AC.

Variáveis	Área Contaminada (AC)	Área Testemunha (AT)
Zn mg kg^{-1}	7,91 *	2,28

* Significativo a 5%. A tabela 3 apresenta o valor da média da variável analisada. Houve diferença estatística entre as duas áreas ($p > 0,05$) para teores de Zinco.

Tabela 3 – Comparação entre Média das variáveis químicas medidas no solo da AC e AT utilizando-se o teste de Kruskal-Wallis

Apesar de evidente as alterações químicas no solo ocorridas de contaminação por derivados de petróleo e sua consequência no contexto ambiental é necessário um conhecimento mais aprofundado em relação às interações que ocorrem no solo e específico em ambientes alagados.

Os efeitos da contaminação variam de acordo com o tipo e a quantidade de óleo, a época do ano, o tipo de solo (BAKER 1970; PEZESHKI et al., 2000; MERKL et al., 2005; KAYODE et al. 2009; KISIC et al. 2009).

4. CONCLUSÕES

O derrame de combustível (óleo diesel e gasolina) alterou o teor de Zn do solo da AC quando comparado à AT. Foram detectados Teores de BTEX na Área Contaminada, porém, teores de HPA não foram detectados, após transcorridos dois anos do acidente.

REFERÊNCIAS

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION: **Standart Methods Examination of Water and Wastewater**, Washington D. C., American Water Works Association, 21th Edition, 2005.

BAKER, M. J. **The effects of oil on plants**. Environmental Pollution, Barking, v. 1, p. 27-44, 1970.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Manual de Adubação e Calagem para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre, RS, 2004. 394p.

HUTCHINSON, S. L.; BANKS, M. K.; SCHWAB, A. P. **Phytoremediation of aged petroleum sludge: Effects of inorganic fertilizer.** J. Environ. Qual., Madison, v. 30, n.2, p. 395-403, 2001.

KAYODE, J.; OLOWOYO, O.; OYEDEJI, A. 2009. **The effects of used engine oil pollution on the growth and early seedling performance of Vigna unguiculata and Zea mays.** Research Journal of Soil Biology 1: 15-19.

KISIC, I.; MESIC, S.; BASIC, F.; BRKIC, V.; MESIC, M.; DURN, G.; ZGORELEC, Z. & BERTOVIC, L. 2009. **The effect of drilling fluids and crude oil on some chemical characteristics of soil and crops.** Geoderma 149: 209-216.

MERKL, N.; SCHULTZE-KRAFT, R. & INFANTE, C. 2005. **Phytoremediation in the tropics - influence of heavy crude oil on root morphological characteristics of graminoids.** Environmental Pollution 138: 86-91.

PELOZATO, M.; HUGEN, C.; CAMPOS, M.L.; ALMEIDA, J.A.; SILVEIRA, C.B.; MIQUELLUTI, D.J. & SOUZA, M.C. **Comparação entre métodos de extração de cádmio, cobre e zinco de solos catarinenses derivados de basalto e granito-migmatito.** R. Ci. Agrov., 10:54-61, 2011.

PEZESHKI, S.R.; HESTER, M.W.; LIN, Q. & NYMAN, J.A. 2000. **The effects of oil spill and clean-up on dominant us gulf coast marsh macrophytes: a review.** Environmental Pollution 108: 129-139.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

ABSTRACT: Due to increase in the demand for petroleum exploration and its derivatives, accidents involving pollution of the environment by petroleum hydrocarbons have become frequent in recent years (Hutchinson et al., 2001). The present study aims to analyze some chemical properties of soils contaminated by gasoline and diesel oil and correlate with uncontaminated soils, both on the same property. The work was conducted in the Laranjeira locality, interior of Capão Alto City, SC, in an area that suffered contamination by gasoline and diesel through spillage caused by a vehicular accident that carried the fuel. The soil samples were collected in two areas, a contaminated, collecting at 32 points in depth of 0-20 cm and another with native vegetation without contamination, collecting at 28 points at the same depth of the previous area, totaling 60 samples realized in Grid system with Equidistant points every five metros. Were analyzed levels of Zn, BTEX and Polycyclic Hydrocarbons Aromatic -

PHA. Then were made comparisons between the areas, for the variables studied, using the Kruskal-Wallis test, adopting a minimum level of significance of 5%. All analyses were conducted using the R (R Development Core Team, 2009). There was statistical difference between the two areas ($P < 0.05$) for the variable Zn and detected only BTEX in AC.

KEYWORDS: Soil quality indicators, Soil contamination by hydrocarbons, environmental legislation.

CAPÍTULO VI

ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DO ARROZ EM SUCESSÃO A CULTIVOS DE PLANTAS DE COBERTURA E DESCOMPACTAÇÃO MECÂNICA

Vagner do Nascimento

Marlene Cristina Alves

Orivaldo Arf

Epitácio José de Souza

Paulo Ricardo Teodoro da Silva

Michelle Traete Sabundjian

João Paulo Ferreira

Flávio Hiroshi Kaneko

ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DO ARROZ EM SUCESSÃO A CULTIVOS DE PLANTAS DE COBERTURA E DESCOMPACTAÇÃO MECÂNICA

Vagner do Nascimento

Universidade Estadual de Londrina (UEL), Centro de Ciências Agrárias (CCA), Departamento de Agronomia/Fitotecnia, Londrina, PR.

Marlene Cristina Alves

Universidade Estadual Paulista (UNESP)/Faculdade de Engenharia (FE), Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Ilha Solteira, SP.

Orivaldo Arf

UNESP/FE, Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, Ilha Solteira, SP.

Epitácio José de Souza

UNESP/FE, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Ilha Solteira, SP.

Paulo Ricardo Teodoro da Silva

UNESP/FE, Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Ilha Solteira, SP.

Michelle Traete Sabundjian

Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva, Itapeva, SP.

João Paulo Ferreira

Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva, Itapeva, SP.

Flávio Hiroshi Kaneko

Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Campus Iturama, Iturama, MG.

RESUMO: O cultivo antecessor de plantas de cobertura e descompactação mecânica do solo são opções para minimizar a compactação na camada superficial do solo em sistema plantio direto (SPD) estabelecido. Assim, o objetivo do trabalho foi investigar o efeito da descompactação mecânica do solo e o cultivo anterior de plantas de cobertura na primavera em SPD iniciado há 13 anos, na produtividade de grãos do arroz e as alterações nos atributos físicos do solo, após o cultivo. O trabalho foi desenvolvido em Selvíria, MS, em 2012/13, em um Latossolo Vermelho, textura argilosa, com delineamento em blocos casualizados disposto em um esquema fatorial 5x2, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco plantas de cobertura (pousio (controle), *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Urochloa ruziziensis* e *Pennisetum glaucum*) com e sem escarificação mecânica do solo. Em março de 2013, coletou-se as amostras de solo, nas camadas de 0,00-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m, avaliando-se a densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total. A escarificação mecânica do solo promoveu incremento de macroporos e poros totais, além disso, reduziu a densidade do solo na camada de 0,00-0,20 m. O cultivo anterior de crotalária, independente da escarificação, promoveu melhoria nos atributos físicos do solo, na camada de 0,05-0,20 m. A escarificação mecânica do solo e o cultivo anterior de guandu proporcionaram incrementos na produtividade de grãos do arroz em sucessão.

PALAVRAS-CHAVE: compactação, qualidade física do solo, porosidade do solo.

1. INTRODUÇÃO

A compactação nas camadas superficiais do solo vêm ocorrendo em sistema plantio direto (SPD) de forma sistemática em diversos sistemas de produção na região do Cerrado, devido à mobilização do solo apenas no sulco de semeadura. Isso acontece principalmente em virtude do processo de compressão causado por tráfego de maquinário nas operações agrícolas de semeadura, colheita e tratos culturais, com solo em condições de umidade acima da ideal (plástica, aderente e fluida), particularmente em Latossolos, e também devido à não mobilização do solo, aliado à maior retenção de água no solo, o que determina um curto período de tempo com a umidade adequada às operações mecanizadas. Diversos autores mencionam que a compactação do solo tem sido uma ameaça a continuidade e estabilidade do SPD, e pode causar degradação do solo, com reflexos negativos sobre o volume de solo explorado e a absorção de água e nutrientes pelas plantas (TORMENA et al., 2002).

A operação de escarificação mecânica do solo, em SPD, pode ser uma alternativa viável para minimizar as limitações físicas nas camadas superficiais do solo ao crescimento e penetração das raízes das plantas. Alguns trabalhos têm demonstrado aumentos significativos na produtividade das culturas (soja, milho, trigo, feijão) em solos sob SPD escarificado. Essa prática aumenta a porosidade e reduz a densidade do solo, ao mesmo tempo rompe as camadas compactadas, até a profundidade de 0,30 m (REICHERT et al., 2009). Em razão disso, a escarificação mecânica do solo eleva a taxa de infiltração e armazenamento de água e favorece o aprofundamento do sistema radicular. Contudo, nada impede que o solo descompactado volte a ser utilizado no SPD, desde que o processo de descompactação seja adequadamente efetuado com equipamentos (escarificadores e hastes escarificadoras) bem regulados, com hastes finas e ponteiras estreitas, de tal forma que revolvam o mínimo possível, procurando romper o solo no seu plano natural de ruptura e mantendo a maior parte dos restos vegetais sobre a superfície do solo e preservar sua estrutura. A prática da escarificação tem sido considerada “efêmera”, pela não persistência desses efeitos no solo, entretanto, tem sido questionada por diversos autores, os efeitos sobre os atributos do solo não persistem por mais de três anos.

A pré-safra com plantas de cobertura na primavera, no Cerrado Sul-Matogrossense, é altamente viável, quer pelo efeito direto e imediato sobre a produtividade das culturas comerciais sucedâneas, quer pelo efeito indireto na melhoria crescente nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, na diminuição da ocorrência e disseminação de pragas, patógenos e plantas daninhas, bem como na redução dos custos para seu controle. Além disso, muitas

espécies apresentam múltiplos usos, como o *Pennisetum glaucum* que pode ser utilizada como cobertura protetora do solo em SPD, para produção de grãos e como forrageira de excelente valor nutritivo, com até 24% de proteína bruta. Essas espécies vegetais são capazes de romper camadas compactadas e melhorar a estrutura e agregação do solo. Essas plantas devem compor sistemas de sucessão/rotação de culturas de forma planejada e duradoura, de acordo com a recomendação para cada região, observando-se a densidade e a época de semeadura.

A escolha da planta de cobertura é fator decisivo, assim como conhecer a sua adaptabilidade à região e sua habilidade em desenvolver num ambiente menos favorável, principalmente nas condições climáticas de Cerrado de baixa altitude em razão das altas temperaturas e elevado índice pluviométrico, conforme Kliemann, Braz e Silveira (2006). Nessas condições, a taxa de decomposição é rápida e ocorre menor persistência de resíduos vegetais na superfície do solo, mesmo quando a palhada é basicamente constituída de gramíneas com alta relação Carbono/Nitrogênio (C/N) e elevado teor de lignina. Dessa forma, nessa região a manutenção de uma camada de cobertura do solo por longo tempo torna-se atividade bastante complexa, necessitando de conhecimento e experiência prática de quem adota o SPD.

Pode-se inferir que o cultivo de plantas de cobertura com sistema radicular pivotante, abundante e profundo na primavera e/ou descompactação mecânica do solo, com escarificador combinado com uma sucessão de culturas adequada para a SPD, pode proporcionar melhorias e/ou manutenção do sistema de produção. Essas práticas proporcionarão alterações positivas e duradouras principalmente nos atributos físicos do solo, podendo também levar ao aumento da produtividade de biomassa, ciclagem de nutrientes, fixação biológica de nitrogênio, rompimento de camadas compactadas, exploração alternada de diferentes profundidades do solo, manutenção ou aumento dos teores da matéria orgânica e melhoria do equilíbrio e disponibilidade de nutrientes no solo. Além disso, poderão ocorrer incrementos e estabilização na produtividade do arroz em sucessão.

Assim, o objetivo deste trabalho foi investigar o efeito da descompactação mecânica esporádica do solo e o cultivo anterior de plantas de cobertura na primavera em SPD iniciado há 13 anos, na produtividade de grãos do arroz e nas alterações nos atributos físicos do solo, após o cultivo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em área experimental da UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, MS, em 2012/13, em um Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa, com altitude local de 335 m. Os valores médios anuais de precipitação anual, temperatura e umidade relativa do ar são, respectivamente, 1.370 mm, 23,5°C e 66%.

Os dados climáticos registrados durante a condução do experimento das plantas de cobertura (PC) e arroz de terras altas, foi apresentado na Figura 1, constituído de precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima, registrados na Estação Meteorológica da Fazenda Experimental da UNESP/FE. O fornecimento de água foi efetuado de três em três dias, ou quando necessário, por aspersão, por meio de um sistema fixo de irrigação do tipo pivô central. A lâmina de água em cada irrigação foi de 14 mm.

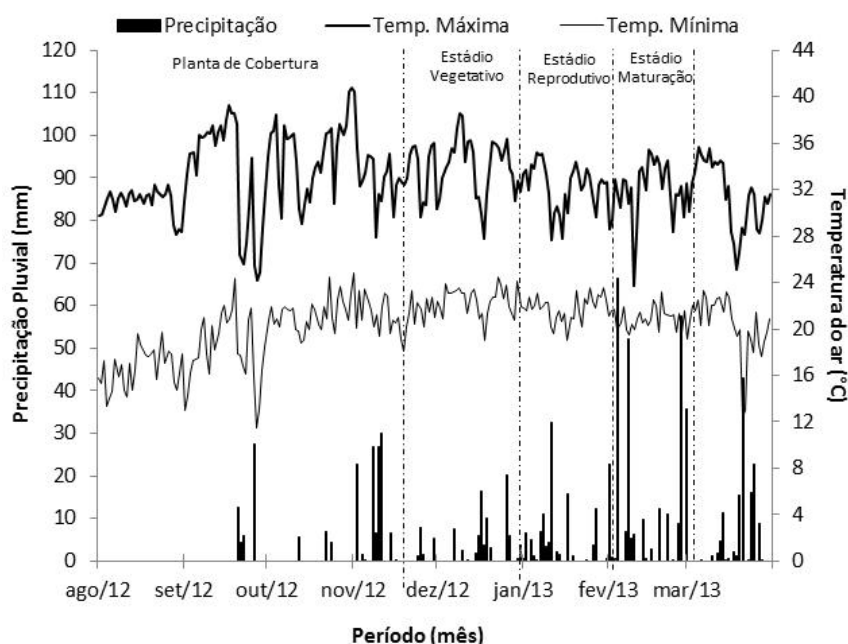


Figura 1. Precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima (°C), em Selvíria, MS, durante a condução das plantas de cobertura e arroz de terras altas em 2012/13.

Antes da instalação do experimento foi realizada uma caracterização química e física do solo em toda área experimental em 14/06/2012. Para análise química foi coletada uma amostra composta, originada de 20 amostras simples deformadas do solo, nas camadas estratificadas de 0,00-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m. Quanto à análise física foram retiradas amostras indeformadas de solo em 10 pontos aleatórios, nas camadas supracitadas, por meio de anéis volumétricos com volume de 10^{-4} m^3 . Os dados foram apresentados na Tabela 1.

Aplicou-se em toda área experimental em 10/07/2012, 1.600 kg ha^{-1} de calcário dolomítico com equipamento de distribuidor a lanço.

A escarificação mecânica do solo em parte da área experimental foi realizada em 09/08/2012, antes da semeadura das plantas de cobertura na primavera utilizando um escarificador Jumbo Matic acoplado na barra de tração do trator. O escarificador possui sete hastes (três na barra dianteira e quatro na

traseira) de formato inclinado e ponteira em cinzel, com espaçamento entre hastes de 300 mm e ângulo de ataque de 22°, e rolo destorroador. O ajuste de profundidade de trabalho média foi de 0,30 m e largura da faixa de corte de 2,10 m. A operação foi realizada quando o solo encontrava-se com teor de umidade próximo ao do ponto de friabilidade. Na sequência, nas partes escarificadas realizou-se uma operação com grade leve.

Todas as plantas de coberturas (PCs) foram semeadas manualmente em 14/08/2012, sem adubação, com uso de matracas e espaçamento entrelinhas de 0,45 m com a densidade de sementes utilizada para o guandu anão (60 kg ha⁻¹), crotalária e milheto (30 kg ha⁻¹), *Urochloa* (12 kg ha⁻¹). Todas as PCs foram dessecadas aos 68 dias após a semeadura (DAS) com os herbicidas glyphosate (1.440 g ha⁻¹ do i.a.) + 2,4-D (670 g ha⁻¹ do i.a.). Posteriormente foi realizada uma operação com triturador mecânico, na altura de 0,10 m acima da superfície do solo, em todas PCs.

Tabela 1. Atributos químicos e alguns físicos do solo da área experimental, antes da instalação do experimento, nas camadas estudadas. Selvíria, MS, Brasil, 2012.

	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	S-SO ₄	V	m
Prof. (m)	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂				mmolc dm ⁻³				mg dm ⁻³	%	%
0,00-0,05	29	24	5,9	3,5	41	25	19	0	69,5	88,5	3	79	0
0,05-0,10	6	17	4,9	1,8	17	12	33	2	30,8	63,8	6	48	6
0,10-0,20	38	15	4,5	1,3	10	7	38	6	18,3	56,3	13	33	25
0,20-0,40	7	13	4,8	1,4	10	8	29	2	19,4	48,4	43	40	9

Prof. (m)	Granulometria			Atributos físicos do solo			
	Areia	Silte	Argila	Macro	Micro	P. Total	Ds
	g kg ⁻¹			m ³ m ⁻³			Mg m ⁻³
0,00-0,05	403	157	440	0,078	0,358	0,435	1,49
0,05-0,10	389	127	484	0,060	0,353	0,413	1,56
0,10-0,20	385	120	495	0,069	0,351	0,420	1,54
0,20-0,40	352	121	527	0,096	0,361	0,458	1,42

Prof.(m): profundidade do solo (metro); P: fósforo disponível (resina); M.O.: Matéria orgânica; K, Ca, Mg e Al trocáveis; S-SO₄: Enxofre; H+Al: Acidez potencial; SB: Soma de Bases; CTC: Capacidade de troca de cations; V(%): saturação por bases; m(%): saturação por alumínio; P. total: porosidade total; Macro: Macroporosidade; Micro: Microporosidade; Ds: Densidade do solo;

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados disposto em esquema fatorial 5x2 para o arroz, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco PCs (pousio (controle), *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Urochloa ruziziensis* e *Pennisetum glaucum*) com e sem

escarificação mecânica do solo. Nos pousios com e sem escarificação mecânica do solo, permitiu-se o desenvolvimento da vegetação espontânea.

As plantas de cobertura foram implantadas utilizando-se espaçamento e densidade recomendada e apresentam as seguintes características, segundo Wutke, Calegari e Wildner (2014):

Feijão-guandú (*Cajanus cajan* (L) Mill): é uma planta anual ou semiperene, arbustiva, de crescimento determinado ou indeterminado, sendo uma leguminosa capaz de fixar nitrogênio (41 até 280 kg ha⁻¹ ano⁻¹) e solubilizar e disponibilizar o fósforo combinado com o ferro (Fe) em solos onde o elemento encontra-se indisponível, e atua como “protetora”, “recuperadora” e “mobilizadora” de nutrientes em áreas degradadas. Adaptada a regiões tropicais e subtropicais, tolerante à seca e à baixa fertilidade do solo, porém não tolera umidade excessiva. Essa espécie é considerada má hospedeira de nematóides de cistos. Desenvolve-se bem em solos de textura argilosa ou arenosa, com potencial de produção de biomassa seca (5 a 18 Mg ha⁻¹) em situações de precipitação pluvial entre 200 e 400 mm. O sistema radicular é vigoroso, bem desenvolvido em profundidade (maior tolerância à seca) e tem capacidade para ser “subsolador biológico”, ou seja, atua no rompimento de camadas compactadas do solo, com formação de pé-de-grade ou pé-de-arado.

Crotalária (*Crotalaria juncea*): espécie originária da Índia, com ampla adaptação às regiões tropicais. As plantas são anuais, arbustivas, de crescimento ereto e determinado, produzem fibras e celulose de alta qualidade, próprias para a indústria de papel e outros fins. Recomendada para adubação verde, em cultivo isolado, intercaladas em culturas perenes, na reforma de canavial ou em rotação com culturas graníferas, é uma das espécies leguminosas de mais rápido crescimento inicial, atingindo, em estação normal de crescimento 3,0 a 3,5 m de altura. São muito bem adaptadas a solos de textura arenosa e reduzida fertilidade, podendo ser obtidos aumentos de até 100% no rendimento das culturas em sucessão. A produtividade de biomassa seca é variável, sendo de 4 a 15 Mg ha⁻¹. Seu sistema radicular é pivotante e profundo, com contribuição na melhoria da infiltração de água, da capacidade de fixação biológica de N (150 a 160 kg ha⁻¹ ano⁻¹), mais há registro de até 450 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, e da ciclagem de vários nutrientes no perfil do solo, como N, P, Ca e Mg.

Milheto (*Pennisetum glaucum*): é uma forrageira de clima tropical, anual, de hábito ereto, com porte alto, desenvolvimento uniforme, bom perfilhamento, fácil manejo e dessecação simples, com baixas dosagens de herbicidas. Essa gramínea desenvolve-se bem em solos arenosos e pouco compactados (FRIBOURG, 1995). Nessa classe de solo, pode produzir maior quantidade de biomassa seca do que sorgo, em torno de 10 Mg ha⁻¹. Apresenta alta tolerância à seca, podendo ser usado com sucesso para cobertura de solo em SPD, na região do Cerrado. Apresenta sistema de raízes abundante e agressivo, que rompe camadas compactadas, além de melhorar a estrutura e a reciclagem de nutrientes no perfil do solo.

Urochloa ruzizensis: as gramíneas do gênero *Urochloa* (*Brachiaria*) e/ou braquiária-peluda, têm plantas semieretas, em toceiras, não tolerantes ao encharcamento do solo e com altura entre 0,9 a 1,3 m. Produz em média de 10 a 14 Mg ha⁻¹ de biomassa seca. São muito utilizadas na formação de pastagens por apresentarem boa adaptação às mais variadas condições de clima e solo, e para produção de biomassa em SPD, ocupando cada vez mais espaço em todo o território do Brasil. De acordo com Soares Filho (1994), as gramíneas desse gênero apresentam boa produção de forragem em solos com baixa e média fertilidade. Atualmente, pode-se dizer que é uma das principais gramíneas utilizadas no sistema de integração lavoura-pecuária em consórcio com o milho, milheto, sorgo e arroz, sem prejuízos a produtividade dessas culturas devido à reduzida competição em cobertura foliar. As gramíneas forrageiras são também consideradas adubos verdes/plantas de cobertura do solo, tanto em rotação com culturas anuais como em consórcio com perenes.

A parcela experimental foi constituída de 7 m largura e 12 m comprimento. O cultivo do arroz foi em sucessão as PCs na primavera de 2012. A semeadura mecânica do arroz foi realizada em 13/09/2012, usando o cultivar IAC 203, com espaçamento de 0,35 m entrelinhas, sendo conduzido de novembro a março, sob irrigação por aspersão, com adubação de base de 250 kg ha⁻¹ da formula 06-30-10 e adubação de cobertura de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio usando como fonte o sulfato de amônio, sendo realizada aos 30 dias após a emergência das plantas (DAE).

A avaliação de produtividade de matéria seca (MS) da parte aérea foi realizada em 05/11/2012, após o manejo das plantas de cobertura com triturador mecânico. Foram realizadas amostragens ao acaso com quadrado de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m) em quatro pontos representativos de cada parcela. Posteriormente, o material fragmentado coletado foi submetido à secagem em estufa de renovação e circulação forçada de ar na temperatura de 65°C, até atingir massa constante. A MS da parte aérea foi obtida, dessa maneira, pela média aritmética entre os quatro pontos amostrados, com os valores médios transformados para Mg ha⁻¹. Após a pesagem, o material foi devolvido para a área de coleta.

A colheita manual das parcelas do arroz de terras altas foi realizada em 04/03/2013. A avaliação de produtividade de grãos foi determinada pela pesagem dos grãos, provenientes da área útil das parcelas, colhidas manualmente em três linhas uniformes. Posteriormente corrigiu a umidade para 13% e convertida para kg ha⁻¹.

Após cultivo do arroz, entre o período de 19 e 22 de março de 2013, foram coletadas amostras indeformadas de solo em três pontos aleatórios dentro de cada parcela, nas camadas supracitadas, sendo realizadas quatro repetições por tratamento. Posteriormente foram submetidas à análise de macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro), porosidade total (PT) e densidade do solo (Ds), conforme metodologia proposta pela EMBRAPA (1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para DM e PC. Quando

constatada interação significativa entre as fontes de variação (DM vs PC), procedeu-se o desdobramento, comparando as médias pelo teste de Tukey, adotando-se nível de 5% de significância ($p < 0,05$), de acordo com Pimentel Gomes; Garcia (2002). As análises estatísticas foram processadas utilizando-se o programa de análise estatística SISVAR (FERREIRA, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência do arroz ocorreu uniformemente no sexto dia após a semeadura (DAS). O florescimento pleno e a colheita ocorreram aos 82 e 106 DAE das plantas. Durante o período de cultivo do arroz não houve problema com acamamento de plantas. Houve interações significativas para massa seca (MS) da parte aérea das PCs e para macroporos e porosidade total do solo, na camada de 0,05-0,10 m solo (Tabelas 2 e 3 e Figura 2).

Tabela 2. Valores médios de massa seca (MS) da parte aérea das plantas de cobertura (PC) e produtividade de grãos (PG) do arroz de terras altas, após descompactação mecânica (DM) do solo e cultivos de PC e arroz em sistema plantio direto.

Manejo	Massa seca da parte aérea	Produtividade de grãos
	Mg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
	Descompactação mecânica (DM) do solo	
Sem	10,01	4.539 b
Com	10,38	5.091 a
	Plantas de cobertura (PC)	
Pousio	7,99	5.000 b
<i>Urochloa</i>	10,55	4.284 c
Crotalária	9,66	5.024 b
Guandu	9,72	5.614 a
Milheto	13,05	4.154 c
	DMS (5%)	
DM (5%)	--	236,56
PC (5%)	--	532,60
CV(%)	7,09	7,57

Médias seguidas de mesma letra, para descompactação mecânica e plantas de cobertura, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância

Com relação ao desdobramento da interação para massa seca (MS) da parte aérea das PCs (Figura 2), para PC dentro de DM, verificou-se que o cultivo anterior de milheto (13,64 Mg ha⁻¹), *Urochloa* (11,84 Mg ha⁻¹) e guandú (11,14 Mg ha⁻¹) com escarificação e da crotalária (11,46 Mg ha⁻¹) em SPD apresentaram maior produtividade de MS. Na DM dentro de PC, verificou-se que o solo sob milheto, independente da escarificação, e sob crotalária em SPD proporcionaram maior produtividade de MS. As taxas diárias de acúmulo de produtividade MS (68 DAS) das PC foram: milheto (193 kg ha⁻¹), *Urochloa* (154 kg ha⁻¹), guandú e crotalária (143 kg ha⁻¹).

A descompactação mecânica do solo e o cultivo de PCs (Tabela 2) influenciaram na produtividade de grãos do arroz. O fato de escarificar o solo proporcionou incremento de produtividade da ordem de 552 kg ha⁻¹ em relação ao SPD, após sete meses. Nas PCs, constatou-se que o cultivo antecessor de guandú (5.614 kg ha⁻¹) proporcionou maior incremento na produtividade de grãos do arroz em relação ao milho (4.154 kg ha⁻¹) e *Urochloa* (4.284 kg ha⁻¹). Provavelmente o cultivo anterior de guandu na primavera, promoveu o rompimento da camada compactada, por apresentar sistema radicular profundo, capaz de se desenvolver em solos coesos e adensados na superfície (BRAZACA et al., 1996), com bom potencial na absorção de água e possibilidade de ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas (ALVARENGA et al., 1995), refletindo em maior produtividade de grãos do arroz. Entretanto, Pacheco et al. (2011) verificaram que as maiores produtividades do arroz sob SPD foram obtidas sobre palhadas de milho e *Urochloa ruziziensis*.

Na camada de 0,00-0,05 m (Tabela 2), observou-se que houve influência para DM do solo sobre a Macro, PT e DS. De maneira geral, verificou-se que a escarificação, promoveu incremento na proporção de macroporos (0,14 m³ m⁻³) e porosidade total (0,47 m³ m⁻³), além disso, reduziu a densidade (1,39 Mg m⁻³) do solo. Não houve influência significativa para PCs. Todavia, vale salientar que a proporção de macroporos foi superior ao considerado crítico por Greenland (1981), para um bom desenvolvimento do sistema radicular das plantas cultivadas (> 0,10 m³ m⁻³).

Na camada de 0,05-0,10 m (Tabela 2), constatou-se que houve efeito para DM do solo para densidade do solo. Observou-se que a escarificação, promoveu redução da Ds (1,48 Mg m⁻³). Nas PCs, notou-se que *Crotalaria juncea* proporcionou redução da microporosidade (0,33 m³ m⁻³) e densidade do solo (1,46 Mg m⁻³).

Tabela 2. Valores médios de Macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro), porosidade total (PT) e densidade do solo (DS) do solo, nas camadas estudadas, após descompactação mecânica (DM) esporádica do solo, cultivos antecessores de plantas de cobertura (PC) e arroz de terras altas sob sistema plantio direto, Selvíria, MS, 2012.

Manejo	Macro	Micro	PT	DS	Macro	Micro	PT	DS
	0,00-0,05 m				0,05-0,10 m			
	Descompactação mecânica (DM) do solo							
Sem	0,11 b	0,34	0,45 b	1,49 a	0,09	0,34	0,43	1,53 a
Com	0,14 a	0,33	0,47 a	1,39 b	0,11	0,34	0,45	1,48 b
	Plantas de cobertura (PC)							
Pousio	0,12	0,33	0,46	1,43	0,10	0,33 ab	0,44	1,51 ab
<i>Urochloa</i>	0,12	0,34	0,46	1,44	0,11	0,34 ab	0,44	1,49 ab
Milheto	0,14	0,33	0,46	1,42	0,10	0,34 a	0,44	1,51 ab
Crotalária	0,13	0,33	0,47	1,45	0,12	0,33 b	0,45	1,46 b
Guandú	0,10	0,34	0,45	1,47	0,08	0,34 a	0,43	1,55 a
	DMS (5%)							
DM (5%)	0,018	--	0,012	0,037	--	--	--	0,030
PC (5%)	--	--	--	--	--	0,014	--	0,066
CV (%)	40,58	6,03	7,53	7,04	39,36	5,13	6,75	5,48
C.I.	0,08	0,36	0,44	1,49	0,06	0,35	0,41	1,56
	0,10-0,20 m				0,20-0,40 m			
	Descompactação mecânica (DM) do solo							
Sem	0,08 b	0,35	0,42 b	1,54 a	0,11 a	0,36	0,47	1,37 b
Com	0,11 a	0,35	0,46 a	1,46 b	0,10 b	0,36	0,46	1,39 a
	Plantas de cobertura (PC)							
Pousio	0,09 ab	0,35	0,43 ab	1,51 ab	0,10	0,36	0,46	1,38
<i>Urochloa</i>	0,09 ab	0,35	0,44 ab	1,51 ab	0,11	0,36	0,47	1,38
Milheto	0,09 ab	0,34	0,44 ab	1,49 ab	0,10	0,36	0,46	1,38
Crotalária	0,10 a	0,36	0,47 a	1,46 b	0,12	0,36	0,47	1,36
Guandú	0,08 b	0,34	0,42 b	1,53 a	0,09	0,37	0,46	1,41
	DMS (5%)							
DM	0,012	--	0,019	0,031	0,009	--	--	0,025
PC	0,026	--	0,042	0,068	-	--	--	--
CV (%)	35,68	14,08	11,94	5,70	25,01	5,41	4,75	5,03
C.I.	0,07	0,35	0,42	1,54	0,10	0,36	0,46	1,42

Médias seguidas de mesma letra, para descompactação mecânica e PC, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 %; C.I. (Caraterização Inicial): Atributos químicos do solo da área experimental, antes da instalação do experimento.

Analisando os resultados do desdobramento da interação para Macroporos e PT do solo, na camada de 0,05-0,10 m (Figura 2), para PC dentro de DM e na DM dentro de PC, merece destaque o cultivo antecessor de crotalária com escarificação que promoveu incremento na proporção de macroporos ($0,16 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) e poros totais ($0,48 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) do solo em relação aos demais tratamentos, e também em relação a proporção de Macroporos ($0,06 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) e PT ($0,41 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) inicial do solo em 2012. Além disso, na DM dentro de PC, constatou-se que o solo sob milheto com escarificação ($0,45 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), mostrou-se promissor, com incremento na proporção de poros totais do solo em relação as demais PCs e proporção inicial. Provavelmente a *Crotalária juncea* rompeu a camada superficial compactada do solo e melhorou a estrutura e agregação, promovendo melhorias na relação

massa/volume do solo.

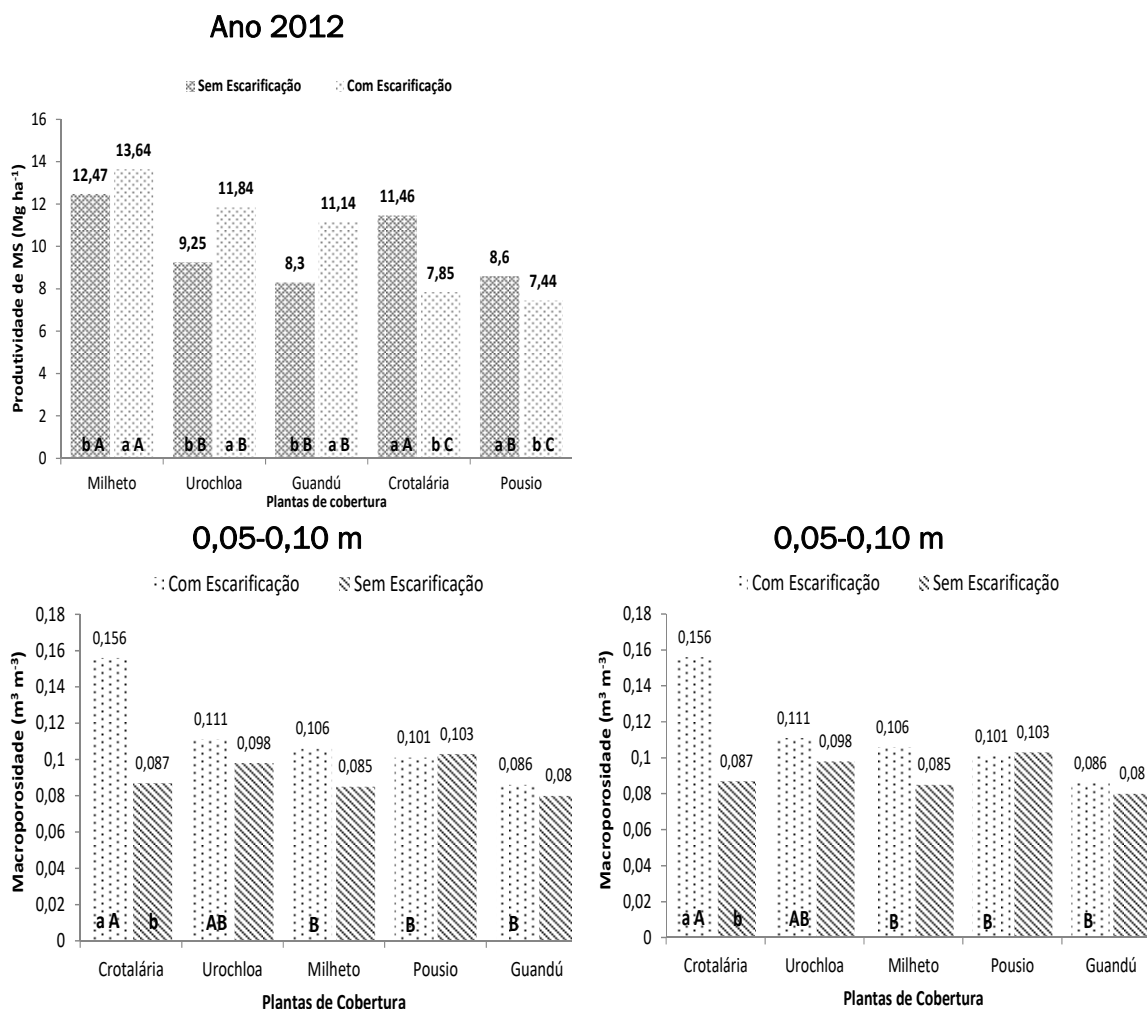


Figura 2. Desdobramento das interações para a massa seca (MS) da parte aérea das PCs, macroporosidade e porosidade total do solo, na camada de 0,05-0,10 m, após descompactação mecânica esporádica do solo e cultivo de PC e arroz em SPD estabelecido, sob irrigação por aspersão. Médias seguidas de mesma letra minúscula, para PC dentro de DM (1,05 Mg ha⁻¹, 0,032 e 0,024 m³ m⁻³), e maiúscula, na DM dentro de PC (1,49 Mg ha⁻¹, 0,045 e 0,034 m³ m⁻³), não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância, CV (%) = 7,09, 39,36 e 6,75, Selvíria, MS, 2012/13.

Na camada de 0,10-0,20 m (Tabela 2), verificou-se que houve diferenças significativas para DM do solo nos atributos Macro, PT e DS. A operação de escarificação promoveu maior proporção de Macro ($0,11 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) e PT ($0,46 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) do solo, além disso, reduziu a Ds ($1,46 \text{ Mg m}^{-3}$). Corroborando com Viana et al. (2008) que mencionam os benefícios do escarificador na descompactação do solo, somado ao fato de possuir bom rendimento operacional, proporcionar bom desenvolvimento do sistema radicular das plantas e facilitar a infiltração de água no solo. Uma alternativa para a descompactação em SPD estabelecido, pois possibilita que grande parte dos resíduos culturais permaneça sobre a superfície do solo, mas ressaltava a importância de ser empregado quando o solo apresenta-se dentro da faixa de friabilidade.

Para as PCs, na camada de 0,10-0,20 m (Tabela 2), notou-se que cultivo anterior de *Crotalária juncea* promoveu maior proporção de Macro ($0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) e PT ($0,47 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) do solo, e também reduziu a Ds ($1,46 \text{ Mg m}^{-3}$). Mostrando ser uma excelente opção de cultivo, pela sua capacidade de romper camadas superficiais compactadas em SPD estabelecido, promovendo melhor estruturação e agregação, proporcionando a formação de bioporos e maior capacidade de infiltração e armazenamento de água no solo, principalmente em solo argiloso.

Na camada de 0,20-0,40 m (Tabela 2), observou-se que houve influência para DM do solo nos atributos Macro e DS. Constatou-se que o SPD apresentou maior proporção de macroporos ($0,11 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) e menor a densidade ($1,37 \text{ Mg m}^{-3}$) no subsolo estudado. Evidenciando que a escarificação mecânica do solo realizada na profundidade de 0,35 m, após sete meses, não proporcionou melhorias nos atributos físicos do solo nesta profundidade. Não houve diferenças significativas para as PCs.

4. CONCLUSÕES

A escarificação mecânica do solo promoveu incremento de macroporos e poros totais, além disso, reduziu a densidade do solo na camada de 0,00-0,20 m.

O cultivo anterior de crotalária, independente da escarificação, promoveu melhoria nos atributos físicos do solo, na camada de 0,05-0,20 m.

A escarificação mecânica do solo e o cultivo anterior de guandu proporcionaram incrementos na produtividade de grãos do arroz em sucessão.

5. AGRADECIMENTOS

À FAPESP e ao CNPq pelos auxílios financeiros e a concessão da bolsa de doutorado ao primeiro autor pela FAPESP, PROCESSO: 2012/05945-0. À UNESP/FE pelo uso a estrutura física e disponibilidade de funcionários para execução desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.

BRAZACA, S. G. C.; SALGADO, J. M.; MANCINI FILHO, J.; NOVAES, N. J. Avaliação física, química, bioquímica e agrônômica de cultivares de feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L) Mill). **Alimentos e Nutrição**, v. 7, p. 37-45, 1996.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

FERREIRA, D.F., SISVAR: **Sistema de análise de variância**: versão 4.2. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2000.

FRIBOURG, H. A. Summer annual grasses. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. **Forages**: an introduction to grassland agriculture. 15.ed. Ames: Iowa State University Press, 1995. p. 463-472.

GREENLAND, D. J. Soil management and soil degradation. **Journal of Soil Science**, London, v. 31, p. 301-322, 1981.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n.1, p. 21-28, 2006.

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, n. 1, p. 17-25, 2011.

PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

REICHERT, J.M.; KAISER, D.R.; REINERT, D.J.; RIQUELME, F.B. Variação temporal de propriedades físicas do solo e crescimento radicular de feijoeiro em quatro

sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n.3, p. 310-319, 2009.

SOARES FILHO, C. V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. 11, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.25-48.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S.; GONÇALVES, A. C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 4, p. 795-801, 2002.

VIANA, J. H. M.; CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C. et al. Manejo do solo para a cultura do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R. et al. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 99-129.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para o uso. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e práticas**. Brasília, DF: Embrapa, 2014, 507p.

ABSTRACT: The predecessor planting of cover crops and sporadic mechanical soil decompression are options to minimize compaction in the soil surface layer under established no-tillage system (NTS). Thus, the objective of this work was to investigate the effect of sporadic soil decompression of soil and the previous cover crops cultivation in spring on NTS started 13 years ago, on grain yield of rice and changes on soil physical attributes after cultivation. The work was developed in Selvíria, MS, in 2012/13, in a Red Oxisol, clay texture, with a randomized block design arranged in a 5x2 factorial scheme, with four replications. The treatments were constituted by the combination of five PCs (fallow, *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Urochloa ruziziensis* and *Pennisetum glaucum*) with and without mechanical soil scarification. In March 2013, the soil samples were collected, in the layers of 0.00-0.05, 0.05-0.10, 0.10-0.20 and 0.20-0.40 m, evaluating (Ds), macroporosity (Ma), microporosity (Mi) and total porosity (PT). The mechanical scarification of the soil promoted increase of macropores and total pores, in addition, it reduced the density of the soil in the layer of 0.00-0.20 m; the previous cultivation of *crotalaria*, independent of scarification, promoted improvement in the physical attributes of the soil, in the layer of 0.05-0.20 m; mechanical soil scarification and the previous cultivation of pigeon pea provided increases in grain yield of rice in succession.

KEYWORDS: compaction, soil physical quality, soil porosity.

CAPÍTULO VII

ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREA DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS NO SEMIÁRIDO TROPICAL

**Cristiane de Souza Araújo
Airon José da Silva
Clístenes Williams Araújo do Nascimento
Ingredy Nataly Fernandes Araújo
Karina Patrícia Vieira da Cunha**

ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREA DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS NO SEMIÁRIDO TROPICAL

Cristiane de Souza Araújo

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal - Rio Grande do Norte

Airon José da Silva

Universidade Federal de Sergipe
São Cristovão - Sergipe

Clístenes Williams Araújo do Nascimento

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife - Pernambuco

Ingredy Nataly Fernandes Araújo

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal - Rio Grande do Norte

Karina Patrícia Vieira da Cunha

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal - Rio Grande do Norte

RESUMO: A disposição inadequada de resíduos sólidos em lixões altera as características naturais do solo, podendo causar impactos nos demais componentes da bacia hidrográfica. Uma alternativa para a recuperação dessas áreas é a fitoestabilização, a qual prevê o controle da erosão e a melhoria visual da área a partir da revegetação. Nesse contexto, este estudo objetivou avaliar os atributos físicos e químicos do solo de um lixão desativado na região semiárida tropical, a fim de auxiliar o processo de recuperação dessa área. A área de estudo está localizada no município de São João do Sabugi/RN, região semiárida tropical. Foram coletadas amostras de solo na área de lixão e em mata nativa como padrão de referência de qualidade. As amostras foram submetidas à análises de atributos físicos (densidade de partículas, densidade do solo, granulometria e porosidade total) e químicos (pH, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis, acidez potencial, fósforo disponível, soma de bases, CTC, saturação por bases, saturação por Al, saturação por Na⁺ e relação de adsorção de sódio, carbono orgânico total e nitrogênio total). Os resultados demonstram redução da qualidade do solo na área desativada do lixão, comprometendo o desenvolvimento da vegetação nativa e a recuperação da área. A ausência de impermeabilização superior promoveu o enriquecimento por sais, o que compromete a revegetação da área. As deficiências detectadas no processo construtivo da cobertura final apontam para a necessidade de intervenção visando acelerar o processo de estabilização e recuperação do ecossistema local.

PALAVRAS-CHAVES: recuperação ambiental. revegetação. fitoestabilização do solo. qualidade do solo.

1-INTRODUÇÃO

No Brasil, a disposição de resíduos sólidos diretamente no solo ainda é uma prática comum, representada por 41,6% do total de municípios no país (ABRELPE, 2016). No Estado do Rio Grande do Norte (RN) foram identificadas 165 áreas caracterizadas como lixões e apenas dois aterros sanitários para atender a demanda regional (RIO GRANDE DO NORTE, 2015). Sendo assim, um dos grandes desafios da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10) é o passivo ambiental gerado pelos lixões, sob responsabilidade dos municípios (BRASIL, 2010). Estes deverão ser obrigatoriamente desativados e direcionados a um programa de recuperação ambiental.

A disposição final de resíduos sólidos urbanos em áreas inadequadas, sem uma infraestrutura que atenda as medidas de proteção sanitária e ambiental, pode resultar na poluição do solo, água, e/ou ar (ALI *et al.*, 2014; ADAMCÓVA *et al.*, 2017). Nessas áreas, como agravante à degradação ambiental, soma-se a ausência de critérios técnicos na fase de operação e desativação do lixão, onde os resíduos sólidos são depositados sem qualquer tratamento prévio. Ao cessar o recebimento de resíduos, os processos de biodegradação continuam no maciço de resíduos, promovendo a geração de lixiviados e gases.

De maneira geral, esta desativação tem sido acompanhada pelo simples encerramento da disposição de resíduos no local, fechamento e abandono da área. Desta forma, devem-se buscar medidas de controle que minimizem os futuros impactos ambientais e revertam os processos de degradação existentes (FEAM, 2010).

Levando em considerações critérios técnicos e financeiros, a remoção dos resíduos aterrados por décadas para o descarte em aterros sanitários é irrealista (REMON *et al.*, 2005). Uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes da disposição inadequada de resíduos sólidos em lixões é a estabilização da área. A este respeito, a implantação de uma cobertura final pode ser uma alternativa eficaz, uma vez que, cumpre um duplo objetivo, a recuperação ambiental e a melhoria visual de áreas altamente degradadas (REMON *et al.*, 2005). Apesar de não haver um consenso quanto aos critérios e composição da cobertura final de lixões desativados, sabe-se que essa visa minimizar o risco de contaminação ambiental ao promover a estabilização dos processos de degradação ocorridos, facilitando a recuperação da área (CHEN *et al.*, 2017).

Como requisito mínimo orienta-se a implantação de uma camada de impermeabilização, que visa exercer uma barreira física que possa evitar a proliferação de vetores de doenças, a infiltração da água pluvial, a entrada de oxigênio no maciço de resíduos, bem como a liberação de biogás para atmosfera (BOZKUR *et al.*, 2001; MONTEIRO *et al.*, 2001; QI *et al.*, 2013). Sem essa proteção o processo de decomposição no maciço de resíduos pode acelerar a liberação de

contaminantes, ampliando a área de influência dessa atividade, podendo acarretar a disseminação da contaminação para áreas adjacentes (AUGUSTIN; VIERO, 2012).

Além da camada de impermeabilização, a cobertura final deve conter uma camada de solo para revegetação. Apesar de muitas vezes negligenciada, a qualidade do solo da camada de cobertura final é fundamental para a revegetação e, conseqüentemente, estabilização da área. A vegetação introduzida no solo da camada de cobertura final deve atuar como barreira física para infiltração de oxigênio no maciço de resíduos, no controle da erosão ao amortecer o impacto da água da chuva, na estruturação do solo, e na evapotranspiração da água nos primeiros centímetros do solo, evitando a infiltração de água até a camada de impermeabilização, onde poderia causar rachaduras, além da melhoria do aspecto paisagístico da área (DWYER, 2000; BOZKUR *et al.*, 2001; MONTEIRO *et al.*, 2001; LONDE; BITAR, 2011; ABICHOU *et al.*, 2015).

Vale salientar, a importância de aproximar a qualidade do solo da camada de cobertura final à condição original do solo, uma vez que cria condições favoráveis ao crescimento de espécies nativas adaptadas à região, garantindo o sucesso do programa de revegetação a ser aplicado, o acesso e a adaptação da fauna local ao novo ambiente, visando acelerar o processo de recuperação da área (CORREA; BENTO, 2010; INDA *et al.*, 2010; LONDE; BITAR, 2011). As espécies recomendadas para a revegetação de aterros desativados são as nativas da região, as quais passaram por um processo de seleção ao longo de milhares de anos e são as mais adaptadas a distúrbios ecológicos locais (SAMUEL-ROSA *et al.*, 2011).

Desta forma, salienta-se a importância do planejamento na etapa de construção da cobertura final. Para tanto é indispensável que o processo seja iniciado através da avaliação da qualidade do solo norteando a seleção de técnicas mais adequadas a serem adotadas na recuperação ambiental (LONDE; BITAR, 2011). Diante deste contexto, o presente estudo objetivou avaliar os atributos físicos e químicos do solo na camada de cobertura final na área de um lixão desativado da região semiárida tropical a fim de auxiliar o processo de tomadas de decisão para adoção de técnicas adequadas para facilitar a revegetação e recuperação dessas áreas.

2-MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A área de estudo está localizada no município de São João do Sabugi no estado do Estado do Rio Grande do Norte (Figura 1) sob as coordenadas geográficas latitude (-6,738) e Longitude (-37,210). A classe de solo é Luvissoilo Crômico (Embrapa, 1971), de fertilidade natural alta, textura arenosa/argilosa a

média/argilosa, relevo suave ondulado, solos rasos, susceptíveis a erosão e moderadamente drenados, com 200 a 400 metros de altitude em terrenos baixos na Depressão Sertaneja, entre as partes altas do Planalto da Borborema e da Chapada do Apodi (IDEMA, 2008).

A região é caracterizada por clima semiárido tipo BsW'h' (KOTTEK *et al*, 2006). Precipitação pluviométrica anual normal de 643,1 mm, sendo o período chuvoso compreendido entre fevereiro a abril. Com temperaturas anuais variando de 18 e 32°C. Apresenta como formação vegetal a Caatinga Hiperxerófila, com abundância de cactáceas e plantas de porte mais baixo e espalhado.

O lixão utilizado para a disposição de resíduos sólidos produzidos pelo município margeia um córrego efêmero (Figura 1) e deságua no Riacho Salgado, afluente do Rio Sabugi. O local onde foram retiradas as amostras de solo foi desativado há 4 anos, e havia sido coberta pelo solo proveniente da escavação do horizonte C, denominado localmente por pedra mole (ALVES *et al.*, 2005), enquanto as camadas dos horizontes superiores da área de empréstimo (mesmo local) foram utilizadas para recobrir quinzenalmente os resíduos ao longo deste período. No momento da amostragem, foi detectada grande variabilidade na profundidade da camada de cobertura, em alguns pontos de amostragem os resíduos quando aterrados encontravam-se a menos de 10 cm de profundidade. Numa visão geral da área desativada era possível observar em alguns pontos resíduos expostos à superfície. Para o estudo também foi selecionada uma área de referência com vegetação nativa com pouca interferência antrópica e de mesma classe de solo em estudo (Figura 1).

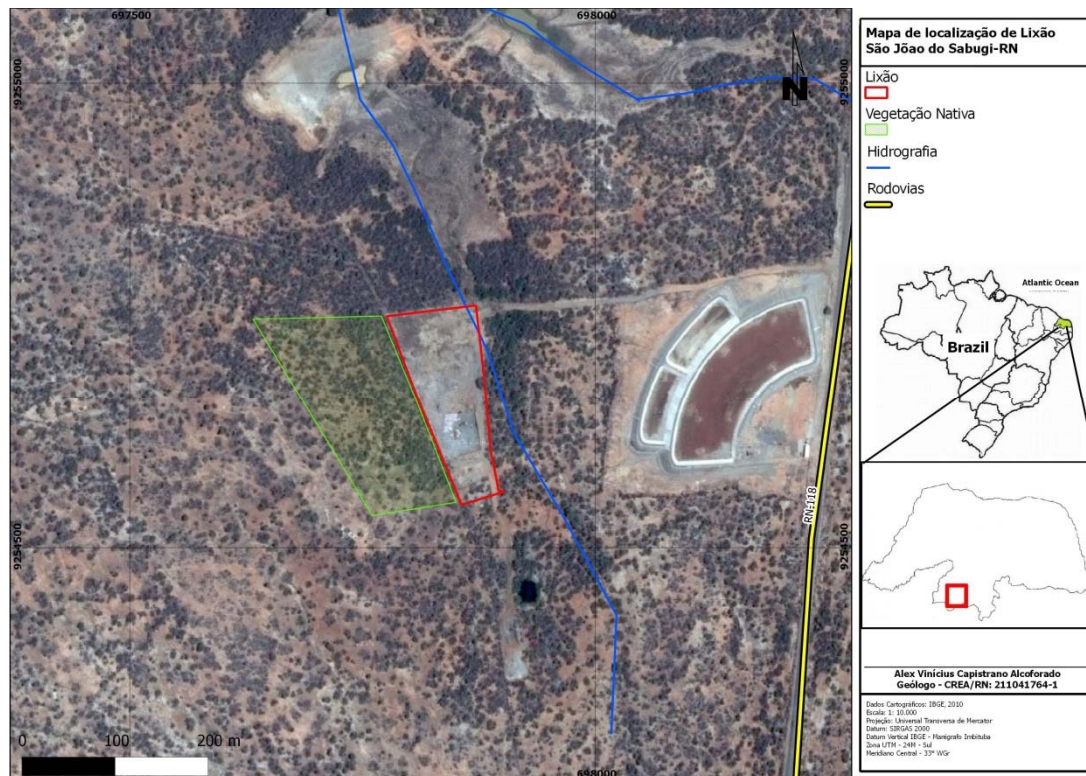


Figura 1 - Localização da área do lixão e sob mata nativa selecionada para o estudo, pertencente ao Município de São João do Sabugi, Estado do Rio Grande do Norte, semiárido tropical.
Fonte: Alcoforado, 2013.

2.2 Coleta e preparação das amostras de solo

Foram coletadas amostras deformadas de solos na profundidade de 0-20 e 20-40 cm, em 10 pontos amostrais simples coletados em caminho percorrido no formato de zig-zag (EMBRAPA, 1999). Posteriormente, as 10 amostras simples de cada profundidade foram misturadas para retirada de uma amostra composta de aproximadamente 500g. Todo o procedimento foi repetido por três vezes visando à obtenção de três repetições para cada profundidade. O solo foi seco ao ar, posteriormente destorroado e passado em peneira de 2 mm de abertura de malha para a retirada da terra fina seca ao ar (TFSA), a qual foi submetida a análises laboratoriais. Mesmo método foi adotado para coleta do solo da área de referência (Figura 1).

2.3 Análise dos atributos físicos e químicos do solo

A densidade de partículas (D_p) foi determinada pelo método do balão volumétrico, densidade do solo (D_s) pelo método da proveta e granulometria pelo

método da pipeta e classe textural pelo diagrama triangular simplificado (EMBRAPA, 1997). A porosidade total do solo (Pt) foi estimada pela equação: $[Pt = 1 - (Ds/ Dp)]$ (EMBRAPA, 1997).

Os atributos químicos foram analisados de acordo com métodos preconizados pela EMBRAPA (1999): pH em água; condutividade elétrica; K⁺ e Na⁺ trocáveis por fotometria de emissão de chama após extração com extrator Mehlich-1; Ca²⁺ e Mg²⁺ trocáveis por espectrofotometria de absorção atômica e Al³⁺ trocável por titulação após extração com solução de KCl 1 mol L⁻¹; acidez potencial/H⁺+Al³⁺ por titulação após extração com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹; fósforo disponível por colorimetria após extração com extrator Mehlich-1. A partir dos resultados obtidos do complexo sortivo, foram calculados os valores de soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions potencial (CTCp), saturação por bases (V%), saturação por Al (m), saturação por Na⁺ (PST) e relação de adsorção de sódio (RAS).

O C orgânico total (COT) foi determinado pelo método de Walkley-Black modificado (SILVA *et al.*, 1999). A matéria orgânica foi estimada através do produto do valor de carbono orgânico por 1,724, considerando que o húmus contém aproximadamente 58% de carbono (EMBRAPA, 1999).

Para determinação de nitrogênio total (N), amostras de solo foram submetidas à digestão sulfúrica e o nitrogênio posteriormente foi dosado no extrato por meio de destilação Kjeldahl (EMBRAPA, 1999).

2.4 Análise estatística dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação das médias pelo teste de teste Tukey ($p < 0,05$) (SAS, v.8, 1999). A análise de variância levou em consideração as fontes de variação: uso do solo (mata nativa e lixão) e profundidade (0 a 20 cm e 20 a 40 cm). A Correlação Linear de Pearson foi realizada para evidenciar a proporcionalidade entre variáveis do solo, quando desejado demonstrar e discutir a relação entre elas (SAS, v.8, 1999).

3- RESULTADOS

3.1 Atributos físicos e químicos do solo

O solo construído após o encerramento do lixão do município de São João do Sabugi/RN apresentou atributos físicos (Tabela 1) e químicos (Tabela 2; Figura 2) significativamente distintos do solo sob mata nativa.

Os solos sob mata nativa e lixão apresentaram predominância da fração granulométrica areia com teores de até 847,57 g kg⁻¹, enquanto os teores da fração argila não ultrapassaram 169,23 g kg⁻¹, caracterizando a classe textural para mata nativa como areia franca e para o lixão como franco-arenosa (Tabela 1). A densidade do solo do lixão foi significativamente menor do que a densidade do solo na mata nativa (Tabela 1). A densidade de partículas, por sua vez, não sofreu alterações significativas entre as áreas de lixão e mata nativa. A porosidade total variou apenas entre a camada subsuperficial do solo sob mata nativa e lixão. Na subsuperfície, o solo do lixão apresentou maior porosidade que o solo da mata nativa (Tabela 1). Neste tocante, vale ressaltar a correlação negativa entre a porosidade total e a densidade do solo ($r = -0,96^{**}$) na área de lixão, mostrando que a medida que a porosidade aumentou a densidade do solo reduziu (Tabela 1).

O solo sob mata nativa e o solo sobre o lixão foram classificados como eutróficos (V%>50%), não álico (m<50%) e não sódico (PST<15%) (Figura 2 e Tabela 2). Apesar de não diferirem nessa classificação, foram verificados incrementos significativos na SB, CTCp e V% do solo construído após encerramento do lixão (Figura 2). Para as variáveis SB, CTCp, V% a interação entre profundidade e ambiente não foi significativa.

Área	Prof.	Dp	Ds	PT	Areia	Silte	Argila	Classe Textural
	Cm	g cm ⁻³	g cm ⁻³	%	g kg ⁻¹			
Mata	0-20	2,70aA	1,66aA	38,38aA	847,57	67,00	85,42	Areia Franca
	20-40	2,63aA	1,68aA	36,15aB	818,41	65,72	115,87	Areia Franca
Lixão	0-20	2,67aA	1,50aB	43,81aA	733,33	97,44	169,23	Franco arenosa
	20-40	2,60aA	1,50aB	42,12aA	786,11	86,27	127,62	Franco arenosa

Letras minúsculas comparam profundidades e maiúsculas os usos do solo. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si. (p<0,05)

Tabela 1. Atributos físicos do solo sob mata nativa e sobre lixão localizado no semiárido nordestino
Fonte: elaborado pelo autor.

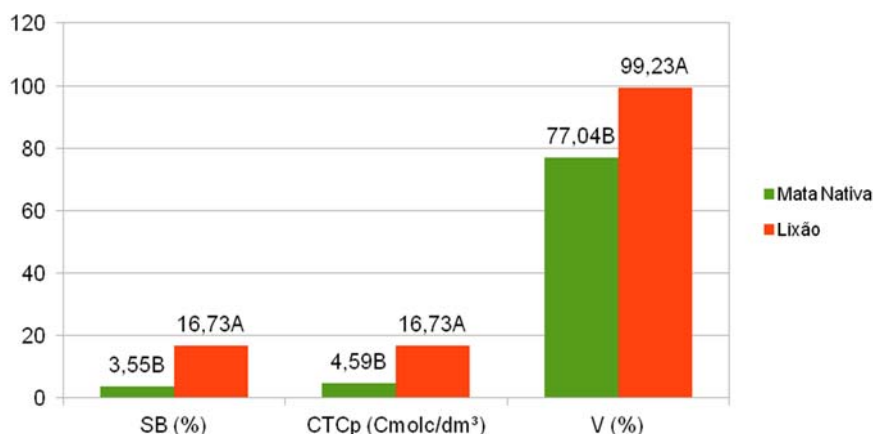


Figura 2. Atributos químicos do solo sob mata nativa e lixão localizado no semiárido nordestino. Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).
Fonte: elaborado pelo autor.

De fato, a análise química do solo evidenciou diferenças significativas na maioria dos atributos químicos entre os solos de mata nativa e lixão (Tabela 2 e Figura 2). O solo do lixão apresentou pH alcalino, maior CE, e incrementos significativos nos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ trocáveis, além do COT e P disponível em ambas profundidades quando comparados ao solo da mata nativa que é a referência de qualidade do solo (Figura 3).

Dentro do ambiente lixão, não foram verificadas diferenças significativas entre a camada superficial e subsuperficial para os atributos pH, teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Al^{3+} , $\text{H}+\text{Al}^{3+}$, e saturação por alumínio, o que mostra que de alguma forma o processo construtivo da cobertura final provocou a homogeneização entre as camadas para esses atributos. Porém, a CE, os teores de PST, RAS, COT, P e N foram maiores na camada subsuperficial (Tabela 2), evidenciando a contribuição dos resíduos no enriquecimento do solo nessa camada através da ascensão capilar. No solo do lixão, o aumento do pH do solo esteve correlacionado positivamente com CE ($r = 0,99^{**}$), Ca^{2+} ($r = 0,99^{**}$), Na^+ ($r = 0,98^*$), o que evidencia que essa maior participação de elementos alcalinos e alcalinos terrosos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) no complexo de troca desse solo contribuiu para elevação do pH do solo.

Área	pH		CE		Ca^{2+}		Mg^{2+}		Na^+		K^+		Al^{3+}	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
Mata	5,50	5,31	28,37b	35,37a	2,00b	2,78a	0,56	0,82	0,27a	0,22a	0,26aB	0,18bB	0,23	0,22
Lixão	8,09	7,88	264,00	331,67	12,22	12,25	2,90	2,08	1,16a	1,61a	0,69aA	0,54aA	0aB	0aB
CV (%)	0,7	1,4	3,8	1,8	11,7	9,5	14,5	50,1	27,5	0,9	22,7	9,4	17,5	18,8

	H ⁺ + Al ³⁺		m		PST		RAS		COT		P		N	
	cmol _c dm ⁻³		%		%				g kg ⁻¹		mg dm ⁻³		g kg ⁻¹	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
Mata	1,12 aA	0,97 aA	7,03aA	5,12bA	6,47a A	4,52a B	0,24 aA	0,17 aB	2,28a B	1,27a B	40,56a B	12,43b B	0,04 aA	0,02 aB
Lixão	0,20 aB	0,06 aB	0aB	0aB	6,71b A	9,75a A	0,42 bA	0,60 aA	13,48 bA	15,28 aA	507,78 bA	568,45 aA	0,12 aA	0,10 aA
CV (%)	13,5	14,8	21,3	14,7	25,3	4,9	27,1	3	6,7	10,2	8,8	0,3	17,7	22,9

Letras minúsculas comparam profundidades e maiúsculas os usos do solo. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si. (p<0,05).

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 2. Atributos químicos do solo sob mata nativa e lixão localizado no semiárido nordestino

4- DISCUSSÃO

A cobertura final na área desativada ao ser construída com solo do horizonte C promoveu a inversão de horizontes do solo. Esta inversão em áreas com programas de recuperação em andamento causam uma série de limitações a revegetação da área, uma vez que expõe o horizonte a um contato lítico direto, rico em mineral primário e naturalmente pobre em matéria orgânica, sem agregação e de alta suscetibilidade a erosão (SOUSA *et al.*, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2007; STUMPF *et al.*, 2014).

A camada para revegetação na área do lixão desativado foi construída imediatamente acima do maciço de resíduos, não possuindo qualquer camada de impermeabilização entre os resíduos e a camada para revegetação. De acordo com Lopes *et al.* (2012), apesar de no Brasil não existir nenhuma exigência legal quanto ao tipo de material constituinte para cobertura final de aterros, normalmente, as camadas são construídas com materiais argilosos que são dispostos e compactados sobre o maciço de resíduos para obtenção de uma camada com espessura variando de 50 a 100 cm, adotando-se como parâmetro mínimo uma condutividade hidráulica do solo saturado na ordem de 10⁻⁸ cm s⁻¹. Essa camada de cobertura final consiste de um sistema de impermeabilização superior que atua para evitar a infiltração de águas pluviais, além da redução do fluxo vertical de gases de efeito estufa e lixiviados. Apesar da NBR 13.896/97 (ABNT, 1997) prevê a implantação de uma cobertura final visando à impermeabilização superior, nenhuma orientação é encontrada para a camada que deverá receber a vegetação (QI *et al.*, 2013).

Poucos estudos abordam a importância do processo de construção para facilitar a recuperação e revegetação de área degradadas pela disposição de resíduos. Nesse contexto, Inda *et al.* (2010), em estudos na área de mineração, alertam sobre a importância da prévia seleção dos materiais a serem utilizados na construção dos solos, bem como da disposição uniforme destes durante o processo de construção das camadas que deverão sustentar o desenvolvimento vegetal. De

fato, o processo de recuperação de áreas degradadas que prevê a construção da camada para revegetação requer que as camadas de solo sejam repostas na sequência original da área de referência. A reposição das camadas na sequência original se torna quase sempre inviável devido à falta de planejamento inicial na exploração da área, que acaba por gerar a mistura dessas camadas dificultando a reabilitação da área para revegetação. Quinones *et al.* (2008) verificaram que o processo de construção e os materiais utilizados alteraram fortemente as características morfológicas e físicas do solo construído quando comparado ao solo original em áreas recuperadas após a mineração de carvão. Devido a falhas desse tipo no processo de construção, mesmo solos construídos há 24 anos ainda apresentaram sérias limitações para o desenvolvimento da vegetação.

No presente estudo, as diferenças observadas nos atributos físicos e químicos do solo entre as áreas de mata nativa, que é o padrão de referência de qualidade sugerido pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), e o lixão indicam que a intervenção antrópica no sentido de reconstruir a camada para revegetação para o plantio de espécies nativas não conseguiu aproximar as condições da camada para revegetação à condição natural da mata nativa.

Nos solos do semiárido, a predominância da fração areia e os valores de densidade de partículas refletem a mineralogia desses solos composta em grande maioria por fragmentos de rocha e minerais primários facilmente intemperizáveis derivados do material de origem. Essa condição é naturalmente esperada para solos do sertão devido aos baixos índices pluviométricos e alta evapotranspiração do semiárido (ARAÚJO *et al.*, 2010).

A redução da densidade do solo do lixão, possivelmente, decorreu do revolvimento sofrido durante a aplicação da camada de cobertura final sobre o maciço de resíduos, que resultou na quebra de agregados e na aeração do solo. Além de que, durante o processo construtivo pode ter ocorrido a homogeneização das camadas, fato que pode ser verificado pelo mesmo valor de densidade do solo entre as camadas superficiais e subsuperficiais no lixão. Concorre também para a redução da densidade do solo, a possibilidade de adição da matéria orgânica pela decomposição dos resíduos sólidos dispostos no local, fatores que corroboram ao explicar os incrementos observados nos teores de carbono orgânico total no solo do lixão. Anikwe e Nowbodo (2002) também verificaram a redução de 9-13% da densidade do solo, aumentos de 9 a 14% na porosidade total de solo e aumentos de 701-743% no teor de matéria orgânica em áreas de disposição final de resíduos sólidos urbanos.

Se houvesse uma camada de impermeabilização superior na área que isolasse o maciço de resíduo da camada para revegetação, a redução da densidade do solo seria um resultado positivo uma vez que a redução da resistência ao crescimento radicular facilitaria o desenvolvimento inicial da vegetação (FAGERIA, 2006, INDA *et al.*, 2010). Porém, sem a camada de

impermeabilização superior, a redução da densidade e consequente aumento da porosidade, são fatores que podem aumentar o risco de difusão da contaminação em virtude de facilitarem a infiltração de água e aumento da geração de lixiviados, além da emissão de gases de efeito estufa. Bem como, pode indicar a desestruturação dos agregados ao tornar o solo friável, contribuindo para a suscetibilidade ao transporte de sedimentos da área, potencializando o solo como uma fonte de poluição difusa para os demais componentes da bacia hidrográfica, principalmente corpos d'água (AUGUSTIN; VIERO, 2012).

Durante a amostragem do solo na área do lixão, foram observadas evidências de erosão tanto na mata nativa, localizada em cota superior ao lixão, como na área desativada do lixão. A presença de fragmentos de rocha e minerais polidos e arredondados na superfície do solo evidenciou o transporte de material o que agrava o risco de disseminação da contaminação pelo declive e pela proximidade de um corpo d'água, uma vez que o lixão está localizado dentro de uma bacia de drenagem. Em alguns pontos de amostragem no lixão, principalmente na cota inferior, não era possível escavar mais do que 10 cm antes de alcançar o maciço de resíduo. Remom *et al.* (2005) estudaram as características do solo de um antigo aterro metalúrgico e relatam que a primeira característica visível da área de estudo foi a espessura desigual das camadas de solo ao longo de cada transecto. Com essa profundidade, não é possível implantar cobertura vegetal e/ou isolar os resíduos da área circunvizinha que sofre influencia direta desse tipo de uso do solo (AUGUSTIN; VIERO, 2012).

A caracterização química dos solos evidencia solos eutróficos, porém de baixa CTCp nos solos de mata nativa. Vale salientar que essa fertilidade é potencial, uma vez que a liberação de nutrientes ocorre somente após o intemperismo químico dos minerais primários que depende da disponibilidade de água pela precipitação que é escassa na região. A baixa disponibilidade hídrica da região pode conferir uma limitação à regeneração natural da vegetação, e amplia a necessidade da intervenção humana a partir de programas de recuperação de áreas degradadas, reforçando o equívoco no simples abandono da área para uma efetiva recuperação natural do ecossistema a curto prazo (RODRIGUES *et al.*, 2007; QUINONES *et al.*, 2008; FEAM, 2010).

A degradação do solo no ambiente de lixão também pôde ser evidenciada pela alteração adversa dos atributos químicos do solo (ALI *et al.*, 2014). Sendo assim, os incrementos encontrados nos atributos químicos quando comparados aos valores de referência na mata nativa, que são os limites aceitáveis para o sistema reestabelecer suas funções após uma perturbação, pode configurar um estado de desequilíbrio ambiental. Isso porque, os limites reguladores do ambiente conservado foram ultrapassados por uma sobrecarga de matéria e energia em sua capacidade suporte para filtrar, tamponar, degradar e imobilizar os elementos liberados pelos resíduos. Esse excesso de elementos possivelmente não

conseguirá ser mantido ou assimilado pelo sistema, e ao comprometer a função tampão do solo, o excesso pode ser liberado para outros componentes da bacia hidrográfica, seja através da geração de lixiviados ou como da emissão de gases de efeito estufa, comprometendo a qualidade do ar e das águas subterrâneas e superficiais (AUGUSTIN; VIERO, 2012).

Os incrementos significativos na SB, CTCp e V% observados na camada de revegetação do lixão podem ser explicados pela adição de elementos oriundos da decomposição dos resíduos sólidos (ANIKWE; NOWBODO, 2002; COSTA; ZOCHE, 2009), bem como da inversão de horizontes ocorrida durante o processo para cobertura final do lixão.

A alteração para o pH alcalino e a elevação da CE encontrados na área do lixão, podem refletir a exposição de horizonte C, oriunda da inversão de horizontes, que expondo rapidamente os minerais primários aos agentes intempéricos resulta no processo de intemperismo, que é lento, devido ao déficit hídrico na região semiárida, porém contínuo devido a grande riqueza de minerais facilmente intemperizáveis (COSTA;ZOCHE, 2009; CORREA; BENTO, 2010). Essa condição específica da região faz com que seja disponibilizado e mantido constante as concentrações das bases trocáveis Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ (OLIVEIRA *et al.*, 2009), contribuindo ainda para os incrementos observados na PST e RAS no solo do lixão, devido à adição de sais a solução do solo e o baixo potencial de lixiviação dessa solução nessa região (ANIKWE ; NOWBODO, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Concorre também para o aumento do pH no solo do lixão a possibilidade do aumento no teor de matéria orgânica que sofrendo mineralização aumentam as concentrações das bases trocáveis Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ (ANIKWE & NOWBODO, 2002; OKORONKWO *et al.*, 2005; ALI *et al.*, 2014). Remom *et al.* (2005) estudaram as características pedológicas de solo construído sob um antigo aterro metalúrgico e também verificaram a elevação do pH e atribuíram esse aumento ao aporte de sais pela decomposição de resíduos. Para corroborar a hipótese de que a decomposição da matéria orgânica dos resíduos aterrados contribuiu para o aporte significativo de sais pode-se verificar que a CE, PST e RAS apresentaram resultados mais elevados na camada subsuperficial, como também foi observado por Okoronkwo *et al.* (2005). O aumento da salinidade do solo também foi um problema observado em solos de antigos aterros de resíduos analisados por Pastor e Hernández (2012).

O cálcio foi o cátion trocável predominante no complexo de troca do solo tanto do lixão como da mata nativa e principal contribuinte na SB, seguido do Mg^{2+} trocável, isso reflete em parte a natureza do material de origem como afirma Correa *et al.* (2003) como também a contribuição do resíduo decomposto (ANIKWE & NOWBODO, 2002; OKORONKWO *et al.*, 2005; ALI *et al.*, 2014). Mantovani *et al.* (2005) verificou que a adubação com composto orgânico oriundo da decomposição de resíduos sólidos urbanos promoveu aumentos de 19% no pH CaCl_2 , 28% no teor

MO, 81% de P, 27% de K⁺, 178% no teor de Ca²⁺ trocável, e 100% no teor de Mg²⁺ trocável.

A homogeneidade entre camadas superficiais e subsuperficiais para os teores de bases trocáveis também foram apontados por outros autores. Como Remom *et al.* (2005) que verificaram a ausência de variabilidade dos atributos do solo entre as camadas estudadas no solo construído de um antigo aterro metalúrgico.

Os elevados teores de P disponível e de COT encontrados no solo do lixão, notadamente na camada subsuperficial podem ser explicados pela decomposição de resíduos de restos de alimentos (carnes, frutas, industrializados, enlatados, etc.), carcaças de animais e restos de poda (ANIKWE ; NOWBODO, 2002; GUANGXIA QI, 2013). Dessa forma, é possível verificar que as maiores taxas de aumento de componentes de origem orgânica como COT, P e N estiveram associadas à subsuperfície, que é camada que mantém contato direto com o resíduo, e pode estar associada à decomposição dos resíduos orgânicos.

A elevada disponibilidade de P observado no solo do lixão é problemática quando se observa a ausência de estabilização física do solo e de cobertura vegetal apropriada, contribuindo para a alta suscetibilidade desse solo a erosão, o que amplia o potencial desse solo atuar como fonte difusa de contaminação concorrendo para eutrofização de corpos d'água superficiais (EKHOLM *et al.*, 2012). De acordo com ERNANI *et al.* (1996) e ERNANI *et al.* (2001), em pH alcalino o fósforo que está em excesso tornam se mais livre para ser lixiviado, desta forma aumentando o risco potencial para contaminação do solo e das águas.

Em adição ao fósforo e COT, o maior teor de nitrogênio na camada subsuperficial do lixão corrobora a ideia de que o aporte desses elementos está ocorrendo a partir da translocação da camada de maciço de resíduos em direção à superfície pelo processo de ascensão capilar, típico da região semiárida. ANIKWE ; NOWBODO (2002) encontraram em seus estudos um acréscimo de até 700% nos teores de MO e N em áreas de disposição de resíduos em Abakaliki na Nigéria.

A maior porosidade do solo na área de lixão também pode atuar facilitando o fluxo vertical de nutrientes e contaminantes advindos da decomposição da matéria orgânica contida nos resíduos sólidos aterrados, uma vez que, como mencionado anteriormente, essas camadas estão em contato direto, sem a presença de uma camada de impermeabilização superior. Vale ressaltar, que no solo de mata nativa os maiores teores de P estiveram presentes na camada superficial, o que indica aporte desse elemento ao solo via adição de matéria orgânica pela serrapilheira e não pelo material de origem desse solo (FRACETTO *et al.*, 2012).

As alterações associadas à disposição inadequada dos resíduos, bem como a ausência de uma camada para impermeabilização superior do maciço de resíduos após o encerramento do lixão, alertam para importância da recuperação e

monitoramento dessa área (ADAMCÔVA *et al.*, 2017). A avaliação precisa dos riscos em locais de disposição de resíduos deve considerar também o risco de transferência vertical de metais pesados, tanto para as águas subterrâneas como para o solo de cobertura e, conseqüentemente, para a vegetação. A geração de lixiviados tem sido negligenciada na suposição de ser mínima dessa ser insignificante ao considerar a baixa taxa de precipitação, porém, diversos estudos têm relatado o potencial dessas áreas na transferência vertical desses lixiviados em regiões semiáridas (Al - YAGOUT; HAMODA, 2003; PASTOR; HERNÁNDEZ, 2012).

Diante do exposto, as características da cobertura final avaliadas neste estudo indicam sérias deficiências para promover o processo de recuperação ambiental dessas áreas. Uma das conseqüências é a perda da qualidade do solo evidenciada pela alteração dos atributos físicos e químicos quando comparados à área de referência ambiental.

5-CONCLUSÃO

As diferenças entre os atributos físicos e químicos do solo sob a mata nativa e cobertura final demonstram redução da qualidade do solo na área desativada do lixão, o que compromete o desenvolvimento da vegetação nativa e a recuperação da área.

A ausência de impermeabilização superior, ao permitir a transferência vertical entre o maciço de resíduos e a cobertura final, promoveu o enriquecimento por sais que pode comprometer a revegetação.

As deficiências detectadas no processo construtivo da cobertura final apontam para a necessidade de intervenção visando acelerar o processo de estabilização da área e de recuperação do ecossistema local.

REFERÊNCIAS

ABICHOU, T.; KORMI, T.; YUAN, L.; JOHNSON, T.; FRANCISCO, E. Modeling the effects of vegetation on methane oxidation and emissions through soil landfill final covers across different climates. **Waste Management**, v. 36, p. 230–240, 2015.

ADAMCOVÁ, D. *et al.* Environmental assessment of the effects of a municipal landfill on the content and distribution of heavy metals in *Tanacetum vulgare* L. **Chemosphere**, v. 185, p. 1011–1018, 2017.

AL-YAQOUT, A. F.; HAMODA, M. F. Evaluation of landfill leachate in arid climate – a case study. **Environment International**, v. 29, p. 593-600, 2003.

ALI, S. M. et al. Open dumping of municipal solid waste and its hazardous impacts on soil and vegetation diversity at waste dumping sites of Islamabad city. **Journal of King Saud University - Science**, v. 26, n. 1, p. 59–65, 2014.

ALVES, A.G.C. et al.; Caracterização etnopedológica de planossolos utilizados em cerâmica artesanal no agreste paraibano. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v.29, p.379-388, 2005.

ANIKWE, M. A. N.; NWOBODO, K. C. A. Long term effect of municipal waste disposal on soil properties and productivity of sites used for urban agriculture in Abakaliki, Nigeria. **Bioresource Technology**, v. 83, p. 241–250, 2002.

ARAÚJO, et al. Seasonal variations in scorpion activities (Arachnida: Scorpiones) in an area of Caatinga vegetation in Northeastern Brazil. **Revista Zoologia**, v.27, p.372-376, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016**. São Paulo, p.64. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13.896**: aterros de resíduos não perigosos – critérios de projeto, implantação e operação - procedimentos. Rio de Janeiro, 1997.

AUGUSTIN P.V.; VIERO A. P. Environmental impact and geochemical behavior of soil contaminants from an industrial waste landfill in Southern Brazil. **Environmental Earth Sciences**. v. 67, n. 5, p. 1521-1530, 2012.

BOZKUT, S.; SILVERT, M.;NERETNIEKS, I. The long-term evolution of and transport processes in a self-sustained final cover on waste deposits. **The Science of the Total Environment**, p. 145-168, 2001.

BRASIL. **Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

CHEN, X. W. et al. Comparison of plant and bacterial communities between a subtropical landfill topsoil 15 years after restoration and a natural area. **Waste Management**, v. 63, p. 49–57, 2017.

CORREA, M. M. *et al.* Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das várzeas de Sousa (PB). **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v.27, p.311-324, 2003.

CORREA, R. S.; BENTO, M. A. B. Qualidade do substrato minerado de uma área de empréstimo revegetada no Distrito Federal. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 34, p.1435-1443, 2010.

COSTA, S.; ZOCHE, J. J; Fertilidade de solos construídos em áreas de mineração de carvão na região sul de Santa Catarina. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.4, p.665-674, 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n. 420, de 28 de dezembro de 2009**. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Publicado no DOU nº 249, de 30/12/2009, p. 81-84, 2009.

DWYER, S. F. **Landfill covers: is it time to change current regulations?**. Albuquerque: Sandia National Laboratories, p. 25, 2000.

EKHOLM, P.; LEHTORANTA, J. Does control of soil erosion inhibit aquatic eutrophication? **Journal of Environmental Management**, v. 93, p. 140-146, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, P. 212, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p. 370, 1999.

ERNANI, P. R. *et al.* Decréscimo da retenção de fósforo no solo pelo aumento do pH. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v.20, p.159-162, 1996.

ERNANI, P. R; STECKLING, C.; BAYER, C. Características químicas de solo e rendimento em função do método de aplicação de fosfatos, em dois níveis de acidez. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v. 25, p. 939-946, 2001.

FAGERIA N. K. **Qualidade do solo e meio ambiente**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 35, 2006.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). **Caderno Técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos**. Fundação Israel Pinheiro, Belo Horizonte, 2010.

FRACETTO, F. J. C.; FRACETTO, G. G. M.; CERRI, C. C.; FEIGL, B. J.; SIQUEIRA NETO, M. Estoques de carbono e nitrogênio no solo cultivado com mamona na caatinga. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1545-1552, 2012.

GUANGXIA QI, *et al.* Impact assessment of intermediate soil cover on landfill stabilization by characterizing landfilled municipal solid waste. **Journal of Environmental Management**, v. 128, p. 259-265, 2013.

INDA *et al.* Atributos químicos relacionados ao processo de sulfurização em solos construídos após mineração de carvão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1060-1067, 2010.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE- IDEMA. **Perfil do seu município: São João do Sabugi**. Disponível em: < <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013860.PDF>> Acesso em 9 ago. 2017.

KOTTEK, M. *et al.* World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006.

LONDE, P.R; BITAR, N. A. B. **Importância do uso de vegetação para contenção e combate à erosão em taludes do lixão desativado no município de Patos de Minas (MG)**. Perquirere, Patos de Minas, v. 8, n.2, p.224-249, 2011.

LOPES, R. L.; MACIEL, F. J.; JUCÁ J. F. T. Avaliação da emissão de metano em aterro experimental de resíduos sólidos na Muribeca/PE-Brasil. **Revista Aids de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica**. v.5, n.1, p. 107 - 116, 2012.

MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Produção de alface acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.758-762, 2005.

MONTEIRO, J. H. P. *et al.* **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

OKORONKWO, N. E.; ANO A. O.; ONWUCHEKWA, E. C. Environment, health and risk assessment: a case study of the use of an abandoned municipal waste dump site for agricultural purposes. **African Journal of Biotechnology**, v.4, n.11, p. 1217-1221, 2005.

OLIVEIRA, L. B. *et al.* Morfologia e classificação de luvisolos e planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semiárido do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v. 33, p. 1333-1345, 2009.

PASTOR, J.; HERNÁNDEZ, A.J. Heavy metals, salts and organic residues in old solid urban waste landfills and surface waters in their discharge areas: Determinants for restoring their impact. **Journal Environmental Management**, v. 95, p. 542-549, 2012.

QI, G. *et al.* Impact assessment of intermediate soil cover on landfill stabilization by characterizing landfilled municipal solid waste. **Journal of Environmental Management**, v. 128, p. 259–265, 2013.

QUINONES *et al.* Características de solos construídos após mineração de carvão relacionadas ao processo de construção e à composição do material utilizado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1564-1571, 2008.

REMOM, E., *et al.* Soil characteristics, heavy metal availability and vegetation recovery at a former metallurgical landfill: Implications in risk assessment and site restoration. **Environmental Pollution**, v. 137, n. 2, p. 316-323, 2005.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte.** Produto 2: Panorama dos Resíduos Sólidos no Estado do Rio Grande do Norte. Natal, p. 562, 2015.

RODRIGUES, *et al.* Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande/ PB, v. 11, n. 1, p. 73–80, 2007.

SAMUEL-ROSA, A.; DALMOLIN, R. S. D.; PEDRON, F. A. Caracterização do solo de cobertura de aterros encerrados com ferramentas (geo)estatísticas. **Engenharia Sanitária Ambiental.** v.16, n.2, p. 21-126, 2011.

SAS Institute. **Statistical analysis system**: Procedure guide for personal computer. Version 8. Cary, 1999.

SILVA, A. C.; TORRADO, P. V.; ABREU JUNIOR, J. S. Métodos de quantificação da matéria orgânica do solo. **Revista Universidade Alfenas**, v.5, p. 21-26, 1999.

SOUSA *et al.* **Avaliação do crescimento de espécies arbóreas nativas em solo reconstituído e compactado**: Rodovia BR-277, Porto Amazonas, PR. Embrapa Florestas, Colombo, 2006.

STUMPF, L. *at al.* Perennial grasses for recovery of the aggregation capacity of a reconstructed soil in a coal mining área in southern Brazil. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v.38, p. 327-335, 2014.

ABSTRACT: Inadequate disposal of solid waste in dumps alters the natural characteristics of the soil and may cause impacts on the other components of the watershed. An alternative for the recovery of these areas is phytostabilization, which provides for erosion control and visual improvement of the area from revegetation. In this context, this study aimed to evaluate the physical and chemical attributes of the soil used for the final coverage of a deactivated dump in a tropical semiarid region in order to assist the recovery process of this area. The study area is in the tropical semiarid region of São João do Sabugi/RN. Soil samples were collected in the dumps area and in native forest as a reference quality standard. (PH, K +, Na +, Ca² +, Mg² + and Al³ + exchangeable, potential acidity, available phosphorus, sum of bases, CTC, base saturation, Al saturation, Na + saturation and sodium adsorption ratio, total organic carbon and total nitrogen). The results demonstrate a reduction of soil quality in the deactivated area of the dump, compromising the development of the native vegetation and the recovery of the area. The absence of superior waterproofing promoted the enrichment by excess chemical elements, allowing the revegetation impairment. The deficiencies detected in the constructive process of the final coverage point to the need for intervention in order to accelerate the process of stabilization and recovery of the local ecosystem.

KEYWORDS: Dump. Recovery. Revegetation. phytostabilization

CAPÍTULO VIII

ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SOLOS EM POVOAMENTOS DE *PINUS TAEDA* QUATRO ANOS APÓS A FERTILIZAÇÃO

**Letícia Moro
Paulo César Cassol
Camila Adaime Gabriel
Marcia Aparecida Simonete**

ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SOLOS EM POVOAMENTOS DE *PINUS TAEDA* QUATRO ANOS APÓS A FERTILIZAÇÃO

Letícia Moro

Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina/CEDUP Caetano Costa
São José do Cerrito – SC

Paulo César Cassol

Universidade do Estado de Santa Catarina/Centro de Ciências Agroveterinárias
Lages - SC

Camila Adaime Gabriel

Universidade do Estado de Santa Catarina/Centro de Ciências Agroveterinárias
Lages - SC

Marcia Aparecida Simonete

Blumeterra Comércio e Serviços Ltda.
Otacílio Costa - SC

RESUMO: Na região do Planalto Sul Catarinense, a maioria das florestas de *Pinus* foi implantada sem fertilização do solo na fase de plantio. Atualmente, muitas áreas encontram-se em segunda ou terceira rotação de *Pinus* e sem nenhuma fertilização, o que pode limitar a produtividade pela baixa fertilidade do solo. Uma alternativa para a mitigação desse problema seria a adubação em povoamentos já estabelecidos. Com o objetivo de avaliar o efeito da adubação com N, P e K sobre alguns atributos químicos do solo em diferentes fases de crescimento de *Pinus taeda*, foram conduzidos experimentos no campo, em plantios de um, cinco e nove anos de idade, todos de segunda rotação, sobre Cambissolos no município de Otacílio Costa, SC. Os tratamentos consistiram de combinações de doses de N ($N_0=0$, $N_1=70$ e $N_2=140$ kg ha⁻¹ de N), P ($P_0=0$, $P_1=75$ e $P_2=150$ kg ha⁻¹ P₂O₅) e K ($K_0=0$, $K_1=60$ e $K_2=120$ kg ha⁻¹ de K₂O), além de uma testemunha, nas seguintes combinações: NOPOKO, NOP1K0, N1P1K1, N1P2K1, N1P2K2 e N2P2K1. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições. Foram avaliados P, K, Ca e Mg nas camadas de 0-10 e 10-20 cm 4 anos após a aplicação dos tratamentos. É possível observar alterações nos teores de P, K e Ca do solo nas três idades avaliadas.

PALAVRAS-CHAVE: nutrição florestal, adubação, fertilidade do solo.

1. INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Pinus* apresentam uma excepcional capacidade de utilização dos recursos nutricionais em solos de baixa fertilidade, com rápido crescimento, sem apresentar sintomas visuais de deficiência, dando a falsa

expectativa de que nos plantios não seriam necessários grandes cuidados com a fertilização (REISSMANN; WISNIEWSKI, 2005).

Porém, plantas crescidas nessas condições certamente não apresentam desenvolvimento economicamente satisfatório (REISSMANN; WISNIEWSKI, 2005; VIERA; SCHUMACHER, 2009). Essa condição, associada ao fato da não fertilização dos plantios, à exportação de nutrientes nos desbastes e na colheita final e às perdas por processos erosivos e de lixiviação, leva a uma aceleração no empobrecimento dos níveis de fertilidade química do solo e nas perdas de produtividades futuras dos plantios.

Segundo (JOKELA, 2004), os requisitos para fertilização de povoamentos estabelecidos devem ser com base nos mesmos princípios da adubação no plantio. No entanto, as pesquisas são necessárias, pois é mais difícil de prever a necessidade de fertilizantes em povoamentos mais velhos, porque a penetração das raízes profundas pode permitir absorção de nutrientes dos horizontes do subsolo, além de camadas superficiais de detritos orgânicos, por exemplo, acículas, também servirem como reservatório de nutrientes, liberando nutrientes pela lenta decomposição desse material.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de doses de N, P e K sobre alguns atributos químicos do solo em plantios de *Pinus taeda*, com um, cinco e nove anos de idade, após 4 anos, no Planalto Sul Catarinense.

2. MATERIAIS E MÉTODO

O experimento foi instalado em plantios de *Pinus taeda* L. com adubação NPK realizada em dezembro de 2010, aos um, cinco e nove anos de idade, ou seja, em povoamentos implantados em 2009, 2005 e 2001, em 2014 estavam com cinco, nove e treze anos respectivamente, em áreas da empresa Klabin S/A, no município de Otacílio Costa/SC. O povoamento de cinco anos encontra-se na Fazenda Bom Retiro, e os de nove e treze anos na Fazenda Cervo, com as respectivas coordenadas geográficas: 50° 7'19,465"W e 27° 22'23,29"S; 50° 4'46,534"W e 27° 27'23,567"S; e 50° 5'36,949"W e 27° 27'12,515"S. O clima da região é mesotérmico úmido com verão ameno, Cfb, segundo a classificação de Köppen. A altitude é de 884 m e a temperatura média anual é de 15,9 °C e a precipitação média anual entre 1.300 e 1.400 mm, bem distribuída ao longo do ano (OTACÍLIO COSTA, 2015).

Foram selecionadas áreas com solo semelhantes, sendo que no povoamento de cinco anos o solo é um Cambissolo Háptico, e nos povoamentos de nove e treze anos o solo é um Cambissolo Húmico. Para fins de caracterização, o solo foi coletado na profundidade de 0-20 e 20-40 cm, com trado holandês, em cinco pontos dentro de cada parcela. As amostras, após serem secas em estufa de

circulação de ar forçada a 60 °C, por 48 h, foram moídas e submetidas à análise química segundo Tedesco et al. (1995) (Tabela 1).

Camada	pH _{água}	Argila	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC _{pH7}	m ²
cm		%		- mg dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³			%
Pinus de Um Ano											
0 - 20	4,1	17,7	5,8	5,1	72,2	0,2	0,2	10,0	38,4	39,0	94,4
Pinus de Cinco Anos											
0 - 20	4,0	23,2	6,2	5,0	65,1	0,3	0,3	10,9	41,8	42,5	93,4
Pinus de Nove Anos											
0 - 20	4,1	22,3	5,6	4,3	29,6	0,2	0,1	6,9	33,9	34,2	94,9

^{/1} Análises de solo realizadas segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). ^{/2} Saturação por alumínio na CTC_{efetiva}.

Tabela 1 - Características do Cambissolo Háplico do plantio de um ano e dos Cambissolos Húmicos dos plantios de cinco e nove anos nas áreas experimentais das floretas de *Pinus taeda*, em Dezembro de 2010, localizadas em Otacílio Costa/SC¹

As áreas experimentais encontram-se no segundo ciclo de plantio, cujo ciclo anterior também era de *Pinus taeda* L. Todos os plantios foram efetuados após o preparo do solo com subsolagem, utilizando trator de esteira, a uma profundidade em torno de 45 cm, e em espaçamento de 2,5 m entre plantas e 2,5 m entre linhas.

Os tratamentos consistiram da combinação de doses de nitrogênio: N0=0, N1=70 e N2=140 kg ha⁻¹ de N; de Fósforo: P0=0, P1=75 e P2=150 kg ha⁻¹ de P₂O₅; de potássio: K0=0, K1=60 e K2=120 kg ha⁻¹ de K₂O; ficando identificados da seguinte forma: N0P0K0, N0P1K0, N1P1K1, N1P2K1, N1P2K2, N2P2K1. Como fontes dos nutrientes a ureia (45% de N), o superfosfato triplo (SFT) (41% de P₂O₅) e o cloreto de potássio (58% de K₂O).

Em dezembro de 2010 procedeu-se aplicação dos tratamentos, com a adição dos fertilizantes a lanço e em área total.

Em 2014 o solo foi coletado nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, com trado holandês, em dez pontos dentro de cada parcela (5 na linha de plantio e 5 na entrelinha). A metodologia de coleta foi modificada em relação à caracterização, pois em avaliação realizada em 2012 não apresentava diferenças entre tratamentos (MORO, 2013), a camada de 0-20 cm é muito extensa, e como a aplicação foi feita sem incorporação dos adubos, o efeito que deveria ocorrer concentrava-se nas primeiras camadas do solo, não sendo detectado.

As amostras, após serem secas em estufa de circulação de ar forçada a 60 °C, por 48 h, foram moídas e submetidas à análise química segundo Tedesco et al. (1995), onde foram avaliados P, K, Ca e Mg.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições, sendo as unidades experimentais constituídas por parcelas contendo 80 plantas (8 linhas x 10 plantas).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$). Havendo significância, para avaliação de efeitos individuais entre tratamentos, o Teste de Scott-Knott a 5% de significância, com o programa estatístico ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores médios de P, K, Ca e Mg nos solos sob os povoamentos de *Pinus*, após quatro anos de adição dos tratamentos (Tabela 2) foram classificados, segundo as classes de interpretação de teores de nutrientes disponíveis no solo, estabelecidos pela Comissão de Fertilidade do Solo RS/SC (2016).

Tratamento ⁽²⁾	P		K		Ca		Mg	
	mg dm ⁻³				cmolc dm ⁻³			
	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20	0 - 10	10 - 20
Pinus de 5 Anos⁽¹⁾								
NOPOK0	3,2 b	2,7 ns	79,3 c	58,0 b	0,3 b	0,2 ns	0,4 ns	0,2 ns
NOP1K0	4,5 b	3,7	80,5 c	59,0 b	0,2 b	0,2	0,4	0,3
N1P1K1	4,5 b	3,6	93,7 c	64,5 b	0,3 b	0,2	0,4	0,3
N1P2K1	10,0 a	3,3	90,0 c	58,7 b	0,6 a	0,2	0,3	0,3
N1P2K2	10,2 a	3,0	136,0 a	75,0 a	0,6 a	0,2	0,3	0,2
N2P2K1	10,7 a	3,8	110,5 b	66,3 b	0,7 a	0,1	0,4	0,2
CV (%)	18,1	23,7	13,8	7,9	21,9	21,8	28,2	44,6
Pinus de 9 Anos								
NOPOK0	6,6 c	5,1 ns	133,5 b	83,3 c	0,6 b	0,3 ns	0,5 ns	0,4 ns
NOP1K0	8,9 b	5,5	145,0 b	94,0 c	0,5 b	0,4	0,5	0,4
N1P1K1	8,9 b	5,1	154,0 b	105,0 b	0,5 b	0,2	0,4	0,3
N1P2K1	10,7 a	7,1	147,3 b	105,0 b	0,9 a	0,3	0,4	0,3
N1P2K2	10,7 a	5,8	177,0 a	120,5 a	1,1 a	0,2	0,4	0,3
N2P2K1	10,3 a	4,8	145,0 b	113,0 a	0,8 a	0,3	0,4	0,3
CV (%)	5,4	18,7	10,7	6,14	21,4	23,9	11,7	18,6
Pinus de 13 Anos								
NOPOK0	3,4 b	3,2 ns	61,5 d	41,7 b	0,06 b	0,05 b	0,2 ns	0,2 ns
NOP1K0	4,5 b	5,1	62,7 d	45,7 b	0,07 b	0,05 b	0,3	0,2
N1P1K1	4,3 b	2,9	66,8 c	49,7 a	0,08 b	0,04 b	0,2	0,1
N1P2K1	7,7 a	2,9	66,8 c	52,7 a	0,14 a	0,07 a	0,2	0,2
N1P2K2	7,9 a	2,1	78,5 a	54,3 a	0,13 a	0,08 a	0,2	0,1

N2P2K1	7,8 a	3,2	72,5 b	53,7 a	0,14 a	0,07 a	0,2	0,2
CV (%)	3,4	3,2	3,8	8,1	6,4	15	24,8	32

⁽¹⁾ Período de adubação. ⁽²⁾ N0P0K0 = 0 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O; N0P1K0 = 0, 75 e 0 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente; N1P1K1 = 70, 75 e 60 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente; N1P2K1 = 70, 150 e 60 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente; N1P2K2 = 70, 150 e 120 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente; N2P2K1 = 140, 150 e 60 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem pelo teste Scott-Knott a 5% de significância. ^{ns} Os tratamentos não foram significativos pelo teste F.

Tabela 2 - Teores médios de fósforo e potássio extraíveis (Mehlich) e cálcio e magnésio trocáveis nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, Em Cambissolo sob florestas de *Pinus taeda* com cinco, nove e treze anos de idade, após quatro anos da adubação com N, P e K em diferentes combinações de doses, localizadas em Otacílio Costa/SC

As classes de interpretação dos teores de P, na camada de 0-10 cm dos solos, mostraram-se semelhantes nos três povoamentos avaliados. No povoamento de cinco anos, o teor de P foi maior nos tratamentos que receberam 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sendo classificados como um teor alto, enquanto os demais tratamentos apresentaram teor baixo. No povoamento de nove anos, o teor de P também foi maior nos tratamentos que receberam 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e os tratamentos que receberam 75 kg ha⁻¹ de P₂O₅ apresentaram valores maiores em relação à testemunha, porém sem diferirem na classificação, sendo os três classificados como teor médio. Assim como nos demais povoamentos, no de treze anos, os teores de P foram maiores nos tratamentos que receberam 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com teores classificados como altos, enquanto os demais tratamentos não diferiram entre si, sendo considerados médios nos tratamentos que receberam 75 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e baixo na testemunha.

Na camada de 10-20 cm não houve diferença estatística nos teores de P entre os tratamentos, em nenhum dos povoamentos, evidenciando que o P não alcançou esta profundidade, algo esperado devido à baixa mobilidade do P no solo (SANTOS; GATIBONI; KAMINSKI, 2008). De maneira geral, os teores de P desta camada são classificados como baixos.

Para os teores de K, o solo sob os três povoamentos, tanto na camada de 0-10 cm quanto de 10-20 cm, foi observado maior teor no tratamento N1P2K2, que recebeu 120 kg ha⁻¹ de K₂O, sendo que na camada de 0-10 cm o teor dos povoamentos de cinco e nove anos foram classificados como altos e no de treze anos médio. Diferenças estatísticas entre os tratamentos foram observadas na camada de 10-20 cm, pois diferentemente do P, o K é um elemento móvel no solo (NEVES; ERNANI; SIMONETE, 2009). Com isso, observou-se que no povoamento com cinco anos o tratamento N1P2K2 teve teor classificado como médio, e os demais como baixos. No povoamento com nove anos os tratamentos N1P2K2 e N2P2K1 foram classificados como altos, e os demais como médios. No povoamento com treze anos todos os tratamentos foram considerados como

baixos, mesmo os que receberam alguma dose de K_2O e sendo os teores estatisticamente maiores que a testemunha.

O efeito da fertilização potássica no solo, até a profundidade de 20 cm, também foi observado por Batista (2011), onde a aplicação de 80 kg ha^{-1} de K_2O em superfície aumentou significativamente o teor de K de em um solo derivado do Arenito Itararé, sob povoamento de *Pinus taeda* com cinco anos de idade, em Jaguariaíva/PR.

Para o Ca, em todos os povoamentos avaliados foram observados maiores teores na camada de 0-10 cm, nos tratamentos N1P2K1, N1P2K2 e N2P2K1, diminuindo na camada inferior. Isto ocorreu provavelmente devido ao fato de que esses tratamentos receberam maior quantidade de SFT, o qual apresentava em sua composição cerca de 12% de Ca. Entretanto, embora os teores de Ca nos solos tenham sido acrescidos significativamente nestes tratamentos, não foi suficiente para mudar de classe de interpretação, permanecendo como baixos.

Os teores de Mg não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, nas duas camadas de solo avaliadas para os três povoamentos, permanecendo na classe de interpretação baixo. Isto era esperado, uma vez que não foram adicionadas fontes que contivessem Mg.

Tendo em vista os resultados observados neste estudo, é possível assegurar que as alterações ocorridas nos teores de P, K e Ca observadas na camada 0-10 cm em função dos tratamentos foram relevantes, pois, a profundidade de ocupação das raízes mais finas responsáveis pela maior parte da absorção de nutrientes, encontra-se principalmente na camada superficial do solo, incluindo a serapilheira e/ou horizonte orgânico (LOPES, 2009). Assim, a aplicação superficial de fertilizantes nos povoamentos florestais, pode ser uma excelente alternativa à correção dos baixos teores no solo, mesmo nos povoamentos já estabelecidos.

5. CONCLUSÕES

Após quatro anos da aplicação dos fertilizantes constatou-se incrementos nos teores de P e Ca na camada de 0-10 cm, e de K, nas camadas e 0-10 e 10-20 cm nos solos sob os três povoamentos avaliados.

REFERÊNCIAS

BATISTA, A. H. Influência da calagem e adubação na acidez do solo e ciclagem de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} em plantios de *Pinus taeda* L. no pólo florestal de Jaguariaíva-PR.

2011. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Estado do Paraná, Curitiba, 2011.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de calagem e adubação para o Estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre: SBCS/Núcleo Regional Sul, UFRGS, 2016. 376 p.

JOKELA, E. J. Nutrient management of southern pines. In: DICKENS, E. D. et al. (Org.). **Slash pine: Still growing and growing. Proceeding of the slash pine symposium.** Washington: USDA/Forest Service General, 2004. p. 27-35. (TechnicalReport SRS-76)

LOPES, V. G. **Quantificação das raízes finas em um povoamento de *Pinus taeda* L., na região dos Campos de Cima da Serra, RS.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

MORO, L. **Resposta de *Pinus taeda* com um, cinco e nove anos à adubação NPK no Planalto Catarinense.** 2013. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2013.

NEVES; L. S.; ERNANI; P. R.; SIMONETE, M. A. Mobilidade de potássio em solos decorrente da adição de doses de cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n. 1, p. 25-32, 2009

OTACÍLIO COSTA. Disponível em: <
http://pt.wikipedia.org/wiki/Otac%C3%ADlio_Costa>. Acesso em 04 dez. 2017

REISSMANN, C. B.; WISNIEWSKI, C. Aspectos nutricionais de plantios de *Pinus*. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Org). **Nutrição e fertilização florestal.** 2. ed. Piracicaba: IPEF, 2005. p.135-166.

SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C. KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v.38, n. 2, p. 576-586, 2008.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p. (Boletim Técnico, 5)

VIEIRA M., SCHUMACHER M. V. Concentração e retranslocação de nutrientes em acículas de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 4, p. 375-382, 2009.

ABSTRACT: In the region of Planalto Sul Catarinense, most of the *Pinus* forests were planted without fertilization of the soil during the planting phase. Currently, many areas are in second or third rotation of *Pinus* without fertility, which may limit productivity due to low soil fertility. An alternative to a mitigation of the problem would be fertilization in established settlements. In order to evaluate the effect of N, P and K fertilization on some soil chemical attributes in different stages of *Pinus taeda* growth, experiments were conducted in the field, in plantations of one, five and nine years of age, all of them second rotation, on Cambisols in the municipality of Otacílio Costa, SC. The treatments consisted of combinations of N doses (N0=0, N1=70 and N2=140 kg ha⁻¹ of N), P (P0=0, P1=75 and P2=150 kg ha⁻¹ P₂O₅) and K (K0=0, K1=60 and K2=120 kg ha⁻¹ K₂O), in addition to a control, in the following combinations: NOP0K0, NOP1K0, N1P1K1, N1P2K1, N1P2K2 and N2P2K1. The experimental design was used in randomized blocks with three replicates. P, K, Ca and Mg were evaluated in the 0-10 and 10-20 cm layers 4 years after an application of the treatments. It is possible to observe our eyes of P, K and Ca of the soil in the three evaluated ages.

KEY WORDS: forest nutrition, fertilization, soil fertility.

CAPÍTULO IX

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SARARÉ, SUDOESTE DO ESTADO DE MATO GROSSO

**Valcir Rogério Pinto
Maria Aparecida Pereira Pierangeli
Célia Alves de Souza
Sandra Mara Alves da Silva Neves
Ana Claudia Stoll Borges
Carolina Joana da Silva**

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SARARÉ, SUDOESTE DO ESTADO DE MATO GROSSO

Valcir Rogério Pinto

Secretaria do Estado de Educação de Mato Grosso – SEDUC/MT,
Mirassol d’Oeste – MT

Maria Aparecida Pereira Pierangeli

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Pontes e Lacerda/MT

Célia Alves de Souza

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Cáceres/MT

Sandra Mara Alves da Silva Neves

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Cáceres/MT

Ana Claudia Stoll Borges

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Pontes e Lacerda/MT

Carolina Joana da Silva

Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Cáceres/MT

RESUMO: O presente trabalho tem por objetivo avaliar a capacidade de uso da terra da bacia hidrográfica do rio Sararé, localizada no sudoeste do estado de Mato Grosso, por meio do Sistema de Avaliação da Capacidade de Uso das Terras. A bacia apresenta grande diversidade de solos e, sendo a maior parte situado em áreas com declividade de 0 a 5%. Apresentou predomínio de solos com textura média no baixo e médio curso e arenosa no alto curso da bacia e fertilidade variável. Constatou-se que a maior parte das terras, 41%, estão compreendidas nas classes III a VI, 29% na classe II e 17% na classe VIII de capacidade de uso. Os demais 12% correspondem a parte da Terra Indígena Sararé, a qual não foi avaliada. Os resultados obtidos permitem o planejamento adequado da bacia, possibilitando a sustentabilidade socioambiental da bacia e garantindo a proteção necessária à Terra Indígena.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento; Solos; Sustentabilidade socioambiental.

1. INTRODUÇÃO

A intensa utilização, de forma inadequada, dos recursos naturais têm desencadeado um intenso processo de degradação do meio ambiente ocasionando a redução da capacidade produtiva das terras e, conseqüentemente, gerando resultados negativos para as atividades econômicas desenvolvidas, sobretudo devido à intensificação dos processos erosivos. (GIBOSHI et al., 1999).

A capacidade de uso da terra, segundo Lepsch et al. (1983), relaciona-se às possibilidades e limitações apresentadas por determinada área, definindo a sua

adaptabilidade aos sistemas de produção que não ocasione desgastes e empobrecimento dos recursos naturais. Lepsch et al. (1983, p. 117), também, enfatiza que o sistema de capacidade de uso “[...] é uma classificação técnico-interpretativa, representando um grupamento qualitativo dos tipos de solos sem considerar a localização ou as características econômicas da terra, visando a obtenção de classes homogêneas de terras [...]” de forma que se defina os limites de uso deste recurso natural a fim de eliminar qualquer risco de degradação do solo.

A partir das características do solo e do relevo, o sistema de classificação da capacidade de uso da terra estrutura-se em grupos, classes, subclasses e unidades. (LEPSCH, 2002). Este método de classificação compreende análise conjunta das características físicas, fertilidade do solo, topografia do terreno e suscetibilidade à erosão. (SALOMÃO, 2010). Castro et al. (2010, p. 269) ressalta que a classificação da capacidade de uso “[...] visa o aproveitamento das condições do solo com um mínimo de perdas, baseando-se num detalhamento expressivo dos fatores que possam influenciar a estruturação e composição deste meio, tais como relevo, erosão, solo, clima, entre outros [...]” possibilitando um planejamento socioambiental confiável para implementação de práticas de cultivo sustentáveis.

A classificação por capacidade de uso apresenta, de forma clara e acessível, os fatores de limitação e o potencial dos solos. (AMARAL et al., 2000). Castro et al. (2010) destaca a importância dos levantamentos de solo, em virtude da frequente utilização insustentável deste recurso natural e, a partir destes realizar a classificação das terras de acordo com a sua capacidade de uso e, conseqüentemente, disponibilizar subsídios para uma melhor definição das técnicas à serem implementadas no manejo destes solos.

Diversas iniciativas, públicas e privadas, contribuíram para a expansão da fronteira agrícola no estado de Mato Grosso, caracterizando-o por grandes latifúndios, produção primária baseada na monocultura altamente tecnificada e pecuária extensiva, o que contribui para a contínua supressão da vegetação nativa na Amazônia brasileira, em detrimento da implantação de projetos agropecuários. Tal modelo de desenvolvimento tem ocasionado diversos impactos socioambientais, entre eles, emissão de dióxido de carbono, erosão hídrica e perda da biodiversidade dos biomas Cerrado, Amazônia e Pantanal. (MUELLER, 1992; SOARES-FILHO et al., 2005; CUNHA, 2006; RIVERO et al., 2009). A safra 2016 em Mato Grosso, de acordo com dados do IBGE (2017), compreende uma área de 13.950.121 hectares, representando 24,4% da área agrícola nacional.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a capacidade de uso da terra da bacia hidrográfica do rio Sararé, sudoeste do estado de Mato Grosso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Sararé (BHRS) localiza-se na bacia do rio Guaporé, entre as latitudes 15° 10'00" - 14° 30'00" S e as longitudes 60° 00'00" - 59° 00'00" W, na mesorregião Sudoeste do estado de Mato Grosso (Figura 1).

A bacia do rio Guaporé compreende uma área de 38.563,81 km² do estado de Mato Grosso e tem como rio principal o rio Guaporé e como principais afluentes os rios Piolho, Novo, Galera, Sararé, Pindaiatuba, Alegre e Barbado. A bacia banha os municípios de Vila Bela da Santíssima Trindade, Comodoro, Pontes e Lacerda, Nova Lacerda, Conquista D'Oeste e Vale do São Domingos. (ARAÚJO et al., 2014). Conforme a estimativa populacional do IBGE (2017), tais municípios totalizam uma população de 92.537 habitantes.

Segundo Relatórios de Monitoramento da Qualidade da Água da Região Hidrográfica Amazônica, realizados nos períodos de 2007 a 2009 e 2010 a 2011, pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso, o rio Guaporé e seus afluentes apresentam-se em processo de degradação de suas áreas de preservação permanente relacionadas à rede de drenagem, visto os avanços das atividades agropecuárias e desrespeito à legislação ambiental vigente. (ARAÚJO et al., 2014).

Com relação aos aspectos climáticos, a região apresenta clima Aw – Savana Equatorial com inverno seco, segundo classificação de Köppen. (KOTTEK et al. 2006). Conforme dados da Agência Nacional de Águas, relativos ao período de 1975 a 2014, a precipitação média mensal é de 118,49 e anual de 1.421,86 mm. (ANA, 2014).

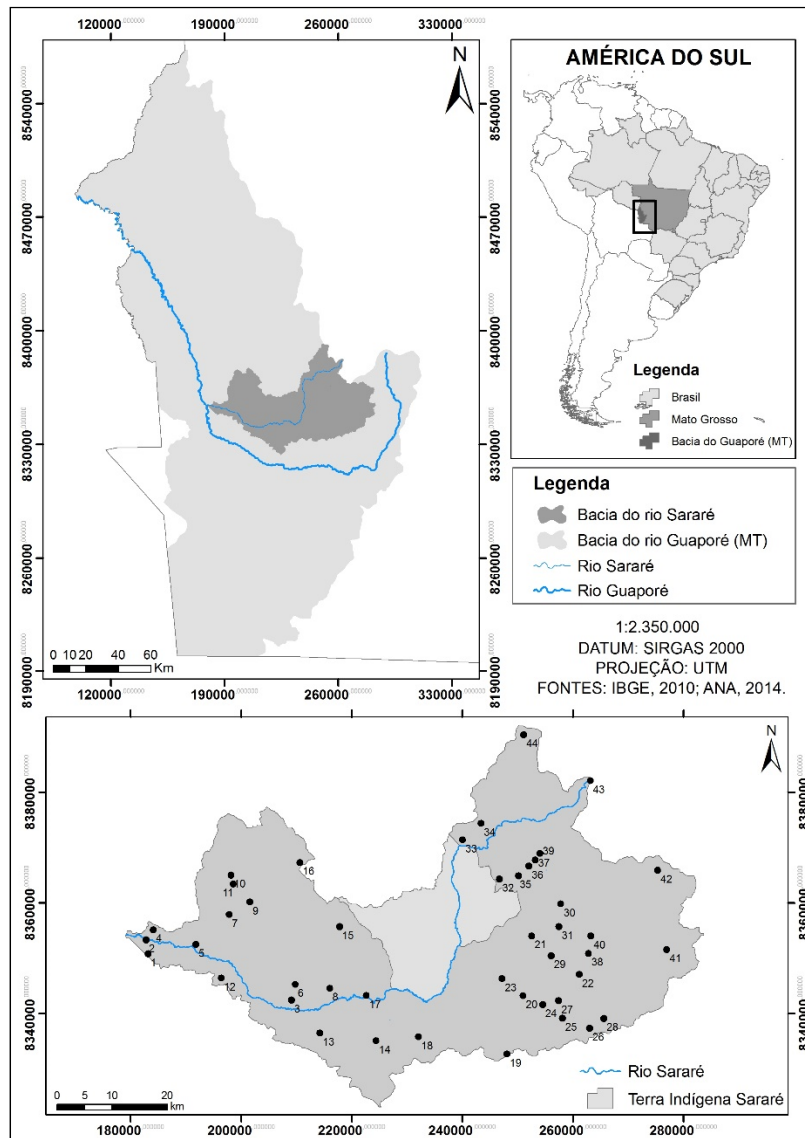


Figura 1. Localização geográfica da BHRS e dos pontos de coleta de solo. Org.: o autor.

Conforme a Base Cartográfica Digital Atualizada da Amazônia Legal, disponibilizada na escala de 1:100.000 pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2010), a bacia apresenta em sua geologia as unidades a Cobertura Detrito-Laterítica Neogênica, Formação Utiariti, Formação Salto das Nuvens, Suíte Intrusiva Guapé, Complexo Alto Guaporé, Cobertura Detrito-Laterítica Pleistocênica, Sequência Metavulcanossedimentar Pontes e Lacerda, Formação Vale da Promissão, Formação Fortuna, Formação Morro Cristalina, Aluviões Holocênicos e a Formação Guaporé.

Geomorfologicamente, compreende a Chapada dos Parecis, Planalto dos Parecis, Depressão do Guaporé, Planaltos Residuais do Guaporé e as Planícies e Pantanais do Guaporé. Com relação aos solos, de acordo com MMA (2010), na bacia do rio Sararé há ocorrência de Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico,

Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Argissolo Vermelho Eutrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Latossolo Vermelho Distrófico, Latossolo Amarelo Distrófico, Neossolo Quartzarênico Órtico, Neossolo Litólico Distrófico, Chernossolo Argilúvico Órtico, Gleissolo Háplico Tb Distrófico e Plintossolo Argilúvico Distrófico.

2.2. Procedimentos metodológicos

O presente trabalho foi desenvolvido de acordo com Sistema de Classificação da Capacidade de Uso da Terra (LEPSCH et al., 1983) e por meio da utilização de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Foi utilizado o software ArcGIS 10.1, sendo inicialmente, delimitada a área da bacia com o uso da extensão Hydrology (Spatial Analyst), a partir de imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), Folhas SD-21-Y-A e SD-21-Y-C, em formato TIFF, obtidas no *website* do projeto Brasil em relevo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Monitoramento por Satélite. (MIRANDA, 2005). Posteriormente, foram determinadas e quantificadas as classes de declividades da bacia em sete intervalos distintos, conforme proposto por Lepsch (1983) e obtido o mapa de solos da bacia a partir da Base Cartográfica Digital Atualizada da Amazônia Legal, disponibilizada na escala de 1:100.000 pelo Ministério do Meio Ambiente. (MMA, 2010).

A partir destas informações, conforme proposto por Lepsch et al. (1983), a bacia do rio Sararé foi dividida em glebas e, posteriormente, foram realizadas atividades de campo para determinar os fatores limitantes ao uso dos solos da área de estudo, de acordo com a fórmula mínima preconizada para obtenção das classes de capacidade de uso (LEPSCH et al., 1983):

$$\frac{\text{Profundidade efetiva, Textura, Permeabilidade}}{\text{Declive, Erosão}} \text{ Fatores limitantes}$$

Para a definição dos pontos de coleta, foi utilizado o método de caminhamento livre conforme proposto pela Embrapa (1995), por meio do qual as glebas foram percorridas de modo a identificar pontos de amostragem em locais representativos para caracterização da área da BHRS. Foram coletadas amostras de solos nas profundidades 0-20 cm e 40-60 cm com auxílio de trado holandês. Posteriormente, foram realizadas análises físicas e químicas conforme metodologia descrita pela Embrapa (1997).

A análise física ou granulométrica do solo foi realizada utilizando o método da Pipeta. Na análise química foram avaliados os teores de Fósforo (P), Cálcio (Ca^{+2}), Magnésio (Mg^{+2}), Alumínio (Al^{+3}), Potássio (K^{+}), acidez potencial (pH em CaCl_2), pH em água (H_2O) e matéria orgânica (M.O). O P foi identificado por colorimetria após extração com solução de Mehlich¹; o K^{+} por espectrofotometria de chama após extração com solução de Mehlich 1; o Ca^{+2} , Mg^{+2} , Al^{+3} por

titulometria, após extração com solução de KCl^{+1} mol L^{-1} ; acidez potencial por titulação com solução tampão SMP (EMBRAPA, 1997). Posteriormente, foram calculadas as variáveis complementares das análises de solo: CTC efetiva (t), CTC a pH 7,0 (T), Soma de bases (SB) e Saturação por bases (V) e saturação por Al (m). Os resultados obtidos dos atributos físicos e químicos foram comparados e avaliados de acordo Ribeiro et al. (1999).

Após a determinação dos fatores limitantes ao uso do solo, as glebas da bacia do rio Sararé foram classificadas em Classes e Subclasses (LEPSCH et al., 1983), conforme a descrição a seguir:

Classe I: Terras com limitações muito pequenas no que diz respeito à suscetibilidade à erosão, podendo seguramente ser cultivadas;

Classe II: Terras com limitações moderadas de uso apresentando riscos moderados de degradação;

Classe III: Terras também apropriadas para cultivos intensivos, mas que necessitam de práticas complexas de conservação;

Classe IV: Terras com severas limitações permanentes, apresentam características desfavoráveis à agricultura devido a fortes declividades e/ou pedregosidade à superfície;

Classe V: Terras que devem ser mantidas com pastagens ou reflorestamento;

Classe VI: Terras que não devem ser cultivadas com lavouras intensivas, sendo mais adaptadas para pastagens, reflorestamento ou cultivos especiais que mais protegem os solos, tais como seringais;

Classe VII: Solos sujeitos a limitações permanentes mais severas, mesmo quando usados para pastagens ou reflorestamento;

Classe VIII: Terras nas quais não é aconselhável qualquer tipo de lavoura, pastagem ou florestas comerciais. Devem ser obrigatoriamente reservadas para a proteção da flora e fauna silvestre ou recreação controlada.

As subclasses da classificação de capacidade de uso correspondem aos fatores limitantes específicos: e - Limitações pela erosão presente e/ou risco de erosão; s - Limitações relativas ao solo; a - Limitações por excesso de água; e, c - Limitações climáticas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização dos solos e da declividade da bacia hidrográfica do rio Sararé

A bacia hidrográfica do rio Sararé apresenta 11 unidades pedológicas (Figura 2 A) conforme a Base Cartográfica da Amazônia Legal disponibilizada pelo Ministério do Meio Ambiente (2010). As referidas unidades pedológicas encontram-

se, a seguir, caracterizadas conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos proposto pela EMBRAPA (2013).

A ordem dos Argissolos compreende os solos constituídos por material, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. O horizonte B encontra-se imediatamente abaixo do horizonte A ou E, sem apresentar requisitos estabelecidos para se enquadrarem em outra ordem. (EMBRAPA, 2013). Os solos desta ordem ocupam 30% (992,57 km²) da área territorial da bacia hidrográfica do rio Sararé, os quais estão representados pelos seguintes grandes grupos: 0,83% (27,65 km²) ocupada por Argissolo Vermelho Eutrófico, 6,24% (207,64 km²) por Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico e 22,78% (757,28 km²) por Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico.

A ordem dos Chernossolos compreende solos compostos por material mineral caracterizado por alta saturação por bases e horizonte A chernozênico sobrejacente a horizonte B textural ou B incipiente com argila de atividade alta ou sobrejacente a horizonte C carbonático, horizonte cálcico ou petrocálcico ou ainda sobrejacente à rocha, quando o horizonte A apresentar alta concentração de carbonato de cálcio. (EMBRAPA, 2013). Os solos desta ordem ocupam 4,31% (143,46 km²) da área territorial da BHRS (Figura 2 A), representado pelo Chernossolo Argilúvico Órtico. O caráter argilúvico refere-se à existência de concentração de argila no horizonte B, porém não suficiente para caracterizar um horizonte B textural, B plânico ou B espódico. E, órtico devido a este solo não apresentar características necessárias para enquadrá-los em outra classificação. (EMBRAPA, 2013).

A ordem dos Gleissolos compreende solos minerais, hidromórficos, que apresentam horizonte glei dentro de 50 cm a partir da superfície ou a profundidades entre 50 cm e 150 cm desde que imediatamente abaixo de horizontes A ou E, com ou sem gleização, ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos. São caracterizados, também, pela ausência de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei, de horizonte vértico, plíntico ou B textural com mudança textural abrupta, coincidente com o horizonte glei e de horizonte plíntico dentro de 200 cm a partir da superfície. Além disso, destaca-se que são solos saturados por água permanente ou periodicamente, exceto quando drenados artificialmente. (EMBRAPA, 2013).

Os solos desta ordem ocupam 2,15% (71,58 km²) da área territorial da BHRS, estando representado pelo Gleissolo Háptico Tb Distrófico. Conforme EMBRAPA (2013) são caracterizados por apresentar argila de atividade baixa e saturação por bases baixa na maior parte dos horizontes B e/ou C dentro de 100 cm a partir da superfície do solo.

A ordem dos Latossolos compreende solos compostos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de

horizonte diagnóstico superficial, exceto hístico. São solos muito profundos, em avançado estado de intemperização. (EMBRAPA, 2013). Os solos desta ordem ocupam 30% (1010,82 km²) da área territorial da BHRS, distribuídos nos seguintes grandes grupos: o Latossolo Amarelo Distrófico ocupa 1,47% (48,82 km²) da área, o Latossolo Vermelho Distrófico 10,55% (350,92 km²) e o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico 18,38% (611,08 km²).

A ordem dos Neossolos compreende solos constituídos por material mineral ou orgânico pouco espesso que não apresenta alterações expressivas em relação ao material originário sendo, portanto, solos pouco evoluídos. Não apresentam horizonte B diagnóstico e os horizontes glei, plíntico, vértico, e A chernozêmico, quando existentes, não apresentam condições diagnósticas para as classes Gleissolos, Plintossolos, Vertissolos e Chernossolos. (EMBRAPA, 2013). Os solos desta ordem ocupam 32% (1054,21 km²) da área territorial da bacia, os quais estão distribuídos em dois grandes grupos: 12% (412,71 km²) da área da bacia ocupada por Neossolo Litólico Distrófico e 19% (641,45 km²) por Neossolo Quartzarênico Órtico. Conforme a Embrapa (2013) a subordem dos Neossolos Litólicos compreende solos que possuem horizonte A ou hístico sobre a rocha ou um horizonte C ou Cr ou, ainda, sobre material com 90% do volume ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões), que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50 cm da superfície do solo. A subordem dos Neossolos Quartzarênicos não apresenta contato lítico dentro de 50 cm de profundidade e possuem uma sequência de horizontes A-C, apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, 150 cm de profundidade da superfície do solo ou até um contato lítico.

A ordem dos Plintossolos compreende solos minerais formados sob condições de restrição à percolação da água sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade. Em geral são mal drenados e caracterizam-se principalmente pela expressiva presença de plintitização com ou sem petroplíntita desde que não atenda aos requisitos necessários para se enquadrar em outra classe. (EMBRAPA, 2013). Os solos desta ordem ocupam 1,54% (51 km²) da área territorial da bacia, sendo representado pelo grande grupo Plintossolo Argilúvico Distrófico.

A figura 2 (B) apresenta a distribuição espacial da declividade na área territorial da bacia do rio Sararé. Em relação a declividade, Cardoso et al. (2006) afirma que exerce forte influência na relação entre a precipitação e o deflúvio da bacia hidrográfica, determinando a intensidade do escoamento superficial e, conseqüentemente, a ocorrência de processos erosivos. Lepsch et al. (1983) enfatiza que, em geral, a declividade é o principal fator determinante da capacidade de uso da terra.

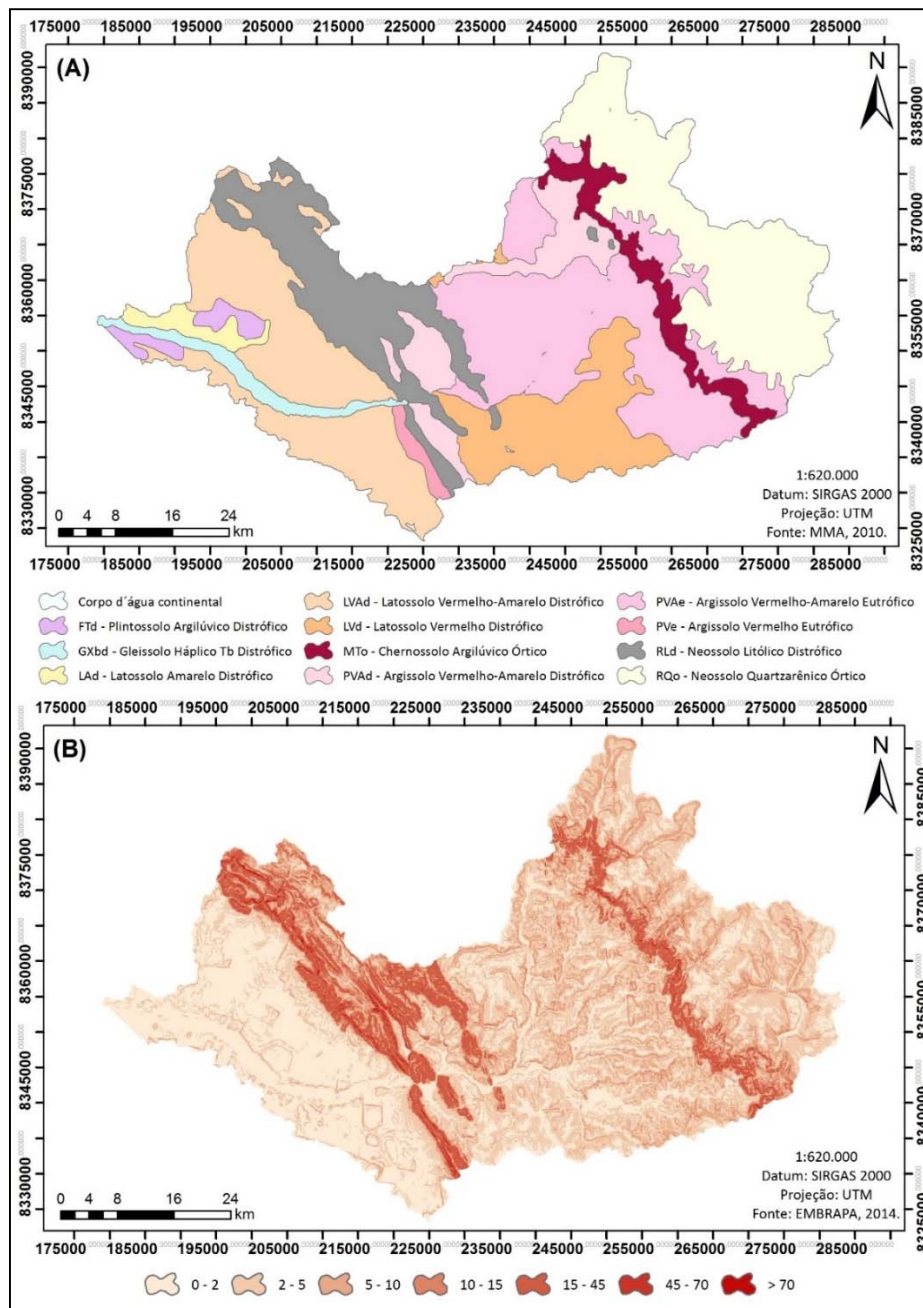


Figura 2. Distribuição espacial das classes de solo (A) e da declividade (B) na bacia do rio Sararé, sudoeste do estado de Mato Grosso. Org.: o autor.

Na BHRS, as áreas planas ou quase planas, com declives entre 0 e 2%, ocupam 34% (1122,21 km²) da área da bacia e, não apresentam fatores limitantes ao uso de mecanização agrícola e possuem escoamento superficial lento ou muito lento, não comprometendo a perda de solo por processos erosivos, exceto em áreas com solos extremamente suscetíveis à erosão, como ocorrente no alto curso da bacia do rio Sararé, a qual apresenta predominantemente baixa declividade, porém com Neossolo Quartzarênico Órtico.

As áreas suavemente onduladas, com declives entre 2 e 5%, ocupam 34,26% (1139,01 km²) da área da bacia. Estas apresentam escoamento superficial lento ou médio e, em geral, não apresentam fatores limitantes à mecanização agrícola e riscos de erosão e, quando necessário, práticas simples de conservação são capazes de evitar perdas de solos, exceto, em solos extremamente suscetíveis à erosão, os quais necessitam de práticas mais aprimoradas de conservação.

Com declives entre 5 e 10%, as áreas de relevo ondulado ocupam 16,98% (564,44 km²) e apresentam escoamento superficial médio ou rápido. Em geral, esta declividade não compromete a utilização de maquinários agrícolas, no entanto, frequentemente são necessárias a implantação de práticas complexas de conservação do solo, a fim de possibilitar o cultivo intensivo nestas áreas.

As áreas com declives entre 10 e 15% ocupam 4,95% (164,46 km²) da área territorial da bacia e, configuram-se como áreas muito onduladas com escoamento superficial rápido na maioria dos tipos de solos, os quais, normalmente, possuem alta suscetibilidade aos processos erosivos. Além disso, impõe grandes dificuldades ao uso de mecanização agrícola sendo, portanto, adequadas às culturas perenes, pastagens ou reflorestamento.

As áreas fortemente inclinadas, com declives entre 15 e 45%, compreendem 9,28% (308,45 km²) da bacia e, em geral, apresentam escoamento superficial muito rápido e impõe fortes restrições ao uso de mecanização agrícola e, quando possível, são necessários equipamentos especiais.

As áreas montanhosas, com declives entre 45 e 70%, compreendem 0,76% (25,36 km²) do território e apresentam escoamento superficial muito rápido, solos altamente suscetíveis aos processos erosivos e limitações severas à utilização de mecanização agrícola.

E, as áreas com declives superiores a 70%, extremamente montanhosas, abrangem 0,03% (0,92 km²) da área da bacia, as quais apresentam total impossibilidade de mecanização agrícola e solos muito rasos associados aos afloramentos rochosos.

3.2. Atributos físicos dos solos da bacia do rio Sararé

Em relação a granulometria e classes texturais de solos da bacia hidrográfica do rio Sararé, na profundidade de 0 a 20 cm, 7% dos pontos apresentaram textura franco-siltosa, 18% Arenosa, 29% areia-franca e 45% apresentaram textura franco-arenosa. A textura está diretamente associada à capacidade de retenção de água, taxas de percolação e infiltração, a aeração do solo e, portanto, influenciando amplamente na resistência dos solos à erosão hídrica e sua capacidade produtiva. (FAGERIA; STONE, 2006; FERRAZ et al., 2008; SANTOS et al., 2013).

Na profundidade de 40 a 60 cm, 9,1% dos pontos amostrados apresentaram textura arenosa, 11,4% franco-siltosa, 27,3% areia-franca e 34,1% franco-arenosa. Nesta profundidade, destaca-se que em alguns pontos não foram possíveis realizar amostragem devido aos fatores limitantes, como lençol freático elevado (ponto 7), rochoso (pontos 15 e 16) e pedregosidade (pontos 24, 25, 27, 33 e 37), correspondendo a 2,3%, 4,5% e 11,4% dos pontos, respectivamente.

Estudos realizados por Santos et al. (2002), Santos et al. (2008a) e Camargo et al. (2010), em bacias hidrográficas, evidenciaram associação entre os teores de areia e à variação da declividade. A textura do solo em associação com a declividade influencia a ocorrência e intensidade do escoamento superficial, bem como, a suscetibilidade dos solos aos processos erosivos. (SANTOS et al., 2002; FERRAZ et al., 2008).

Em geral, as variações texturais na BHRS, em ambas profundidades, corroboram com resultados obtidos por Novaes Filho et al. (2007) em estudos de microbacias na Amazônia Meridional, em Juruena – MT, os quais evidenciaram um pequeno acúmulo de argila no horizonte subsuperficial, Porém, nestes estudos e em outros realizados por Chig et al. (2008) também, nesta região, encontraram maiores variações entre os horizontes superficiais e subsuperficiais, havendo uma maior migração da argila para o subsolo, típico de Argissolos.

De acordo com Letey (1985) e Fageria e Stone (2006), solos com textura média (franco-arenosa e franco-siltosa), os quais correspondem à 52,3% (0 a 20 cm) e 45,5% (40 a 60 cm) dos pontos amostrados na BHRS, oferecem boas condições físicas e podem proporcionar excelentes resultados de produção agrícola, desde que seja adotado manejo adequado e não haja outros fatores limitantes. Estudos realizados por Corá et al. (2004), Kitamura et al. (2007) e Santos et al. (2008b), também, evidenciaram uma forte relação existente entre a textura do solo e sua respectiva produtividade.

Em relação a cobertura vegetal, 77% dos pontos amostrados encontram-se em áreas de pastagens, 9% em áreas de vegetação nativa, 7% em áreas de pastagens nativas, 5% em áreas agrícolas (Soja e Milho) e 2% em áreas de regeneração. Neste contexto, Wohlenberg et al. (2004) ressaltam a necessidade de implementação de práticas de manejo e conservação dos solos, principalmente as relacionadas à manutenção da cobertura vegetal, visto que estas possibilitam uma maior estabilidade estrutural do solo, minimizando assim a intensidade do escoamento superficial e, conseqüente, a perda de solo.

3.3. Atributos químicos dos solos da bacia do rio Sararé

Estudos sobre a fertilidade dos solos destacam-se, visto a escassez destes dados na literatura para áreas de transição Pantanal-Cerrado-Floresta Amazônica.

(PIERANGELI et al., 2009). Neste contexto, os solos da BHRS apresentam ampla variabilidade dos atributos de fertilidade do solo, os quais devem ser considerados para o planejamento do uso da terra. (SANTI et al., 2012; PIERANGELI et al., 2009). Nos pontos amostrados o pH variou de baixo (25%), adequado (29%) e alto a muito alto (45%). Pierangeli et al. (2009), também, encontraram valores próximos a estes, evidenciando um predomínio de teores de pH mais elevados na região do Vale do Guaporé.

Referente os teores de matéria orgânica (MO), 68,2% dos pontos amostrados apresentaram valores considerados bons, 6,8% médios e 25% baixos, conforme proposto por Alvarez et al. (1999). Estudos realizados por Pierangeli et al. (2009) identificaram predomínio de teores médios de MO na região. Silva Junior et al. (2012) enfatizam que a MO se destaca como um atributo fundamental à fertilidade do solo e, é inteiramente prejudicada pela alteração da vegetação original.

Já os teores de fósforo (P) dos solos analisados foram, em geral, baixos (96%), adequado (2,3%) como muito bom. Tais resultados corroboram com os encontrados por Pierangeli et al. (2009), Camargo et al. (2010), Barboza et al. (2011) e Silva Junior et al. (2012), para solos de diversas regiões.

Para os teores de potássio (K), 6,8% foram considerados muito baixos, 18,2% baixos, 25% médios, 18,2% bons e 31,8% muito bons. Pierangeli et al. (2009) encontram altos valores para potássio na região e, para os autores, os valores elevados encontrados nos solos da bacia do rio Sararé podem estar relacionados aos aspectos geográficos e geológicos. Barboza et al. (2011), no estado de Rondônia, obtiveram resultados próximos destes, com a maior proporção concentrada entre valores médios a muito bons.

A soma de bases (SB) acompanhou a variação dos cátions (Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^{+}), visto que foi obtida a partir do conjunto destes (CAMARGO et al., 2010). Neste contexto, a BHRS apresentou 25% dos solos com níveis de SB classificados como baixo, 22,7% médio, 27,3% bom e 25% muito bom, conforme proposto por Alvarez et al. (1999). Camargo et al. (2010) encontraram valores entre baixo e médios para SB. Pierangeli et al. (2009) obtiveram valores variando entre médio a muito bom.

Por outro lado, a acidez trocável (Al^{3+}) variou de baixa (84% dos pontos amostrados) a média (15,9%). Para a acidez potencial (H + Al), 2,3% dos pontos amostrados foram classificados como baixa, 27,3% como média, 54,5% alta e 15,9% muito alta, demonstrando o predomínio de valores elevados para acidez potencial na maior parte da área de estudo.

A CTC efetiva (t) foi muito baixa em 2,3% dos pontos amostrados como muito baixo, baixa em 27,3%, média 31,8%, boa em 25% e muito boa em 13,6%. Pierangeli et al. (2009) obtiveram resultados concentrados em médio e bons, enquanto, que Camargo et al. (2010) identificaram predomínio de valores médios em seus estudos.

Para a CTC potencial (T), 15,9% dos solos amostrados apresentaram valores médios, 72,7% valores bons e 11,4% muito bons, corroborando com Pierangeli et al. (2009) e Silva Junior et al. (2012), que constataram predomínio de teores médios.

Para valores de saturação por bases (V), 25% dos solos analisados apresentaram valores muito baixos, 25% baixos, 36,4% médios, 11,4% altos e 2,3% muito altos, de acordo com a classificação proposta por Alvarez et al. (1999). Estudos desenvolvidos por Pierangeli et al. (2009) encontraram predominância de altos valores na região. Conforme Raij et al. (1985) e Alvarez et al. (1999), a maioria das plantas cultivadas necessita de V em torno de 50-60% para bom desenvolvimento, sendo a calagem indicada para correção desses valores até os níveis considerados adequados.

3.3. Capacidade de uso das terras da bacia do rio Sararé

A partir da aplicação da metodologia proposta por Lepsch et al. (1983) foram identificadas, mapeadas e quantificadas seis classes de uso das terras da bacia do rio Sararé (Figuras 3 A, B e C).

De acordo com Castro et al. (2010) o conhecimento das classes de capacidade de uso das terras da bacia hidrográfica destaca-se como um importante recurso para um melhor planejamento e utilização da terra em virtude da divisão e classificação das glebas individualmente dentro do contexto de toda a bacia de drenagem. Sousa e Lima (2007, p. 96) ressaltam que a avaliação da capacidade de uso das terras “[...] tem por finalidade o planejamento de ações que venham ao encontro do potencial ecológico, econômico e produtivo dos solos, levando, a cada local, técnicas de cultivo e de manejo adequados à sua aptidão [...]”.

A BHRS não apresentou áreas na classe I. A classe II abrange terras que apresentam baixa declividade e restrições moderadas de uso e moderado risco de degradação do solo. Podem ser cultivadas permanentemente, porém devem ser adotados manejo adequado à conservação do solo. A referida classe ocupa 29% da área da BHRS, na qual foi identificada a subclasse IIe, que compreende terras produtivas com relevo suavemente ondulado e ligeiro a moderado risco de erosão.

As áreas compreendidas pela classe III compreendem 4% do território da bacia e apresentam relevo ondulado e grandes riscos de degradação do solo, sendo necessário a implementação de práticas complexas de conservação do solo a fim de possibilitar o cultivo permanente de lavouras anuais e, simultaneamente, evitar o desenvolvimento de processos erosivos. Na BHRS foi identificada a subclasse IIIe, a qual abrange terras com declividade moderadas e escoamento

rápido, o que oferece sérios riscos a conservação do solo quando cultivada intensivamente, como por exemplo com lavouras de soja, milho ou algodão.

As terras ocupadas pela classe IV totalizam 26% da área da BHRS e caracterizam-se por apresentarem limitações muito severas à implantação de cultivos anuais e sérios problemas de conservação do solo. Em geral, com manejo adequado, podem ser ocupadas por pastagens e, raramente, permitem outros cultivos. A referida área encontra-se dividida três subclasses: a IVe (2,65%), que apresenta declividade acentuada e, conseqüentemente, maior risco de erosão; a IVs (24%) apresenta solos com baixa capacidade de retenção de água e problemas de fertilidade e solos pedregosos; e, a subclasse IVa (0,22%) abrange áreas de solos úmidos com inundação ocasional, impedindo o cultivo permanente.

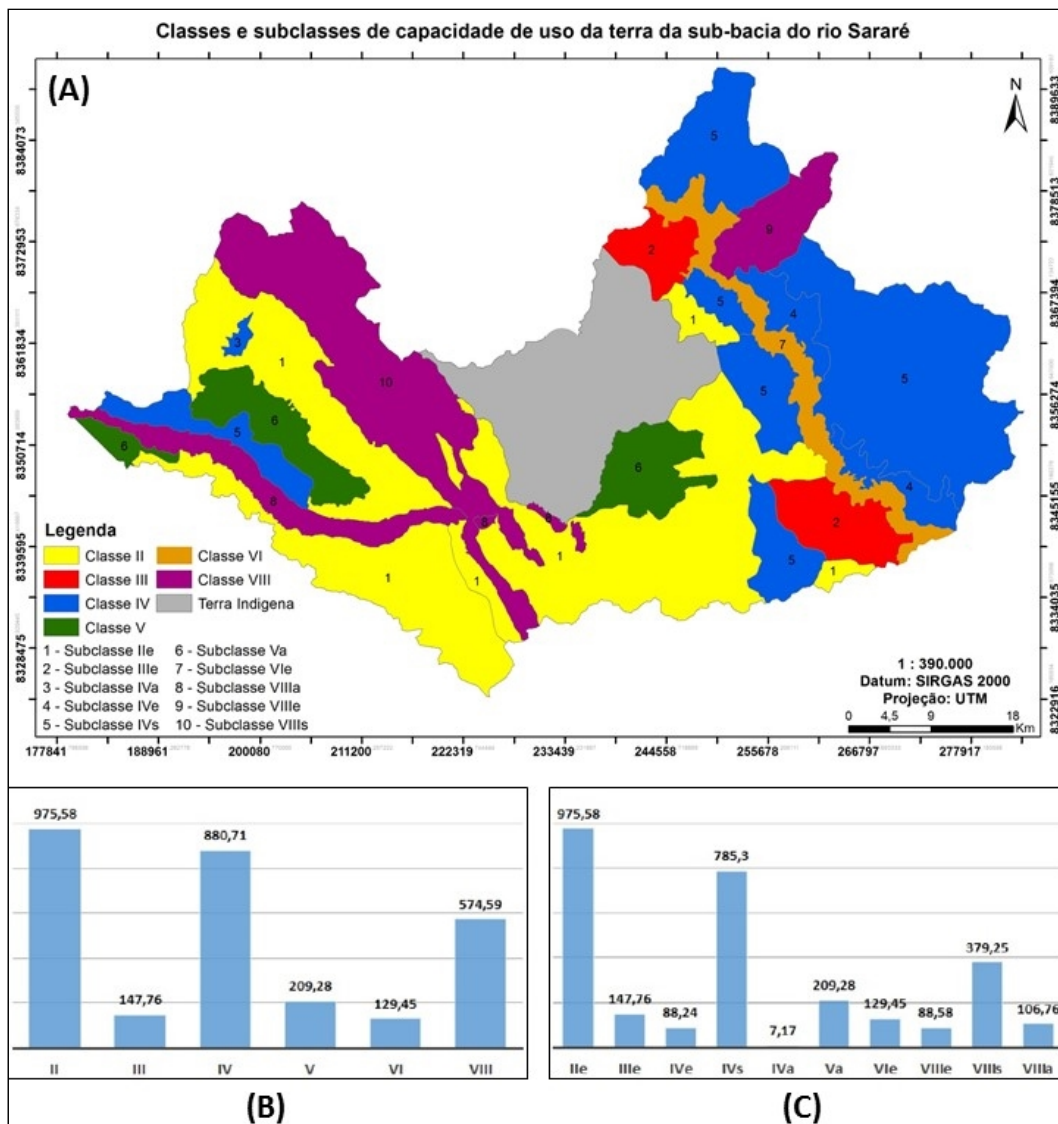


Figura 3. Distribuição espacial da capacidade de uso (A) e quantificação em Classes (B) e Subclasses (C) das terras da bacia do rio Sararé. Fonte: o autor.

As terras compreendidas na classe V são planas ou com baixa declividade, ocupam 6,29% da área da BHRS e, em geral, não há riscos de erosão, porém são impróprias para implantação de culturas anuais, principalmente por serem sujeitas a inundações periódicas ou permanentes. São, em geral, terras adaptadas para pastagens, sem necessidade de práticas especiais de conservação do solo.

A classe VI compreende 3,89% da área da BHRS e caracteriza-se como terras impróprias para culturas anuais, porém quando manejadas corretamente, utilizando práticas conservacionistas adequadas, possibilitam o cultivo de pastagens e de outras espécies que promovam a proteção do solo. Na BHRS identificou-se a subclasse VIe, a qual abrange áreas de relevo fortemente ondulado com declives acentuados que favorecem escoamento rápido a muito rápido e, conseqüentemente, grandes riscos de ocorrência de processos erosivos.

As áreas contidas na classe VIII, totalizando 17,28% da área da BHRS, apresentam terras inadequadas para implementação de cultura anuais, pastagem ou reflorestamento. São adequadas para o abrigo e proteção da fauna e flora silvestre ou para fins de armazenamento de água, podendo ser utilizadas para práticas de recreação e turismo ecológico. Na classe VIII, foram identificadas três subclasses na bacia do rio Sararé: a VIIIe (2,66%) abrange área do alto curso da bacia com fortes processos erosivos, com ocorrência de voçorocas, a qual encontra-se ocupada pela monocultura de soja; classe VIIf (11,41%) envolve áreas de declividade extremamente acentuada e escoamento superficial muito rápido e, apresentam solos muito rasos e pedregosos; e, a subclasse VIIIa (3,21%) envolve áreas planas encharcadas.

Estudos desenvolvidos por Erig Lima (2010; 2012) e Troncoso (2013), ressaltam a importância destas áreas (VIIIe,s) e seu respectivo potencial histórico e arqueológico, visto os resgates de materiais já realizados e a existência das ruínas do Arraial de São Francisco Xavier da Chapada, que em 1739 chegou a ser considerado o mais importante das minas de Mato Grosso.

Os demais 12% (407,51 Km²) da área da BHRS correspondem à área parcial (60,44%) da Terra Indígena Sararé. Conforme dados da Funai (2017), a mesma tem em sua totalidade 674,2 Km², ocupada pela etnia Nambikwára, abrange os municípios de Conquista d'Oeste, Nova Lacerda e Vila Bela da Santíssima Trindade e, enquadra-se na modalidade "Tradicionalmente Ocupada" visto que esta faz parte das terras indígenas de que trata o art. 231 da Constituição Federal de 1988, direito originário dos povos indígenas, cujo processo de demarcação foi disciplinado pelo Decreto n.º 1775/96. De acordo com o Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2017a) residem na Terra Indígena Sararé 211 pessoas, das quais 141 se declararam indígenas, 47 se consideram indígenas e 23 não se consideram indígenas.

Estudos realizados por Gomide e Kawakubo (2006), Little (2006), Oliveira (2008), Tomioka Nilsson (2008), Romero e Leite (2010), Verdum (2012) e Margarit

(2013) destacam os problemas e riscos impostos pelo uso e ocupação das áreas situadas no entorno das terras indígenas o que evidencia a necessidade de implantação de um planejamento adequado para o uso e ocupação destas áreas como forma de garantir a proteção das comunidades indígenas e da biodiversidade. Gomide e Kawakubo (2006) constataram, no estado de Mato Grosso, uma intensa suscetibilidade destas áreas à contaminação da água e dos solos e, ainda, a perda gradativa da biodiversidade em virtude do uso e ocupação das terras do seu entorno, em geral, pela pecuária e, principalmente, pela monocultura de grãos. Observa-se na Figura 3 (A) que grande parte da Reserva Indígena do Sararé se encontra bordeada por terras da classe II, cuja melhor capacidade de uso é para lavouras anuais. (LEPSCH et al., 1983).

Faz-se necessário, também, uma atenção especial à conservação dos rios que drenam as áreas compreendidas pelas terras indígenas, visto que, em geral, tais rios têm suas nascentes localizadas fora das áreas indígenas, em áreas ocupadas por atividades agropecuárias, as quais, frequentemente, não adotam manejo adequado visando a conservação destes mananciais, o que ocasiona inúmeros impactos ambientais e, inclusive, as condições de vida das comunidades indígenas que dependem, exclusivamente, destes recursos para sobrevivência. (GOMIDE; KAWAKUBO, 2006). Romero e Leite (2010), Irigaray e Brito (2012) e Irigaray et al. (2013) destacam a necessidade e importância da proteção destas áreas, conforme garantida legalmente pela Constituição Federal Brasileira de 1988.

Tais resultados contribuem para a percepção dos riscos aos quais a Terra Indígena Sararé encontra-se sujeita, visto o seu entorno encontrar-se ocupado, quase em sua totalidade, por atividades agropecuárias, e o rio Sararé, principal curso d'água que drena a área, ter sua nascente localizada em áreas de monocultura de soja, em estágio avançado de degradação, com o desenvolvimento de inúmeras voçorocas e nenhuma prática de restauração/recuperação ambiental para recuperação destas áreas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia hidrográfica do rio Sararé apresenta uma grande variedade de unidades pedológicas, sendo as mais representativas territorialmente, as ordens Argissolo, Latossolos e Neossolos. Em relação à declividade, a bacia é bem diversificada, apresentando a maior parte das áreas concentradas no intervalo de 0 a 5%, isto é, em áreas planas e suaves onduladas, no entanto, há áreas que possuem declividades superiores a 70%.

Em relação à textura do solo, em geral, há predomínio de textura média (franco-arenosa e franco-siltosa) no baixo e médio curso e arenosa no alto curso da

bacia. Sobre os atributos químicos, há predomínio de solos com saturação por bases menor que 50%. Referente à avaliação da capacidade de uso das terras, constatou-se que a maior parte das terras da bacia hidrográfica do rio Sararé (41%) apresenta riscos elevados de degradação do solo (classes III a VI) em relação aos riscos de erosão, sendo, na maioria das vezes, necessário a implantação de práticas conservacionistas complexas. Destacam-se também as áreas compreendidas pela classe VIII (17,28%), propícias à conservação ambiental e desenvolvimento de atividades ecológicas e proteção da fauna e flora. Os demais 12,27% correspondem à parte da Terra Indígena Sararé localizada na área da bacia do rio Sararé.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da UNEMAT (Universidade do Estado de Mato Grosso); ao MCTI / CNPq e FAPEMAT - REDE BIONORTE –MT (Projeto Conhecimento, Uso Sustentável e Bioprospecção da Biodiversidade na Amazônia Meridional, Processo: 554330/2010-5), contribuição: N°. 27; e à Rede de estudos sociais, ambientais e de tecnologias para o sistema produtivo na região sudoeste mato-grossense – REDE ASA, financiada no âmbito do Edital MCT/CNPq/FNDCT/FAPs/MEC/CAPES/PRO-CENTRO-OESTE N° 031/2010.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, V. H. V.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B. LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solo. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. V. (Eds). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa/MG. 1999. p. 25-36.

AMARAL, E. F.; MUNIZ, P. S. B.; OLIVEIRA, S. G.; AMARAL, E. F. **Planejamento do uso da terra e implantação de práticas agroflorestais em pequenas propriedades rurais no Estado do Acre com base em imagens de satélite**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 30p.

ANA. Agência Nacional de Águas. **HidroWeb**: Sistemas de Informações Hidrológicas. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em 20 dez. 2014.

ARAÚJO, A. A.; NOGUEIRA, E. N.; DAVID, F. S.; SILVA, F. A.; VENTURA, R. M. G.; FIGUEIREDO, S. B. **Relatório de monitoramento da qualidade da água da região hidrográfica amazônica – 2010 e 2011**. Cuiabá: SEMA/MT; SGMA, 2014.

BARBOZA, E.; MOLINE, E. F. V.; SCHLINDWEIN, J. A.; FARIAS, E. A. P.; BRASILINO, M. F. Fertilidade de solos em Rondônia. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.13, p. 586-594, 2011.

CAMARGO, M. F.; ROQUE, C. G.; UMETSU, R. K.; PIERANGELI, M. A. P.; SILVA, T. R. C. Fertilidade do solo da área ciliar da sub-bacia hidrográfica Mariana, para fins de conservação ambiental. **Ambiente & Água**, Taubaté/SP, v. 5, n. 1, p. 57-67, 2010.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v.30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CASTRO, L. I. S.; CAMPOS, S.; ZIMBACK, C. R. L. SIG-SPRING aplicado na determinação da capacidade de uso das terras da microbacia do Ribeirão Pouso Alegre-Jaú (SP). **Irriga**, v. 15, n. 3, P. 268-274, 2010.

CHIG, L. A.; COUTO, E. G.; NOVAES FILHO, J. P.; RODRIGUES, L. C. M.; JOHNSON, M. S.; WEBER, O. L. S. Distribuição espacial da granulometria, cor e carbono orgânico do solo ao longo de um transecto em microbacias na Amazônia meridional. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 4, p. 715-722, 2008.

CORÁ, J. E.; ARAUJO, A. V.; PEREIRA, G. T.; BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa/MG, v. 28, p. 1013-1021, 2004.

CUNHA, J. M. P. D. Dinâmica migratória e o processo de ocupação do Centro-Oeste brasileiro: o caso de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 23, n. 1, p. 87-107, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 3 ed. rev. amp. Brasília. DF: Embrapa, 2013. 353p.

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos.** / Humberto Gonçalves dos Santos [et al.] - Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995. 122p.

ERIG LIMA, L. F. A cerâmica Capão do Canga: uma nova indústria cerâmica na bacia do Alto Rio Guaporé, Mato Grosso, Brasil. *Amazônica*, v. 4, n. 1, p. 186-220, 2012.

ERIG LIMA, L. F. **A Ocupação pré-colonial na fronteira ocidental:** Adaptabilidade humana, territorialidade e aspectos geomorfológicos na microrregião do Alto Guaporé, Mato Grosso. 2010. 286p. Tese (Doutorado em Arqueologia). Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

FAGERIA, N. K.; STONE, L.F. **Qualidade do solo e meio ambiente.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 35p.

FERRAZ, R. P. D.; DONAGEMMA, G. K.; ROSSI, C. Q.; POLIDORO, J. C. Fundamentos de Morfologia, Pedologia, Física e Química do Solo de Interesse no Processo de Recuperação de Área Degradada. In: TAVARES, S. R. L. et al. **Curso de recuperação de áreas degradadas:** a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228p.

FUNAI. Fundação Nacional do Índio. **Modalidades de Terras Indígenas.** Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas>. Acesso em: 05 dez. 2017.

GIBOSHI, M. L.; RODRIGUES, L.H.A.; NETO, F.L. CAP_USO: Um sistema especialista para determinação da capacidade de uso da terra. *Acta Scientiarum*, v. 21, n.4, p. 909-914, 1999.

GOMIDE, M. L. C.; KAWAKUBO, F. S. Povos indígenas do cerrado, territórios ameaçados: terras indígenas Xavante de Sangradouro/Volta Grande e São Marcos. *Agrária*, São Paulo/SP, n. 3, p. 16-46, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico. **População Indígena.** Disponível em: <http://indigenas.ibge.gov.br/>. Acesso em: 05 dez. 2017a.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativa da populacional 2017.** Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro/RJ, 2017b.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção agrícola. Disponível em:<ftp://ftp.ibge.gov.br/>. Acesso em: 05Dez2017.

IRIGARAY, C. T. J. H.; BRITO, A. L. C. O princípio da precaução e a proteção do entorno de áreas indígenas: instrumentos de proteção cultural, histórica e ambiental. **Revista Panorâmica**, v. 13, p. 64-82, 2012.

IRIGARAY, C. T. J. H.; DA SILVA, C. J.; DA SILVA NUNES, J. R.; DE MEDEIROS, H. Q.; DE BARROS, D. P.; SANDER, N. L. Áreas protegidas na amazônia mato-grossense: riscos e desafios à conservação e preservação. v. 16, n. 1, 1440. **Novos Cadernos NAEA**, v. 16, n. 1, p. 221-246, 2013.

KITAMURA, A. E.; CARVALHO, M. P.; LIMA, C. G. R. Relação entre a variabilidade espacial das frações granulométricas do solo e a produtividade do feijoeiro sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa/MG, v. 31, n. 2, p. 361-369, 2007.

KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B., RUBEL, F. Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**. v. 15, n° 3, p. 259–263, 2006.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI Jr., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983, 169p.

LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. **Advances in Soil Science**, New York, v. 1, p. 277-294, 1985.

LITTLE, P. **Gestão territorial em Terras Indígenas**: Definição de conceitos e proposta de diretrizes. Rio Branco: SEMA/SEPI-GTZ, 2006.

MARGARIT, E. As armadilhas do discurso que envolve o processo de implantação de usinas hidrelétricas na Amazônia. **Geográfica**, v. 17, n.1, p. 150-163, 2013.

MIRANDA, E. E. (Coord.). **Brasil em relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Base cartográfica digital atualizada da Amazônia Legal, Escala de 1:100.000.** Brasília/DF, 2010.

MUELLER, C. C. Dinâmica, condicionantes e impactos socioambientais da evolução da fronteira agrícola no Brasil. **Revista de Administração Pública**, v. 26, n. 3, p. 64-87, 1992.

NOVAES FILHO, J. P.; COUTO, E. G.; OLIVEIRA, V. D.; JOHNSON, M. S.; LEHMANN, J.; RIHA, S. S. Variabilidade espacial de atributos físicos de solo usada na identificação de classes pedológicas de microbacias na Amazônia meridional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa/MG, v. 31, n. 1, p. 91-100, 2007.

OLIVEIRA, B. C. Cultura e natureza: um exemplo entre os Xavante da TI Sangradouro/Volta Grande-MT. **Espaço e Cultura**, n. 23, p. 19-32, 2008.

PIERANGELI, M. A. P.; EGUCHI, E. S.; RUPPIN, R. F.; COSTA, R. B. F.; VIEIRA, D. F. Teores de As, Pb, Cd e Hg e fertilidade de solos da região do Vale do Alto Guaporé, sudoeste do estado de Mato Grosso. **Revista Acta Amazônica**, v. 39, n. 1, p. 61-70, 2009.

RAIJ, B. V.; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C.; QUAGGIO, J. A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELINAZZI JÚNIOR, R.; DECHEN, A. R.; TRANI, P.E. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, Campinas: Instituto Agrônomo, 1985. 107p. (Boletim Técnico, 100)

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, MG: Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 1999, 180p.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova economia**, v. 19, n. 1, p. 41-66, 2009.

ROMERO, E. C. O.; LEITE, V. L. M. Terras indígenas: usufruto exclusivo e proteção do meio ambiente. **Tellus**, v. 10, n. 18, p. 139-160, 2010.

SALOMÃO, F. X. T. Controle de prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.) **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

SANTI, A. L.; AMADO, T. J. C.; CHERUBIN, M. R.; MARTIN, T. N.; PIRES, J. L.; DELLA FLORA, L. P.; BASSO, J. Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitante à produtividade de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, p. 1346-1357, 2012.

SANTOS, A. C.; SALCEDO, I. H.; CANDEIAS, A. L. B. Relação entre o relevo e as classes texturais do solo na microbacia hidrográfica de Vaca Brava, PB. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 54, p. 86-94, 2002.

SANTOS, A. C.; SALCEDO, I. H.; GALVÃO, S. R. S. Relações entre uso do solo, relevo e fertilidade do solo em escala de microbacia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.5, p.458-464, 2008a.

SANTOS, F. A. S.; MARIANO, R. S. R.; PIERANGELI, M. A. P.; SOUZA, C. A.; BAMPI, A. C. Atributos químicos e físicos de solos das margens do Rio Paraguai. **Ambiente & Água**, Taubaté/SP, v. 8, n. 1, p. 239-249, 2013.

SANTOS, F. C.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; FOLONI, J. M.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; KER, J. C. Produtividade e aspectos nutricionais de plantas de soja cultivadas em solos de cerrado com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa/MG, v. 32, n. 5, p. 2015-2025, 2008b.

SILVA JUNIOR, C. A.; BOECHAT, C. L.; CARVALHO, L. A. Atributos químicos do solo sob conversão de floresta amazônica para diferentes sistemas na região norte do Pará, Brasil. **Biosci. Journal**, v. 28, n. 4, p. 566-572, 2012.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; VOLI, E.; MCDONALD, A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P. MCGRATH, D. SOARES-FILHO, Britaldo Silveira et al. Cenários de desmatamento para a Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, p. 137-152, 2005.

SOUSA, F.A.; LIMA, C.V. Capacidade de uso das terras como suporte ao planejamento ambiental na bacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio-Iporá-Go. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 27, n. 3, p. 91-101, 2007.

TOMIOKA NILSSON, M. S. Organização indígena Yanomami: das ameaças ao seu território à representação política numa sociedade sem Estado. **Agrária**, São Paulo/SP, n. 9, p. 25-43, 2008.

TRONCOSO, L. P. S. **Um estudo arqueometalúrgico dos artefatos resgatados do Arraial de São Francisco Xavier da Chapada**. 2013. 311p. (Mestrado em

Arqueologia) - Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, Brasil.

VERDUM, R. **As obras de infraestrutura do PAC e os povos indígenas na Amazônia brasileira**. Brasília: INESC, 2012. 27p.

WOHLENBERG, E. V.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BLUME, E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa/MG, v. 28, n. 5, p. 891-900, 2004.

ABSTRACT: This study aims to evaluate the land use capacity of the Sararé river basin, located in southwestern Mato Grosso, through the classification system of Land Use Capability. The basin has a great variety of soils and, with most areas with a gradient of 0 to 5%. It showed a predominance of soils with medium texture in low and medium course and sandy in the upper course of the basin and variable fertility. It was found that most of the land, 41%, are included in classes III to VI, 29% in class II and 17% in class VIII. The remaining 12% is part of the Indigenous Land Sararé, which has not been evaluated. The results showed the need for proper planning to the characteristics presented in order to enable social and environmental sustainability of the basin and to ensure the necessary protection to the indigenous land.

KEYWORDS: Planning; Soils; Social and Environmental Sustainability.

CAPÍTULO X

AVALIAÇÃO DA UMIDADE VOLUMÉTRICA DO SOLO EM VASO COM DOIS GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS SUBMETIDOS À DEFICIÊNCIA HÍDRICA

**Gentil Cavalheiro Adorian
Klaus Reichardt
Durval Dourado Neto
Evandro Reina
Cid Tacaoca Muraishi
Rogério Cavalcante Gonçalves
Evelynne Urzêdo Leão**

AVALIAÇÃO DA UMIDADE VOLUMÉTRICA DO SOLO EM VASO COM DOIS GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS SUBMETIDOS À DEFICIÊNCIA HÍDRICA

Gentil Cavalheiro Adorian

Faculdade Católica do Tocantins, Campus de Agrárias
Palmas-TO

Klaus Reichardt

Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Piracicaba-SP

Durval Dourado Neto

Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Piracicaba-SP

Evandro Reina

Faculdade Católica do Tocantins, Campus de Agrárias
Palmas-TO

Cid Tacaoca Muraishi

Faculdade Católica do Tocantins, Campus de Agrárias
Palmas-TO

Rogério Cavalcante Gonçalves

Faculdade Católica do Tocantins, Campus de Agrárias
Palmas-TO

Evelynne Urzêdo Leão

Faculdade Guaraí- IESC
Guaraí-TO

RESUMO: Objetivando avaliar a umidade volumétrica do solo em vaso com dois genótipos de arroz de terras altas submetidos à deficiência hídrica realizou-se um ensaio utilizando delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 2x2, com dois tratamentos e dois genótipos. Os tratamentos foram: CD - tratamento com deficiência hídrica após três dias de suspensão da irrigação; e SD - tratamento sem deficiência, o qual foi mantido a irrigação durante os três dias em que a irrigação foi suspensa no tratamento CD. Os genótipos utilizados foram o arroz Batatais e arroz BRS-Primavera. A avaliação da umidade volumétrica do solo foi realizada através da pesagem dos vasos dos tratamentos SD e CD. Depois de quantificados os volumes de água no vaso, fez-se a relação com o volume de solo, tendo assim, o volume de água por unidade de volume de solo. O tratamento SD apresentou maior umidade volumétrica no solo que o tratamento CD, para ambos os genótipos avaliados. Entre genótipos, no tratamento CD, 'BRS-Primavera' apresentou maior valor que 'Batatais', diferindo significativamente. Diferenças entre genótipos não foram observadas no tratamento SD.

PALAVRAS-CHAVE: *Oryza sativa*, água no solo, estresse hídrico.

1- INTRODUÇÃO

A produção agrícola é condicionada por múltiplos fatores. Além do potencial genético das plantas, aqueles relacionados ao solo e ao clima são de decisiva influência nas variações apresentadas pela produtividade de considerável importância no resultado das culturas.

A otimização do manejo fitotécnico das culturas agrícolas passa, entre outras coisas, por uma melhor adequação dos fatores do solo. Assim, em boas condições do clima, esta adequação possibilita suprir melhor as necessidades das plantas para uma produtividade desejável.

A umidade no solo, ou seja, a quantidade de água armazenada no solo disponível para as raízes das plantas, constitui-se num dos fatores principais para o estudo da resposta da vegetação em condições de estresse-hídrico, bem como é importante para estudos de infiltração, de drenagem, de condutividade hidráulica e de irrigação, entre outros.

A presença de água e nutrientes no solo na época e em quantidades apropriadas é essencial para o desenvolvimento e a produção da cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) assim como todas as culturas. Sua falta ou excesso é fator limitante à produção, determinando, em muitos casos, a viabilidade ou não de seu cultivo caso utilizem genótipos não adaptados.

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a umidade volumétrica do solo em vaso com dois genótipos de arroz de terras altas submetidos à deficiência hídrica.

2- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano de 2013, em casa de vegetação coberta com plástico transparente anti-UV, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Esalq/USP, localizada no município de Piracicaba - SP, à 22° 43' de latitude sul e 47° 38' de longitude oeste, e altitude aproximada de 547 metros.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2, sendo dois genótipos de arroz de terras altas e dois tratamentos, com cinco repetições, totalizando 20 vasos. Os tratamentos foram: CD - tratamento com deficiência hídrica após três dias de suspensão da irrigação; e SD - tratamento sem deficiência, o qual foi mantido a irrigação durante os três dias em que a irrigação foi suspensa no tratamento CD. Os genótipos utilizados foram o arroz Batatais (tradicional) e arroz BRS-Primavera (moderno).

Nos vasos, com volume de 6.221 cm³ e área superficial de 615,7 cm², foram utilizados como substrato 9 kg de solo seco, com textura arenosa, com 87 % de areia, 10,6 % de argila e 2,4 % de silte, 6 g.dm⁻³ de matéria orgânica. A irrigação

era realizada com o uso de uma proveta graduada para repor, em volume, a quantidade de água perdida por evapotranspiração, que foi constatada através da diferença do peso na capacidade de vaso e o peso do vaso no dia.

A avaliação da umidade volumétrica do solo foi realizada através da pesagem dos vasos dos tratamentos SD e CD, descontando o peso do solo seco e o peso das plantas, quantificando assim somente o peso da água existente no vaso, considerando $1\text{g} = \text{cm}^3$. Depois de quantificados os volumes de água no vaso, fez-se a relação com o volume de solo, tendo assim, o volume de água por unidade de volume de solo (θ , $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$).

A variável avaliada foi submetida à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

2- RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento sem deficiência hídrica (SD) apresentou maior umidade volumétrica no solo (θ , $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$) que o tratamento com deficiência (CD), para ambos os genótipos avaliados (Figura 1). Entre genótipos, no tratamento CD, 'BRS-Primavera' apresentou maior valor que 'Batatais', diferindo significativamente. Diferenças entre genótipos não foram observadas no tratamento SD.

Os menores valores de θ no tratamento com deficiência hídrica (CD) ocorreu em razão da suspensão da irrigação e do consumo de água pelas plantas de arroz, o que, de fato, reduziu a quantidade de água no solo. A diferença existente entre 'BRS-Primavera' e 'Batatais' é devido ao maior consumo de água promovido por 'Batatais' em relação à 'BRS-Primavera', demonstrando que, este último perdeu menos água, provavelmente por causa do fechamento estomático, em consequência da deficiência hídrica, que diminuiu a evapotranspiração e, conseqüentemente, a absorção de água do solo (BERNIER et al., 2008; CHAVES et al., 2002).

A capacidade do genótipo Batatais em manter maior consumo de água, mesmo em condição de limitação hídrica, pode ser resultado da manutenção do sistema radicular e conservação da superfície de contato da raiz com o solo (GOWDA et al., 2011). Como também, pode ser devido que 'Batatais' permanece por mais tempo com os estômatos abertos, assimilando CO_2 e em consequência perdendo água, enquanto, ao contrário, 'BRS-Primavera' em deficiência hídrica, fecha os estômatos, mantendo as células das folhas hidratadas por mais tempo, porém, limita a captura de CO_2 , o que reduz, portanto, a fotossíntese. O resultado corrobora com o observado por Lorençoni (2013) onde, o genótipo Batatais sob deficiência hídrica (40 kPa) apresentou maior condutância estomática (trocas gasosas) que o genótipo BRS-Primavera, revelando que a deficiência hídrica não afetou a condutância estomática de 'Batatais', que manteve seus estômatos

abertos, transpirando e assimilando CO₂ mesmo com menor disponibilidade hídrica, conseqüentemente, realizando fotossíntese.

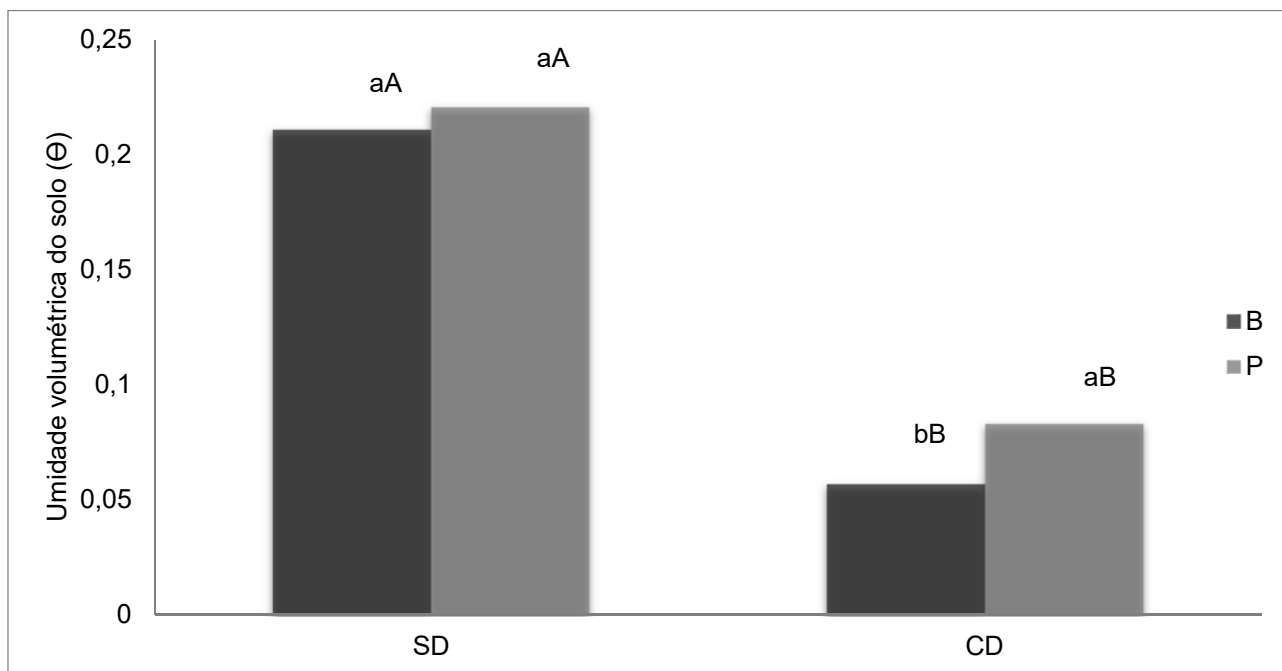


Figura 1 – Valores médios do volume de água no solo (θ , cm³.cm⁻³) dos genótipos de arroz de terras altas, Batatais (B) e BRS-Primavera (P), nos tratamentos sem (SD) e com (CD) deficiência hídrica.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula e minúscula não diferem entre tratamentos e genótipos, respectivamente, ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

3- CONCLUSÕES

Em condição de deficiência hídrica, o genótipo de arroz Batatais absorve mais água do solo que o genótipo BRS-Primavera, demonstrando maior habilidade em absorver água em condição de deficiência hídrica.

4- AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece à ESALQ/USP, CNPq e à Faculdade Católica do Tocantins.

REFERÊNCIAS

BERNIER, J.; SERRAJ, R.; KUMAR, A.; VENUPRASAD, R.; IMPA, S.; GOWDA, R. P. V.; OANE, R.; SPANER, D.; ATLIN, G. The large-effect drought-resistance QTL *qt12.1* increases water uptake in upland rice. **Field Crops Research**, 110:139–146, 2008.

CHAVES, M.M.; PEREIRA, J.S.; MAROCO, J.; RODRIGUES, M.L.; RICARDO, C. P.P.; OSÓRIO, M.L.; CARVALHO, I.; FARIA, T.; PINHEIRO, C. How plants cope with water stress in the field. **Annals of Botany**, v. 89, p. 907-916, 2002.

GOWDA, V.R.P.; HENRY, A.; YAMAUCHI, A.; SHASHIDHAR, H.E.; SERRAJ, R. Root biology and genetic improvement for drought avoidance in rice. **Field Crops Research**, v. 122, p.1–13, 2011.

LORENÇONI, R. **Caracterização fisiológica de diferentes genótipos de arroz de terras altas**. 2013. 131p. Tese (Doutorado Ciências: Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the volumetric moisture of soil in potted with two upland rice genotypes submitted to water deficiency. A randomized complete block design was used in a 2x2 factorial scheme with two treatments and two genotypes. The treatments were: CD - treatment with water deficit after three days of irrigation suspension; and SD - non-deficient treatment, which maintained irrigation during the three days in which irrigation was discontinued on CD treatment. The genotypes used were Batatais and BRS-Primavera rice. The evaluation of soil volumetric moisture was performed by weighing the pots of the SD and CD treatments. After quantifying the volumes of water in the pots, the relationship was made with the soil volume, thus having the volume of water per unit volume of soil. The SD treatment presented higher volumetric moisture in the soil than the CD treatment, for both evaluated genotypes. Among genotypes, in the CD treatment, 'BRS-Primavera' presented higher value than 'Batatais', differing significantly. Differences between genotypes were not observed in SD treatment.

KEYWORDS: *Oryza sativa*, soil water, water stress.

CAPÍTULO XI

AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE DO MILHO UTILIZANDO FONTES ALTERNATIVAS DE ADUBAÇÃO

**Isaías dos Santos Reis
Mariléia Barros Furtado
Clene dos Santos Reis
Maryzélia Furtado Farias
Jomar Livramento Barros Furtado**

AVALIAÇÃO DE PRODUTIVIDADE DO MILHO UTILIZANDO FONTES ALTERNATIVAS DE ADUBAÇÃO

Isaías dos Santos Reis

Mestrando do programa de pós-graduação em Agronomia (ciência do solo),
Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal/SP.

Mariléia Barros Furtado

Docente do Curso de Agronomia; Universidade Federal do Maranhão – UFMA,
Campus de Chapadinha, Maranhão.

Clene dos Santos Reis

Discente do curso de Agronomia da Universidade Federal do Maranhão – UFMA,
Campus de Chapadinha, Maranhão.

Maryzélia Furtado Farias

Docente do Curso de Agronomia; Universidade Federal do Maranhão – UFMA,
Campus de Chapadinha, Maranhão.

Jomar Livramento Barros Furtado

Docente do Curso de Zootecnia; Universidade Federal do Maranhão – UFMA,
Campus de Chapadinha, Maranhão.

RESUMO: O milho é uma das principais culturas de grãos do Brasil, mas os níveis de produtividades em algumas regiões ainda são muito baixos. Para a obtenção de elevadas produtividades a fertilidade do solo é fundamental. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a produtividade do milho utilizando fontes alternativas de adubação de baixo custo e de qualidade, a fim de promover aumento de produtividade e manutenção da sustentabilidade ambiental. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições. Tratamentos consistiram de adubação orgânica com 4,0; 5,5 e 7,0 t ha⁻¹ de cama de frango respectivamente; adubação orgânica com 10; 15 e 20 t ha⁻¹ de esterco bovino respectivamente e adubação química com NPK, com ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. A altura de plantas e diâmetro do colmo, avaliada aos 20, 40 e 60 respondeu positivamente a aplicação dos adubos orgânicos. O índice de cor verde apresentou diferença apenas na primeira leitura. A cama de frango de modo geral mostrou-se mais eficiente para todas as variáveis analisadas. A adubação orgânica, mostrou ser eficiente na produção de grãos, provando ser possível reduzir de forma significativa o uso de adubo mineral.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação orgânica, adubação química, agricultura familiar.

1-INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), é uma planta da família das poáceas (gramínea) bastante consumida na região norte-nordeste do Brasil. É um alimento rico em carboidratos, fibras, proteínas, lipídeos, além de apresentar alto valor nutritivo (ALVES, 2015). É o principal ingrediente da alimentação de suínos aves e ruminantes, dessa forma, contribui para a produção de derivados do leite, carne e ovos.

A produtividade nacional de milho ainda é muito baixa, com cerca de 5.554 kg ha⁻¹ (CONAB, 2017), e em função do baixo índice de tecnologia empregada na condução da cultura os valores podem ser ainda menores, tendo em vista que valores mais elevados de produção por hectare requer maior uso de tecnologia por parte do produtor (GALVÃO e MIRANDA, 2004).

Na agricultura familiar o problema é bem mais grave já que a aquisição de insumos é difícil, devido ao altíssimo preço dos produtos e a falta de capital por parte dos produtores. Uma das soluções para manter o agricultor familiar produzindo e firmando-o no campo é utilizar produtos de fácil aquisição por parte dos mesmos. Na substituição de produtos industriais como forma de suprir as necessidades das plantas com nutrientes o produtor pode utilizar adubos orgânicos sendo eles: esterco, cama de frango, restos de culturas, adubos verdes, etc. (SANTOS et al., 2009).

Usando adubação orgânica na produção de milho no município de Domingos Martins - ES, (SOUSA, 2012) verificou melhorias significativas na estrutura do solo, o teor de matéria orgânica antes do experimento era de 1,70% em 1990 e nove anos depois passou para 2,91%. Este aumento representou melhorias na fertilidade do solo e incremento na produtividade de grãos. O mesmo autor comparou a produtividade do sistema de produção orgânica e convencional e concluiu que a média de produtividade foi 8.066 e 3.000 kg ha⁻¹, respectivamente, esses resultados mostram a viabilidade do sistema alternativo de adubação tanto para o meio ambiente quanto para o produtor. Maia e Cantarutti, (2004) verificaram aumento no teor de nitrogênio na ordem de 44% e 27%, na profundidade de 0 a 10 e 10 a 20 cm, respectivamente em plantios sucessivos com adubação orgânica, e que a adubação mineral não sofreu alteração para os mesmos parâmetros avaliados.

Os sistemas de cultivo agrícola são caracterizados pela contínua retirada da produção sem práticas que reponham os nutrientes retirados pelas plantas, o que causa deterioração das características físicas, químicas e biológicas dos solos em decorrência da redução dos teores de matéria orgânica e dos nutrientes (PEREZ-MARIN et al., 2006).

A adição de materiais orgânicos é fundamental à qualidade do solo, caracterizando-se pela liberação gradativa de nutrientes, que reduz processos

como lixiviação, fixação e volatilização de nutrientes, embora dependam essencialmente da taxa de decomposição, controlada pela temperatura, umidade, textura e mineralogia do solo, além da composição química do material orgânico utilizado (LEITE et al., 2003). Além de fornecer nitrogênio, promove a retenção de cátions e fornecimento de outros nutrientes (SILVA et al., 2004), que em condições de solos intemperizados, torna-se uma grande aliada para a manutenção da fertilidade do solo e disponibilização de nutrientes às plantas.

Na agricultura familiar os níveis de produtividade de muitas culturas apresentam valores abaixo da média nacional (SOARES Jr. et al., 2012) e isso, as vezes está relacionado ao mau uso dos insumos agrícolas ou pela indisponibilidade destes (CRUZ et al., 2006), geralmente aliado à ausência de assistência técnica, o que leva ao uso indiscriminado desses produtos que por sua vez acarretará em problemas de produtividade e da perda das principais características de um solo agrícola produtivo.

Como muitos agricultores familiares dispõem de recursos financeiros para manter um solo produtivo usando produtos agropecuários industrializados. Surge como alternativa para esses problemas utilizar os adubos naturais produzidos na própria propriedade, com destaque para a cama de frango e o esterco de bovino, pois estes contêm alguns dos principais nutrientes que as plantas precisam para seu desenvolvimento, como por exemplo, o nitrogênio, fósforo e potássio (BRIEDIS, et al., 2011).

Usando adubação orgânica de forma continuada, Maia e Cantarutti (2004), verificaram aumento gradativo de produtividade com o passar dos anos, saindo de uma produtividade de 3,5 t ha⁻¹ para 8 t ha⁻¹, usando apenas composto a base de esterco bovino. Esses mesmo autores relataram aumento no N-total e na disponibilidade de N quando da utilização do composto orgânico, o que não foi observado para o tratamento com a adubação química no mesmo período.

Além de proporcionar uma maior rentabilidade para o agricultor familiar, o milho não se apresenta na agricultura apenas como uma cultura anual (GALVÃO e MIRANDA, 2004), mas em todo o relacionamento que essa cultura tem na produção agropecuária brasileira, tanto no que diz respeito a fatores econômicos quanto a fatores sociais. Pela sua versatilidade de uso, pelos desdobramentos de produção animal e pelo aspecto social, o milho é um dos mais importantes produtos do setor agrícola no Brasil (CRUZ et al., 2006).

Com o uso de esterco bovino e cama de frango o produtor não estará apenas nutrindo suas plantas com um produto barato e de qualidade, mas também melhorando o solo para as próximas safras. Em seu trabalho realizado na cidade de Santa Cruz do Oeste, na região oeste do Paraná na safra 2008/2009, Daga e colaboradores, (2009) constataram que a produtividade do milho aumentou com o acréscimo das doses de cama de frango usadas na adubação, no sistema de plantio direto.

A produção de milho usando como fonte de adubação cama de frango e esterco bovino no Brejo Paraibano conduzido por (SANTOS et al., 2009) provou ser uma boa alternativa tendo em vista que o gasto na aquisição de adubos por parte dos produtores foi mínima e a cultura foi suprida com nutrientes advindos da adubação alternativa. Como esses materiais são de fácil aquisição e muitas vezes o produtor dispõe em sua propriedade, torna-se mais viável o preparo do solo do que adquirir um material sintético.

Com o aumento da produção do milho, o mercado vem sendo cada vez mais criterioso em termos de quantidade, qualidade e sustentabilidade ambiental. Em vista disso, hoje se busca uma agricultura que preserve tanto o capital natural quanto o capital social, uma agricultura agroecológica no intuito de conservar o ambiente natural e a biodiversidade.

Dessa forma objetivou-se com a presente pesquisa avaliar a produtividade do milho utilizando fontes alternativas de adubação de baixo custo e de qualidade, a fim de promover aumento de produtividade e manutenção da sustentabilidade ambiental.

2-METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), localizada no município de Chapadinha – MA, a 3° 44' 30" S, 43° 21' 37" W e 105 m de altitude.

O clima é classificado, segundo Köppen, como Aw tropical seco, com temperatura média anual de 26,9°C, 63% de umidade relativa e pluviosidade anual de 1670 mm de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados meteorológicos da temperatura média do ar (°C) e da precipitação pluviométrica mensal (mm) no período de condução do experimento estão expressos na Figura 1.

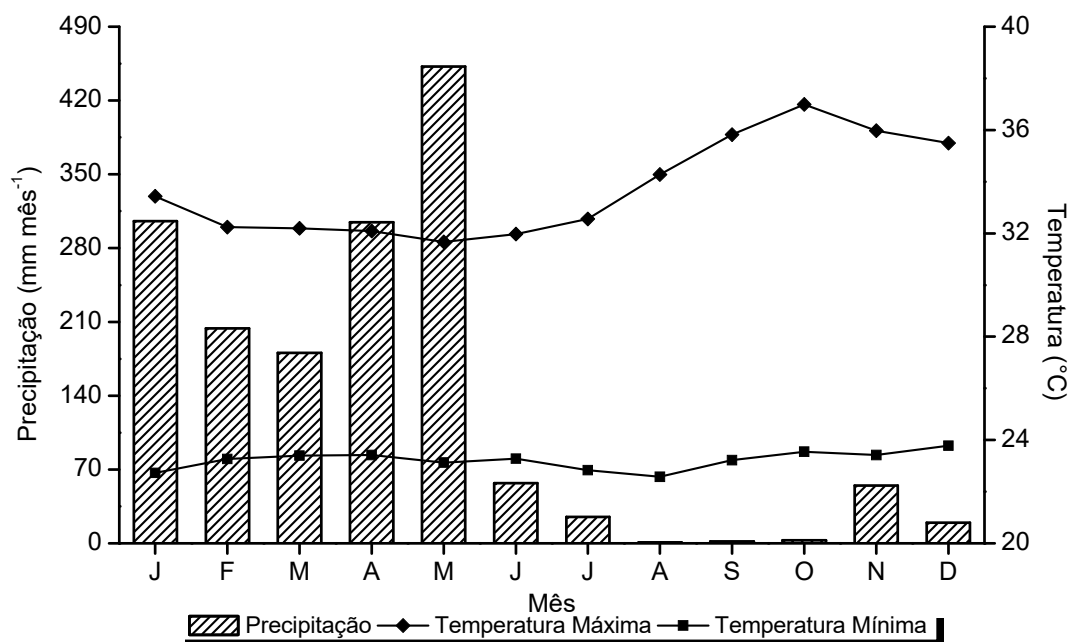


Figura 1. Distribuição da precipitação pluviométrica e temperatura do ar média em Chapadinha - MA, no período de Janeiro a Dezembro de 2014. Fonte: INMET.

Segundo a Embrapa (2013), o solo é classificado como Latossolo Amarelo distrófico (LAd), textura franco-arenosa (Tabela 1), o qual foi retirada amostras na camada arável (0-20 cm) para análise química (Tabela 2).

Profundidade cm	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Textura do Solo
0-20	4	50	42	14	Franco Arenosa

Tabela 1: Caracterização física do solo quanto à textura. Chapadinha (MA), 2014.

Prof.	M.O	pH	P	H+Al	K	Ca	Mg	Na	SB	Al ⁺³	H	CTC	V%
cm	g/dm ³	CaCl	mg/dm ³	mmol _c /dm ³									%
0-20	15	4,5	8	29,9	1,3	14	7	2,0	24,3	5	24	54,3	44,8

Tabela 2. Caracterização química do solo. Chapadinha (MA), 2014.

O Delineamento experimental foi em blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 parcelas. Tratamentos consistiram de adubação orgânica com 4,0; 5,5 e 7,0 t ha⁻¹ de cama de frango respectivamente; adubação orgânica com 10; 15 e 20 t ha⁻¹ de esterco bovino respectivamente e adubação química com NPK, com 273 kg ha⁻¹ de ureia, sendo 45 kg ha⁻¹ no plantio e 228 kg ha⁻¹ dividido em duas aplicações, uma quando a planta estava com seis folhas totalmente desenvolvidas e a outra com dez folhas totalmente desenvolvidas, 556 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, este foi aplicado todo no plantio e 121 kg ha⁻¹ de

cloreto de potássio, este foi parcelado em duas aplicações, metade no plantio e a outra parte juntamente com a primeira adubação de cobertura com o nitrogênio (RIBEIRO, et al., 1999).

As parcelas possuíam área de 30m² (6 metros de comprimento e 5 metros de largura) e espaçamento de 1m entre linhas e 0,20m entres plantas, com uma população de 50.000 plantas.ha⁻¹, constituindo cinco linhas de plantio por parcelas. A área útil foi formada pelas três linhas centrais, desprezando-se as bordaduras e três plantas em cada extremidade das parcelas, perfazendo uma área útil de 14,4m².

Foi utilizado o híbrido duplo da EMBRAPA, BRS 2022, que possui as seguintes características. Este híbrido apresenta resistência a algumas doenças como a pinta branca e ferrugem branca, e boa tolerância ao acamamento e ao quebramento.

Durante todo o experimento o controle de plantas daninhas foi realizado através de capina manual com o auxílio de enxada aos 30 dias após a semadura. O controle de pragas e doenças foi realizado de acordo com a recomendação para a cultura, durante todo o ciclo. Na fase reprodutiva, estilos-estigmas de algumas plantas foram destruídos pela lagarta da espiga (*Helicoverpa zea*) que foi controlada com o inseticida Decis 25 CE (25 g/l).

Altura de plantas: as medições foram feitas aos 20, 40 e 60 dias após a emergência (DAE), em três plantas por parcela, em que considerou-se a altura da planta a distância do nível do solo em relação a última folha totalmente desenvolvida. A medição foi feita com o auxílio de uma trena centimetrada.

Diâmetro do caule: foram medidas o diâmetro do colmo de 10 plantas por parcela, aos 20, 40 e 60 DAE, como auxílio de um paquímetro.

Índice de clorofila (IC): As leituras foram feitas em 10 plantas por parcela no terço médio da planta e das folhas com o auxílio do Medidor Portátil de Clorofila Falker ClorofiLOG, modelo CFL 1030, aos 20, 40 e 60 DAE.

Altura de inserção da espiga: Foram avaliadas 10 plantas por parcela com o auxílio de uma trena centimetrada, no momento da colheita que ocorreu na maturação fisiológica aos 95 DAE. As plantas que tinha mais de uma espiga, mediu-se a partir do nível do solo até a primeira espiga.

Para as avaliações de pós-colheita retirou-se 10 espigas da área útil e prosseguiu-se com as análises de: comprimento de espiga, diâmetro de espiga, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileiras.

Produtividade de grãos: foram coletadas todas as espigas contidas na área útil de cada parcela experimental e posteriormente foram debulhadas. Em seguida, os grãos foram pesados para obtenção do peso de grãos sem ajuste a 13%. Para o ajuste, foram retiradas alíquotas de cada parcela, as quais foram pesadas (Pu) e em seguida, levadas à estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65 a 70 °C até massa constante. Posteriormente, foram pesadas novamente para

determinação do peso seco (Ps). Esse procedimento foi utilizado para determinar-se o teor de água nos grãos (1). Após a obtenção do teor de água, foi calculado o peso corrigido a 13% para todos os tratamentos (2). Todos os procedimentos descritos foram baseados em função das seguintes expressões matemáticas:

$$\% \text{ água} = (Pu - Ps) \times 100 \div Pu \dots \dots \dots (1)$$

Em que:

% água= percentual de água contida nos grãos após a colheita

Pu= peso úmido da alíquota

Ps= peso seco da alíquota

$$\text{Peso a 13\%} = \text{peso (kg)} \times (100 - \% \text{ água}) \div 87 \dots \dots \dots (2)$$

Em que:

Peso a 13% = peso corrigido dos grãos para 13% de umidade

Peso= peso dos grãos contidos na área útil de cada parcela, sem ajuste do teor de umidade para 13%.

Após o peso submetido à correção para 13% de umidade, estes valores foram extrapolados para kg ha⁻¹.

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software Agroestat® (BARBOSA e MALDONADO JR., 2010). Os dados avaliados para os diferentes tratamentos foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos nas avaliações feitas aos 20 DAE, verificou-se que a adubação orgânica com cama de frango promoveu melhores resultados para os parâmetros, altura de planta e diâmetro de caule, as menores doses de cama de frango (4 t ha⁻¹ e 5,5 t ha⁻¹) não diferiram estatisticamente da adubação mineral (Tabela 3), mostrando que a adubação orgânica com cama de frango, pode substituir a adubação mineral na cultura do milho na fase inicial da cultura. Melhores resultados foram obtidos com a dose máxima, mas houve uma tendência de aumento no crescimento da planta em função do aumento das doses de cama de frango. Resultados similares foram observados por Sbardelotto e Cassol (2009) e Daga et al. (2009).

Nos tratamentos com adubação orgânica usando a cama de frango, não se observou deficiência de nitrogênio (Tabela 3), onde o crescimento das plantas usando cama de frango foi equivalente à adubação mineral, onde o nutriente é

fornecido diretamente às plantas, uma vez que este não precisa passar por nenhum processo que use microrganismos como elo entre a planta e o elemento nutriente que é absorvido.

Para o índice de clorofila, os resultados mostram que a adubação orgânica com cama de frango apresentou maiores teores de clorofila (Tabela 3), diferindo estatisticamente dos tratamentos esterco bovino, não diferiu da adubação mineral. Esses resultados ocorreram devido à maior disponibilização de nutrientes para as plantas pela cama de frango, como já mencionado anteriormente.

Os menores valores para o índice de clorofila foram observados nos tratamentos com esterco bovino, no entanto estes não diferiram estatisticamente do tratamento com adubação mineral (Tabela 3).

Tratamentos	AP(cm)**	DC(cm)**	IC**
4,0 t ha ⁻¹ de cama de frango	29,75 ab	1,75 a	51,07 ab
5,5 t ha ⁻¹ de cama de frango	29,22 ab	1,92 a	51,65 a
7,0 t ha ⁻¹ de cama de frango	34,55 a	1,92 a	55,50 a
10,0 t ha ⁻¹ de esterco bovino	18,37 c	0,92 b	33,70 c
15,0 t ha ⁻¹ de esterco bovino	19,82 bc	1,07 b	38,22 c
20,0 t ha ⁻¹ de esterco bovino	17,07 c	1,07 b	36,77 c
Adubação NPK	24,07 bc	1,42 ab	42,20 bc
CV %	17,75%	17,91%	8,77%

**Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo método de Tukey a 1% de probabilidade.

Tabela 2: Análise de variância e teste de Tukey para Altura de Plantas (AP), Diâmetro do Caule (DC) Índice de Clorofila (IC) aos 20 DAE.

A adubação orgânica com cama de frango e esterco bovino, proporcionaram resultados significativos para os parâmetros analisados aos 40 DAE (Tabela 4). No entanto, os melhores resultados foram observados com a cama de frango, mostrando que esse material em doses elevadas pode substituir totalmente a adubação química. Apesar de todas as vantagens que a adubação orgânica pode trazer ao solo, seja melhorando a atividade microbiana, a retenção de água e diminuindo a taxa de lixiviação dos nutrientes, usada em excesso, pode causar problemas ambientais (BISSANI, 2004).

A cama de frango proporcionou maior crescimento às plantas de milho, mas os resultados não diferiram estatisticamente da adubação química para esse parâmetro. O crescimento das plantas usando a adubação com esterco bovino apresentou resultados significativos apenas para a maior dose de cama de frango, sendo estatisticamente iguais ao tratamento com adubação mineral. Esses resultados mostram a viabilidade da adubação orgânica no fornecimento de nutrientes para as plantas.

Para a variável diâmetro de colmo, a adubação com esterco bovino, apresentou os menores resultados, sendo que a maior dose desse insumo 20 t-ha

¹, apresentou resultado equivalente à adubação mineral e à adubação com cama de frango. Resultados semelhantes foram observados por Daga et al. (2009), evidenciando que em doses crescentes, o esterco pode proporcionar resultados semelhantes à adubação mineral e à cama de frango (Tabela 4). O índice de clorofila não apresentou resultados significativos para os tratamentos analisados (Tabela 4). No entanto, observou-se que a maior dose de cama de frango promoveu resultados superiores ao demais, isso pode ter ocorrido devido a uma maior disponibilidade de nutrientes nesse insumo.

Tratamentos	AP(cm)**	DC(cm)**	IC ^{ns}
4,0 t ha ⁻¹ de cama de frango	129,52 abc	1,95 abc	51,07 a
5,5 t ha ⁻¹ de cama de frango	130,22 ab	2,05 ab	50,22 a
7,0 t ha ⁻¹ de cama de frango	147,95 a	2,27 a	57,10 a
10,0 t ha ⁻¹ de esterco bovino	74,25 bc	1,50 c	50,57 a
15,0 t ha ⁻¹ de esterco bovino	75,95 bc	1,50 c	46,55 a
20,0 t ha ⁻¹ de esterco bovino	67,82 c	1,57 bc	46,67 a
Adubação NPK	96,92 abc	1,85 abc	50,85 a
CV %	25,73%	11,41%	12,44%

**Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo método de Tukey a 1% de probabilidade.

Tabela 3: Análise de variância e teste de Tukey para Altura de Plantas (AP), Diâmetro do Caule (DC) Índice de Clorofila (IC) aos 40 DAE.

A adubação orgânica com cama de frango e esterco bovino proporcionou diferenças significativas para os parâmetros altura de planta e diâmetro de colmo na cultura do milho, na avaliação feita aos 60 DAE (Tabela 5). Entretanto, para o índice de clorofila os resultados foram estatisticamente semelhantes em todos tratamentos. No entanto, observou-se aumento no índice de clorofila em função da maior dose de cama de frango (7 t ha⁻¹). Menores teores de clorofila foram encontrados nos tratamentos com adubação orgânica usando esterco bovino.

A altura de planta respondeu de forma positiva à elevação das doses da adubação orgânica com cama de cama de frango, resultado semelhante sobre crescimento da planta de milho com o aumento das doses de cama de frango foi registrado por Sbardelotto e Cassol, (2009). Resultados divergentes foram encontrados por Sousa et al., (2012), estudando o desenvolvimento do milho com diferentes teores de esterco bovino.

O diâmetro do colmo, respondeu de forma positiva às diferentes formas de adubação, mesmo na menor dose usando cama de frango e esterco bovino (5 t ha⁻¹ e 10 t ha⁻¹) respectivamente. Os resultados não mostraram diferenças significativas em relação à adubação mineral para esse parâmetro, evidenciando que a adubação orgânica superiu as plantas de forma semelhante à adubação mineral.

Não houve diferença para o índice de clorofila aos 60 DAE, o que evidencia respostas similares entre as diferentes fontes de adubação (Tabela 5). Entretanto, adubação com maior dose de cama de frango (7 t ha⁻¹) apresentou média superior aos demais tratamentos e, mesmo com a menor dose desse insumo, o resultado foi superior à adubação mineral.

Usando esterco bovino, o índice de clorofila apresentou melhor resultado com a dose de 10 t ha⁻¹, provavelmente por ter ocorrido uma imobilização dos nutrientes nos demais tratamentos, uma vez que este foi aplicado em maiores quantidades, o que diminuiu a taxa de mineralização dos nutrientes contido no insumo.

Tratamentos	AP(cm)**	DC(cm)**	IC ^{ns}
4,0 t ha ⁻¹ de cama de frango	176,52 abc	2,30 bc	62,17 a
5,5 t ha ⁻¹ de cama de frango	181,30 ab	2,47 ab	55,42 a
7,0 t ha ⁻¹ de cama de frango	191,80 a	2,90 a	63,00 a
10,0 t ha ⁻¹ de esterco bovino	152,25 bc	1,68 d	55,72 a
15,0 t ha ⁻¹ de esterco bovino	150,97 bc	1,65 d	53,02 a
20,0 t ha ⁻¹ de esterco bovino	141,30 c	1,77 cd	54,72 a
Adubação NPK	166,00 abc	2,00 bcd	59,27 a
CV %	9,55%	11,41%	10,89%

**Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo método de Tukey a 1% de probabilidade.

Tabela 4: Análise de variância e teste de Tukey para Altura de Plantas (AP), Diâmetro do Caule (DC) Índice de Clorofila (IC) aos 60 DAE.

A Tabela 6 apresenta os valores médios dos componentes de produção na maturação fisiológica, onde pode-se observar que a adubação orgânica foi capaz de promover resultados significativos para os principais parâmetros analisados.

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se, de forma geral, que os tratamentos com adubação orgânica usando cama de frango apresentaram as maiores médias, com tendência de aumento de algumas variáveis com maiores doses de adubos orgânicos, seja com cama de frango ou com esterco bovino. Resultados semelhantes foram encontrados por Daga et al. (2009) e Santos et al. (2009).

Observou-se aumento na altura de inserção da espiga em todos os tratamentos com a adição de cama de frango; já a menor dose de esterco bovino (10 t ha⁻¹) (Tabela 6) apresentou resultado semelhante à adubação mineral. Esses resultados baixos para a altura de inserção da espiga usando esterco bovino podem ser atribuídos à lenta decomposição desse resíduo, e conseqüentemente, a uma menor liberação de nutrientes (SANTOS, et al. 2009).

A altura de inserção da espiga de milho é um importante parâmetro a ser considerado na cultura do milho (REPKE, et al. 2012), uma vez que, a relação

altura de planta/inserção da espiga pode provocar instabilidade no centro de gravidade da planta, o que pode favorecer o acamamento das mesmas (SIQUEIRA, et al. 2009). Com o desenvolvimento da espiga, o colmo pode curvar-se levando à interrupção da vascularização dos tecidos, causando a morte da planta, quando a espiga encontra-se muito próxima do solo, a colheita mecanizada pode ser influenciada de forma negativa (POSSAMAI, et al. 2001).

As maiores doses da adubação orgânica com esterco bovino não promoveram os melhores resultados para os componentes, altura de inserção da espiga, comprimento de espiga, diâmetro da espiga e número de grãos por fileira. Isso ocorreu possivelmente devido ao baixo teor de nitrogênio na sua composição, o que provavelmente ocasionou uma imobilização desse nutriente pelos microrganismos do solo no momento da decomposição.

Os resultados para diâmetro da espiga, número grãos por espiga e massa de 1.000 grãos (Tabela 6), não apresentaram diferenças significativas, mostrando que esses dados independem da forma de adubação. Esses resultados divergem de Daga et al. (2009), os quais encontraram diferenças entre os componentes comprimento de espiga, usando adubação orgânica com cama de frango e adubação mineral; no entanto, os resultados para peso de 1.000 grãos foram semelhantes aos encontrados no presente trabalho.

A adubação orgânica com cama de frango e esterco bovino apresentaram resultados significativos na produtividade do milho (Tabela 6), com rendimento superior à média Estadual, cuja produtividade de grão na safra 2016/2017 foi de 3.970 kg ha⁻¹ (CONAB, 2017).

Observa-se que em todos os tratamentos com cama de frango, a produtividade foi superior à média de produtividade nacional registrada na safra 2016/2017 que foi de 5.554 kg ha⁻¹, (CONAB, 2017). O tratamento com a menor dose de cama de frango (4 t ha⁻¹) apresentou resultados superiores à adubação mineral. Esses resultados corroboram com Moreira et al. (2002) e Sbardelotto e Cassol (2009).

Tratamento	AIE**	CE**	DE ^{ns}	NG/F ^{ns}	NF**	MMG ^{ns} g	PG** kg ha ⁻¹
CF 4 t ha ⁻¹	81,17 ab	15,14 ab	4,60 a	31,00 a	14,75 a	298,60 a	6.087,00 a
CF 5,5t ha ⁻¹	89,62 a	13,99 ab	4,68 a	34,91 a	14,41 a	305,29 a	6.121,50 a
CF 7 t ha ⁻¹	85,72 a	17,09 a	4,95 a	39,25 a	14,55 a	327,67 a	6.677,00 a
EB 10 t ha ⁻¹	67,20 bc	13,95 ab	4,53 a	30,45 a	13,60 b	296,00 a	3.858,25 b
EB 25 t ha ⁻¹	64,35 bc	13,76 ab	4,47 a	30,93 a	13,40 b	300,07 a	4.201,50 b
EB 20 t ha ⁻¹	57,65 c	12,36 b	4,38 a	28,07 a	13,77 b	283,95 a	4.767,50 b
Ad. mineral	76,12abc	15,93 ab	5,34 a	32,50 a	14,37 a	275,40 a	4.685,50 b
CV%	11,20	13,74	15,17	15,66	3,23	9,08	19,92

CF- Cama de frango; EB- Esterco bovino; Adubação Mineral; **Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo método de Tukey a 1% de probabilidade.

Tabela 5: Análise de variância e teste de Tukey para os componentes de produção Altura de Inserção de Espiga (AIE), Comprimento de Espiga (CE), Número de Fileiras (NF), Número de Grãos por Fileira (NG/F), Diâmetro de Espiga (DE), Massa de 1.000 Grãos (MMG) e Produtividade de grãos (PG).

4- CONCLUSÕES

A adubação orgânica com esterco bovino e cama de frango, se bem manejada, pode contribuir de forma positiva para a agricultura familiar, obtendo-se produções equivalentes ou até mesmo superiores ao sistema convencional.

O uso da adubação orgânica (7 t ha⁻¹), mesmo em solo da baixa fertilidade, mostrou ser eficiente para a produção de grãos no cerrado maranhense, com produtividade de 6.677 kg ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

ALVES, B. M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; BURIN, C.; TOEBE, M.; SILVA, L. P. Genetic divergence of transgenic maize in relation to grain productivity and nutritional quality. *Ciência Rural*, Santa Maria/RS, v. 45, n. 5. p. 8, 2015.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR. W. **AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Versão 1.0.** Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, 2010.

BISSANI, C. A.; CAMARGO, F. A. O.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação.** Porto Alegre: Gênese, 2004.

BRIEDIS, C.; MORAES SÁ, J. C.; FERREIRA, A. O.; RAMOS, F. S. Efeito primário e residual de resíduos orgânicos de abatedouro de aves e suínos na produtividade do trigo. *Revista Verde*, Mossoró. v.6, n.2, p.221 - 226 abr./jun. 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v.4 - Safra 2016/17, n.12 - Décimo Segundo Levantamento**, Brasília, set., 2017. 158p.

CRUZ, J. C. Produção de milho orgânico para a agricultura familiar. **Circular Técnico**. Sete Lagoas – MG. n. 81, 17p. 2006

DAGA, J.; RICHART, A.; NOZAKI, M. H.; ZANETTI, T. A.; ZANETTI, R. D. Desempenho do milho em função da adubação química e orgânica. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco - PR, n. 4, p. 3., 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 353, 2013.

FRANCELLI, Antônio Luiz; DOURADO NETO, Durval. **Produção de Milho**. Piracicaba – SP: ESALQ/USP, p. 360, 2004.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Org.). **Tecnologias de Produção do Milho**. Viçosa – MG: UFV, p. 139-182. 2004.

GALVÃO, João Carlos Cardoso.; MIRANDA, Glauco Vieira. **Produção de Milho em Pequenas Propriedades**. Viçosa – MG: CPT, p. 228, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levant. Sistem. Prod. Agríc.** Rio de Janeiro, v. 26, n.8 p.1-84, agosto.2013.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O. A.; GALVÃO, J. C. C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 821-832, 2003.

MAIA, C.; E.; CANTARUTTI, R. B. Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral continuada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 8, n. 1, p. 39-44, 2004.

MARANHÃO. Atlas do Maranhão. **Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico/Laboratório de Geoprocessamento**. Universidade Estadual do Maranhão. São Luis: GEPLAN, p. 44,2002.

MOREIRA, L. B.; LOPES, H. M.; SILVA, E. R. Efeito do tamanho de sementes, adubação orgânica e densidade de semeadura sobre o comportamento agrônomico do milho (*Zea mays* L.). **Agronomia**, Rio de Janeiro, RJ, v. 36, n. 1/2, p. 37-41, 2002.

POSSAMAI, J. M.; SOUZA, C. M.; GALVÃO, J. C. C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. *Bragantia*, v. 60, n. 2, p. 79-82, 2001.

PEREZ-MARIN, A. M.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, E. D.; SAMPAIO E. V. S. B. Efeito da *Gliricídia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistemas agroflorestal no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.555-564, 2006.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; MARTINS, M. B.; SENNA, M. S.; FELIPE, J. S.; DUARTE, A. P.; BICUDO, S. J. Altura de planta, altura de inserção de espiga e número de plantas acamadas de cinco híbridos de milho. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. Águas de Lindóia - 26 a 30 de Agosto de 2012.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ VENEGAS, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

SANTOS, J. F. GRANGEIRO, J. I. T.; OLIVEIRA, M. E. C.; BEZERRA, S. A.; SANTOS, M. C. C. A. Adubação orgânica na cultura do milho no Brejo Paraibano. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal - PB, n. 2, v. 6, p.209-216, maio/agosto 2009.

SBARDELOTTO, G. A.; CASSOL, L. C. Desempenho da cultura do milho submetida a níveis crescentes de cama de aviário. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, PR, v. 4, 2009.

SIQUEIRA, B. C.; FERNANDES, L. G.; CAMPOS, K. A.; ESTANISLAU, A. C.; PEDINI, S.; MORAIS, A. R. Ação dos fertilizantes Bacsol e Orgasol na altura de inserção da espiga e coloração dos grãos na cultura do milho orgânico. In: **Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG**. II Jornada Científica. 2, 19 a 23 de outubro de 2009.

SILVA, J.; LIMA E SILVA, P. S.; OLIVEIRA, M.; BARBOSA E SILVA, K. M. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 326-331, 2004.

SOARES JUNIOR, D.; GARANHANI, F.; ZUCARELI, C.; LLANILLO, R. F.; CARNEIRO, S. L.; CARVALHO, A.; DILL, L. P.; MARCOLINI, C. Aspectos Técnicos e Econômicos do

Cultivo do Milho na Agricultura Familiar do Norte Paranaense. **XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo**. Águas de Lindóia – SP, p. 3367-3337, 2012.

SOUSA, G. G.; MARINHO, A. B.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizantes bovino irrigado com águas salinas. **Revista ciência Agrônômica**, Fortaleza, CE, v. 43, n. 2, p. 237-245, abr-jun, 2012.

ABSTRACT: Corn is one of the main grain crops in Brazil, but the levels of productivity in existing emissions are still very low. In order to obtain high yields the soil fertility is fundamental. The objective of this work was to evaluate maize productivity using alternative sources of low cost and quality fertilizer in order to promote increased productivity and maintenance of environmental sustainability. The experimental design was a randomized complete block design with seven treatments and four replications. Treatments consisted of organic fertilization with 4.0; 5.5 and 7.0 t ha⁻¹ of chicken bed respectively; organic fertilization with 10; 15 and 20 t ha⁻¹ of bovine manure respectively and chemical fertilization with NPK, with urea, simple superphosphate and potassium chloride. Plant height and stem diameter, evaluated at 20, 40 and 60, responded positively to the application of organic fertilizers. The green color index showed difference only in the first reading. The chicken bed was generally more efficient for all analyzed variables. The organic fertilization was shown to be efficient in the production of grains, proving that it is possible to significantly reduce the use of mineral fertilizer.

KEY WORDS: Organic fertilization, chemical fertilization, family farming.

CAPÍTULO XII

AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE CHERNOSSOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COLÔNIA – BA

**Monna Lysa Teixeira Santana
Marina Oliveira Paraíso Martins
Ana Maria Souza dos Santos Moreau**

AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DE CHERNOSSOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COLÔNIA – BA

Monna Lysa Teixeira Santana

Universidade Federal de Lavras

Lavras – MG

Marina Oliveira Paraíso Martins

Universidade Estadual de Santa Cruz

Ilhéus - BA

Ana Maria Souza dos Santos Moreau

Universidade Estadual de Santa Cruz

Ilhéus – BA

RESUMO: A Bacia Hidrográfica do Rio Colônia (BHRC) possui domínio de solos da classe Chernossolos, que naturalmente detêm boas características químicas. No presente trabalho, objetivou-se caracterizar os solos em seus atributos químicos. Para isso, foram escolhidos dois ambientes de estudo: mata nativa e áreas com atividade agrícola de pastagens com diferentes anos de uso. Foram analisadas 33 amostras de 11 perfis em quatro topossequências (mata nativa e pastagem de 28, 37 e 60 anos de uso). Os atributos químicos avaliados foram: pH, Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{H}+\text{Al}$, P, soma de bases (SB), CTC total (T), saturação por bases (V) e atividade da argila. Houve predominância da manutenção das características naturais dos solos na mata nativa em todas topossequências analisadas. Nos solos com uso de pastagem com 60 anos, a qualidade dos atributos químicos não permaneceu, principalmente pela perda de bases em profundidade.

PALAVRAS-CHAVE: Solos tropicais, uso do solo, mata nativa, pastagem

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta como principal ocupação dos seus solos a pecuária, com 21% do seu território ocupadas com pastagens naturais e plantadas (MANZATTO et al., 2002). Essas áreas apresentam como características gerais baixa taxa de desfrute do rebanho, produtividade baixa, má utilização de técnicas e tecnologias de produção, ausência de aplicação de corretivos e adubação (DIAS-FILHO, 2014).

O desenvolvimento das lavouras é realizado suprimindo a mata nativa. A prática de queimadas tem sido utilizada no avanço na abertura de novas áreas utilizadas como pastagens, porém o preparo do solo através do fogo ocasiona perda de nutrientes, transporte de partículas, erosão do solo (KLINK & MACHADO, 2005).

A BHRC, situada no sul da Bahia, apresenta predomínio da atividade agrícola pecuária extensiva. Nessa região localiza-se uma grande mancha de Chernossolos, que são constituídos por material mineral com características diferenciais: mesmo após revolvimento na superfície (por exemplo, aração), seu horizonte chernozêmico possui alta saturação por bases ($> 65\%$), argila de alta atividade ($> 27 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) e alta concentração de cálcio e/ou magnésio. A pecuária extensiva deteve posição de destaque no cenário estadual e nacional, apresentando grandes produtividades entre as décadas de 20 e 60, no setor de carne (COSTA et al., 2000). Atualmente as pastagens que abrangem a BHRC são ocupadas por capins de baixa capacidade suporte e extensas áreas com erosão. Essas alterações negativas são em decorrência do manejo inadequado na sua manutenção e conservação, e uso indiscriminado de queimadas (COSTA ET AL., 2000).

Diante o exposto, objetivou-se no presente trabalho caracterizar quimicamente os solos da região da Bacia Hidrográfica do Rio Colônia, sob diferentes sistemas de uso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A BHRC (figura 1) está localizada entre as coordenadas $-14,889116$ a $-15,3667017$ de latitude Sul, $-40,154601$ a $-39,421509$ de longitude W, abrangendo uma área de 2.359 km^2 da porção sul e sudoeste da Bahia, da qual fazem parte os municípios de Itapetinga, Itororó, Firmino Alves, Itajú do Colônia, Itapé e Jussari. A referida bacia constitui uma sub-bacia do rio Cachoeira, que é formado a partir da confluência dos rios Colônia e Salgado.

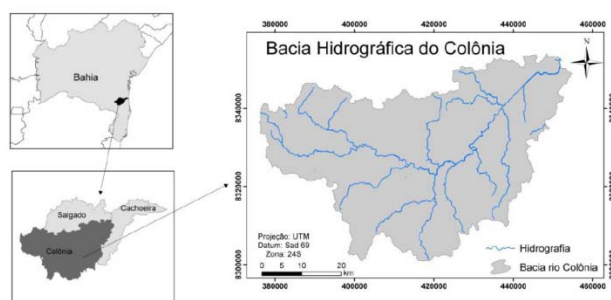


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo inserida na BHRC. Fonte: Souza et.al. (2010)

Foram selecionadas quatro topossequências: uma com solos sob mata nativa e três com pastagem de 28, 37 e 60 anos de uso, respectivamente. Os perfis de solos foram abertos, descritos morfologicamente e coletados em topo, meia encosta e baixada, totalizando onze perfis. As análises químicas foram feitas de acordo com Embrapa (2009). Realizaram-se determinações de Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis, pH em água e em CaCl_2 , soma de bases (SB), capacidade de troca de

cátions (valor T) a pH 7,0, grau de saturação por bases (valor V), fósforo extraído por Mehlich 1 e atividade de argila.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises químicas de caracterização dos 11 perfis de solo são apresentados na tabela 1. Os solos tropicais e subtropicais caracterizam-se por apresentar, em condições naturais, elevada acidez (BRADY, 1989). No entanto, o domínio de Chernossolos nessa região, que tem como material de origem rochas ígneas e metamórficas ricas em minerais primários, garantem um pH alcalino em todos os perfis amostrados. De forma excludente ocorre nos solos com pastagem 60 anos de uso, apresentando valores de pH ácido, devido a remoção de bases da superfície dos colóides do solo.

Tabela 1 – Características químicas dos onze perfis de Chernossolo, Luvisolo, Neossolo e Cambissolo das topossequências de mata e pastagem de 28, 37 e 60 anos de uso

Prof. cm	pH		Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	SB	T	V	P	Ativ. Arg	
	H ₂ O	CaCl ₂									cmol _c dm ⁻³
MATA: TOPO (CHERNOSSOLO ARGILÚVICO)											
A	0-20	6,53	5,16	10,23	3,70	3,14	14,28	17,42	81,97	5,38	84,56
Bt	20-56	6,23	4,90	5,62	3,04	1,24	9,43	10,67	88,38	1,25	37,81
MATA: BAIXADA (CHERNOSSOLO ARGILÚVICO)											
A	0-12	6,47	5,71	5,60	2,78	0,83	8,81	9,64	91,39	7,56	47,49
Bt1	12-33	6,02	5,08	5,29	2,29	2,31	7,78	10,09	77,11	3,78	52,55
Bt2	33-58	6,07	5,70	4,64	2,40	2,06	7,18	9,24	77,71	2,41	33,48
PASTAGEM 28 ANOS: TOPO (CAMBISSOLO BRUNO-ACINZENTADO)											
O	0-7	6,90	5,91	9,47	2,60	0,58	12,55	13,13	95,58	13,52	44,97
A	7-27	6,61	5,11	9,50	2,66	1,65	12,50	14,15	88,34	6,45	39,20
Bi	27-50	6,81	5,84	9,95	2,68	1,49	12,82	14,31	89,59	1,10	31,59
Bc	50-77	6,76	5,69	8,99	2,73	0,50	11,87	12,37	95,96	0,63	31,56
PASTAGEM 28 ANOS: MEIA ENCOSTA (ARGISSOLO AMARELO)											
O	0-6	6,75	5,47	8,20	2,65	1,32	10,95	12,27	89,24	10,24	39,20
A	6-27	6,17	5,71	7,58	2,47	1,98	10,41	12,39	84,02	2,12	36,99
Bt	27-49	6,58	5,95	6,59	2,54	0,74	9,28	10,02	92,61	1,51	22,27
PASTAGEM 28 ANOS: BAIXADA (CHERNOSSOLO ARGILÚVICO)											
O	0-5	5,60	5,45	7,71	2,29	1,49	10,39	11,88	87,46	10,09	55,51
A	5-24	5,59	5,07	7,38	2,13	1,24	9,70	10,94	88,67	6,76	49,28
BA	24-38	6,95	5,79	6,53	2,52	1,07	9,21	10,28	89,59	0,16	42,95
Bt	38-70	6,01	5,43	4,02	3,00	2,39	7,60	9,99	76,08	0,69	36,27
PASTAGEM 37 ANOS: TOPO (NEOSSOLO LITÓLICO)											
O	0-17	5,84	5,33	4,50	2,41	1,16	8,00	9,16	87,34	29,65	54,52

AC	17-30	5,34	4,76	3,50	2,22	2,23	6,02	8,25	72,97	14,60	49,70
Cr	30-76	5,74	5,26	5,57	2,26	1,90	8,56	10,46	81,84	10,43	84,35
PASTAGEM 37 ANOS: MEIA ENCOSTA (CAMBISSOLO HÁPLICO)											
A	0-20	6,65	5,80	5,61	2,21	2,31	8,18	10,49	77,98	3,82	62,44
Bi	20-45	6,08	5,73	3,42	1,95	1,90	5,76	7,66	75,20	1,69	25,53
C	45-76	6,29	5,67	4,00	2,77	1,82	7,62	9,44	80,72	0,54	61,30
PASTAGEM 37 ANOS: BAIXADA (CHERNOSSOLO)											
A1	0-22	6,00	5,39	5,52	2,30	1,24	8,09	9,33	86,71	6,29	53,93
A2	22-33	5,82	5,38	5,30	2,25	2,48	7,82	10,30	75,92	4,92	59,20
AB	33-40	5,91	5,42	4,74	2,19	1,65	7,20	8,85	81,36	2,31	39,90
Bt	40-56	6,02	5,87	3,43	2,17	1,82	6,29	8,11	77,56	1,32	33,92
PASTAGEM 60 ANOS: TOPO (CHERNOSSOLO HÁPLICO)											
A	0-17	6,80	5,65	5,26	1,75	3,14	7,31	10,45	69,95	16,31	51,73
Bi	17-23	6,21	6,02	5,67	2,77	0,83	8,80	9,63	91,38	7,12	50,95
PASTAGEM 60 ANOS: MEIA ENCOSTA (CHERNOSSOLO HÁPLICO)											
A	0-25	4,97	4,96	5,08	2,65	3,47	7,98	11,45	69,69	3,88	63,26
Bt	25-43	4,91	4,86	3,00	2,28	3,47	5,40	8,87	60,88	1,70	30,82
PASTAGEM 60 ANOS: BAIXADA (LUVISSOLO ARGILÚVICO)											
A	0-20	5,17	4,57	2,93	2,28	3,71	5,61	9,32	60,19	9,47	23,01
Bt	20-46	4,80	4,49	2,89	2,13	3,88	5,23	9,11	57,41	3,54	28,29

SB: soma de bases (SB= $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^{+} + \text{Na}^{+}$); CTC= (SB+H+Al); V=100/CTC.

Avaliando os atributos químicos dos mesmos, nota-se que esses solos possuem um baixo nível de acidez e alta saturação por bases, independente do seu uso agrícola, e posição no relevo, garantindo que o fator de causa seja o material de origem desses dos solos da BHRC (EMBRAPA, 2013).

Todas as amostras analisadas apresentaram valores de pH em água sempre superiores aos valores em CaCl_2 , pois o pH aferido em cloreto de cálcio não é bastante afetado por pequenas quantidades de sais presentes no solo, como acontece com o pH em água (REIS et al., 2009).

Os maiores teores de Ca^{2+} ocorreram nos horizontes superficiais de todos os perfis. O maior teor ($10,23 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) foi encontrado no horizonte A do solo com mata nativa. Na topossequência de pastagem 28 anos de uso, todas as camadas super e subsuperficiais dos perfis apresentaram altos valores de cálcio, mantendo as características do solo, mesmo após o uso agrícola com pastagem. Porém, os perfis dos solos com 60 anos de uso com pastagem apresentaram baixos teores desse elemento, com menor valor de $2,89 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Em estudo também na BHRC, Silva et al. (2011) analisou que a classe dos Chernossolos, apresentou maiores perdas de solo em todos os cenários investigados atingindo, em 2002, uma perda de solo na ordem de $79,83 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ e nas condições de uso com mata nativa, este valor reduz para $43,39 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ de solo.

Os valores de Mg^{2+} em todos os perfis analisados apresentaram pouca

variação em profundidade, fator que corrobora com os encontrados por Schiavo et al. (2010), consequência da formação do solo.

Os valores de CTC variaram de 7,66 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ no perfil de meia encosta de pastagem 37 anos, a 17,42 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$ no horizonte superficial de topo da mata nativa. Quanto ao valor V% todos os horizontes em estudo foram identificados como eutróficos ($V > 50\%$).

No perfil descrito como Luvissole, os teores de cálcio, magnésio e saturação por bases, foram similares ao que têm sido registrados para outros Luvissoles do Nordeste do Brasil e devem estar diretamente relacionados à grande quantidade de minerais primários, principalmente plagioclásios e micas, presentes nas frações areia e silte desses solos (OLIVEIRA et al., 2007).

Legitimando o que foi constatado por Oliveira et al., 2007, o perfil de Argissolo em estudo encontra-se, em geral, na meia encosta, nas posições de maiores altitudes de exposição das rochas cristalinas. Essa posição no relevo provoca um processo de lixiviação de forma mais eficiente, apresentando tal solo com argila de baixa atividade, caracterizando-se como eutrófico.

Na maioria dos solos amostrados, mesmo em ambiente de mata, observa-se que os teores de fósforo ficaram abaixo do nível crítico para pastagens, 6 mg kg^{-1} , de acordo a Comissão Estadual de Fertilidade do Solo (GOMES & DETONI, 1998). Exceções foram constatadas nas amostras retiradas nas camadas superficiais do solo, em que são observados níveis deste elemento muitas vezes bastante elevados. Nos solos, as taxas de formas orgânicas de fósforo variam entre 20 e 80% do fósforo total, segundo Mengel e Kirkby (1987). Pode-se supor que nas referidas camadas os níveis mais altos de fósforo se devam às condições de acúmulo de matéria orgânica proveniente da adição de resíduos de origem vegetal e animal, neste último principalmente advindo do estrume dos bovinos.

4. CONCLUSÕES

A classe de uso da terra que maior sofreu variação entre os cenários de mata e pastagem, foi a da 60 anos de uso com pecuária, chegando a não atingir valores de saturação por bases e atividade de argila, necessários para serem enquadrados como Chernossolos.

Mesmo com o uso intensivo desses solos com pastagem e manejo inadequado, as análises demonstram que as características do solo foram preservadas, evidenciando bons índices de fertilidade natural.

REFERÊNCIAS

COSTA, O. V., COSTA, L. M., FONTES, L. E. F., ARAUJO, Q. R., KER, J. C. & NACIF, P. G. S. **Cobertura do solo e degradação de pastagens e, área de domínio de Chernossolos.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 24:843-856, 2000.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil.** Documentos Embrapa Amazônia Oriental. Belém, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2ª ed. Brasília, Informação Tecnológica, 628p., 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2.ed. Rio de Janeiro, 306p., 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Definição e notação de horizontes e camadas de solo.** 2ª ed. Rio de Janeiro, 54p., 1988.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Calagem em pastagem de Brachiaria decumbens recuperada com adubação nitrogenada em cobertura.** 2ª ed. São Carlos-SP, 2004.

FLORES, J. P. C. **Atributos químicos do solo em função da aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura-pecuária submetido a pressões de pastejo em plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:2385-2396, 2008.

GOMES, M. A. F. & FILIZOLA, H.F. **Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo e interesse agrícola.** Embrapa – Meio Ambiente. Jaguariúna, SP, p.1-07, 2006.

KLINK, C. A., MACHADO, R. B. **A conservação do Cerrado brasileiro.** Megadiversidade, v.1, 2005.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J. R. R. **Uso agrícola dos solos brasileiros.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 174p., 2002.

MENGEL, K. & KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition.** Bern International Potash Institute, 687p., 1987.

OLIVEIRA, L. B., FONTES, M. P. F., RIBEIRO, M. R., KER, K. C. **Morfologia e classificação de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semiárido do Nordeste Brasileiro.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 33:123333-1345, 2009.

REIS, M. S., FERNANDES, A. R., GRIMALDI, C., THIERRY, D. E. & GRIMALDI, M. **Características químicas dos solos de uma topossequência sob pastagem em frente pioneira da Amazônia Oriental.** Revista Ciências Agrárias, 52:37-37, 2009.

RIBEIRO, A. C., GUIMARÃES, P. de T. G. & ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 359p., 1999.

SHIAVO, J.A., PEREIRA, M.G., MIRANDA, L.P.M., NETO, A.H.D., FONTANA, A. **Caracterização e classificação de solos desenvolvido de arenitos da formação Aquidauana-MS.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 34:881-889, 2010.

SILVA, V. A., MOREAU, M. S., MOREAU, A. M. S. dos S., REGO, N. A. C. **Uso da terra e perda de solo na Bacia Hidrográfica do Rio Colônia, Bahia.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2011.

SOUZA, C. M. P., MOREAU, M. S., MOREAU, A. M. S. S & FONTES, E. O. **Níveis de degradação de pastagens da Bacia Hidrográfica do Rio Colônia – BA com uso de imagens LANDSAT 5TM.** Revista Brasileira de Geografia Física, 2010.

ABSTRACT: The Colonia River (BHRC) has a soil domain of the class Chernosols, which has good chemical characteristics naturally. In the present work, the objective was to characterize soils in their chemical attributes. For this, two study environments were selected: native forest and areas with pasture agricultural activities with different years of use. A total of 33 samples of 11 profiles were analyzed in four topossequences (native forest and pasture of 28, 37 and 60 years of use). The chemical attributes were: pH, Ca²⁺, Mg²⁺, H+Al, P, sum of bases (SB), total CTC (T), base saturation (V) and clay activity. There was predominance of the maintenance of the natural characteristics of the soil in the native forest in all the analyzes topossequences. In soils with pasture use at 60 years, a quality of non-permanent chemical attributes, mainly by the loss of bases in depth.

KEYWORDS: Tropical Soils, Soil Use, Native Forest, Pasture

CAPÍTULO XIII

AVALIAÇÃO TEXTURAL DE UM LATOSSOLO POR GRANULOMETRIA A LASER EM DIFERENTES PROCEDIMENTOS NO MUNICÍPIO DE HIDROLÂNDIA – GOIÁS

**Lucas Espíndola Rosa
Selma Simões de Castro
Vlândia Correchel
Elizon Dias Nunes**

AVALIAÇÃO TEXTURAL DE UM LATOSSOLO POR GRANULOMETRIA A LASER EM DIFERENTES PROCEDIMENTOS NO MUNICÍPIO DE HIDROLÂNDIA – GOIÁS

Lucas Espíndola Rosa

Universidade Federal de Goiás - UFG, Instituto de Estudos Socioambientais, Goiânia – Goiás.

Selma Simões de Castro

Universidade Federal de Goiás - UFG, Instituto de Estudos Socioambientais, Goiânia – Goiás.

Gláucia Correchel

Universidade Federal de Goiás - UFG, Instituto de Estudos Socioambientais, Goiânia – Goiás.

Elizon Dias Nunes

Universidade Federal de Goiás - UFG, Instituto de Estudos Socioambientais, Goiânia – Goiás.

RESUMO: A utilização dos aparelhos de leitura granulométrica tem se apresentado restrita a análise de produtos farmacológicos, minerários e de materiais inconsolidados. Estudos comparativos apresentam-se em estágio de desenvolvimento, a partir da observação de sua eficácia em relação aos tradicionais métodos da sedimentação. Nesta perspectiva, o trabalho exhibe como objetivo analisar a distribuição granulométrica do horizonte B latossólico de um Latossolo sob cultivo de cítrus no município de Hidrolândia-GO, por meio de diferentes métodos: granulômetro a laser e densímetro, sob diferentes dispersões físicas (ultrassom, dispersor stirrer e agitador orbital) e químicas (Hexametafosfato e Hidróxido de Sódio). Os resultados obtidos mostram diferenças significativas entre os resultados obtidos com o granulômetro, com os dispersantes químicos e físicos, bem como em relação aos métodos convencionais de determinação das frações granulométricas.

PALAVRAS-CHAVE: lei de stokes, física do solo, sedimentos.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de equipamentos de leitura granulométrica automatizada tem se consolidado nas últimas décadas a rotinas operacionais de laboratórios e empresas. A título de exemplo, empresas farmacológicas e de mineração tem utilizado granulômetros a laser para quantificação e qualificação de seus produtos e insumos. No caso específico deste último, tem possibilitado o melhor reaproveitamento de rejeitos e controle produtivo em pátios de cominuição (britagem e/ou moagem) de calcário, gipsita, areia e demais constituintes finos.

(CETEM, 2007).

Bayer *et al.* (2014) demonstram que a utilização do granulômetro a laser tem exibido resultados confiáveis em análises de carga de sedimentos em suspensão e sedimentos inconsolidados, sejam eles provenientes de cursos d'água ou de mantos de alteração. Ainda, segundo os autores, a utilização deste equipamento em aferição de carga de sedimentos em suspensão tem possibilitado análises decisivas em diagnósticos e prospecções de áreas críticas quanto ao potencial de produção de sedimentos em barragens hidrelétricas.

Cetem (2007) ainda ressalta que equipamentos de leitura granulométrica com base em emissão de feixes de luz possuem, em média, comprimento de leitura em 0,63 micrometros, possibilitando assim, a análise de materiais mais finos.

Para análise de sedimentos em suspensão e sedimentos inconsolidados a utilização do granulômetro tem sido decisiva em rotinas operacionais pela acuidade dos dados e eficiência em relação aos métodos tradicionais como de filtragem e tamisação (ISSMER, 2000).

No entanto, a utilização destes equipamentos tem sido pouco explorada para avaliação textural de solos em que uma das principais dificuldades encontra-se na determinação da fração argila e relativo enriquecimento do silte. Vaz *et al.* (1996), utilizando raios gama, desenvolveram procedimentos para este tipo de equipamento. Na oportunidade, os autores enalteceram que dentre as qualidades do equipamento, o mesmo não interfere na sedimentação das partículas. Da Silva *et al.* (2013) observaram que na utilização do granulômetro em avaliação de solos coesos, especificamente argissolos e cambissolos apresentaram como resultado elevados teores de silte, comparativamente ao método de pipetagem.

Diversas instituições de pesquisa tem buscado consorciar esta técnica com a aplicação de dispersantes químicos na avaliação textural de solo (sobretudo Hidróxido de Sódio e Calgon). Destacam-se os trabalhos de Vaz *et al.* (1996) com equipamentos de emissão de raios gama; Cetem (2007) com sedimentação gravitacional de partículas e a utilização do equipamento Sedigraph; Manso (1999), Roseno e Camapum de Carvalho (2013) com emissão de raios laser, este último tipo de equipamento o utilizado neste trabalho.

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a distribuição granulométrica de um horizonte B "latossólico", obtida pelo uso de um granulômetro a laser (Malvern – Mastersizer 2000), utilizando diferentes métodos de dispersão física e química, com resultados obtidos por laboratório certificado pela EMBRAPA, que utiliza Calgon (Hexametáfosfato de Sódio) como dispersante e o densímetro de Bouyoucos para determinação textural. Como não informado pelo laboratório o método de dispersão física, os resultados foram posteriormente confirmados por análises em dispersão *stirrer* e *orbital*.

2. MATERIAIS E MÉTODO

2.1. Escolha do objeto de pesquisa e coleta e preparação das amostras de solo

A realização dos trabalhos teve como primórdio a escolha de um horizonte B latossólico a dois metros de profundidade, previamente avaliado morfológicamente e realizado análise textural em um laboratório certificado pela EMBRAPA. A importância da escolha desta amostra justifica-se pela sua representatividade como horizonte diagnóstico.

A amostra foi coletada de modo convencional (SANTOS *et al.*, 2013) priorizando o horizonte B latossólico. A seguir a amostra foi seca ao ar, posteriormente esboroada e passada na peneira de 2,00 mm de modo a utilizar a Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) (EMBRAPA, 1997).

A partir deste primeiro critério de selecionamento, seguiu-se a comparação do resultado da análise textural, primeiramente, emitido por laboratório certificado pela EMBRAPA com uma determinação textural realizada em equipamento de granulômetro a laser. Após estas primeiras observações, seguiu-se a posteriores análises de confirmação, sendo realizadas novas determinações texturais a partir do método de sedimentação de Bouyoucos.

Para a avaliação textural dos solos procedeu-se com a pesagem de 50g de solo por quarteamento para cada amostra coletada em campo, após secas ao ar e submetidas a tamisação em peneira de 2mm de abertura para separação da TFSA, conforme já exposto.

Em seguida, foram preparadas amostras contendo soluções de Hidróxido de Sódio (NaOH) e Hexametáfosfato de Sódio - Calgon (OSTP), seguindo os protocolos da EMBRAPA (1997). Foi utilizada uma solução de 25ml de NaOH e 25ml de OSTP para cada porção de 50g de solo completadas com 250ml de água destilada em um erlenmeyer.

2.2. Tratamentos e amostragens

Após esta preparação inicial das amostras com os respectivos reagentes, procedeu-se a realização dos métodos selecionados de dispersão física sendo: Dispensor Stirrer (10 min à 14.000 RPM) e Mesa Agitadora Orbital (16 horas à 150 RPM) com os mesmos defloculantes químicos citados. Em seguida, foram realizadas análises texturais por intermédio do método do densímetro de Bouyoucos. Destaca-se que estas amostras tiveram uma réplica para cada dispersão física e química. A seguir, realizaram-se análises granulométricas por meio do granulômetro a laser que contém dispensor ultrassom, seguindo os

mesmos protocolos de soluto e reagente da EMBRAPA (1997) acima expostos, também composta de uma réplica. Para tanto, utilizou-se o equipamento MASTERZIER 2000, da marca Malvern, conforme Figura 1.

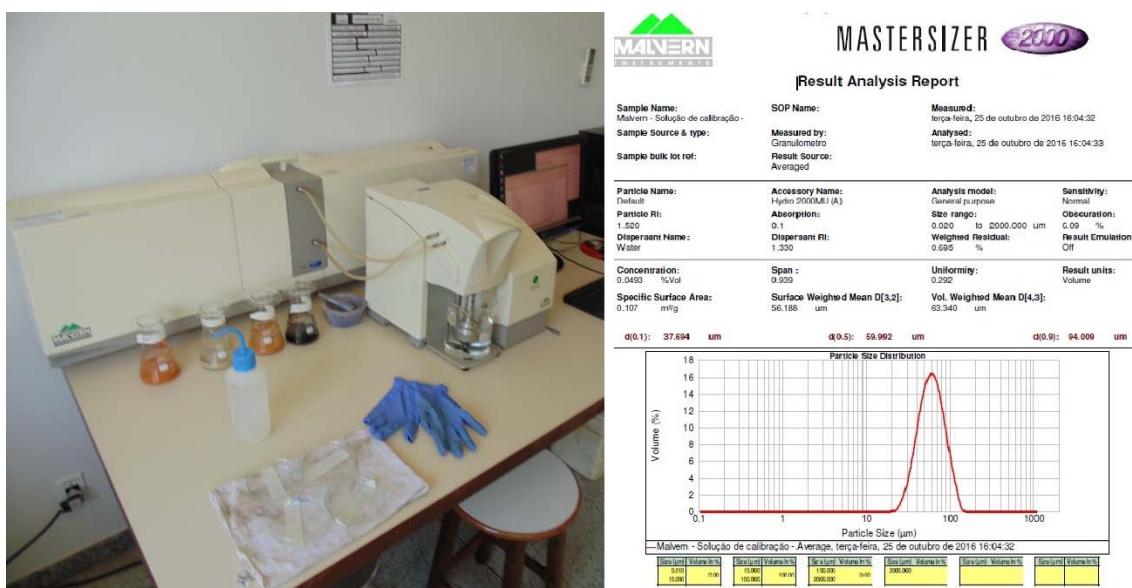


Figura 1: Grunolômetro a laser Malvern Mastersizer 2000. A esquerda uma demonstração de um trabalho de determinação textural de rotina. A direita um exemplo de resultado emitido pelo equipamento.

Este equipamento realiza a interpretação a partir de uma média ponderada de três leituras subsequentes. Posto isto, foram realizadas as seguintes combinações de dispersão física e química:

- i) Ultrassom sem defloculante;
- ii) Ultrassom + Hidróxido de Sódio (NaOH);
- iii) Ultrassom + Hexametáfosfato de Sódio (OSTP);
- iv) Dispersão somente com NaOH; e
- v) Dispersão somente com OSTP.

Para a dispersão no ultrassom foi utilizado o tempo de 8 minutos, conforme recomendações do equipamento (MALVERN, 1998). As demais amostras que tiveram somente dispersão química foram dispostas a 16 horas de reação.

Os resultados obtidos com o granulômetro a laser, foram comparados por meio do teste estatístico Tukey, com 1% de probabilidade de erro, com base em quinze observações. Quanto a calibração do equipamento, realizou-se um teste de leitura com reagente fornecido pela fabricante com distribuição granulométrica conhecida entre 15 e 200 micrometros, em que 98% da leitura se apresentou dentro da faixa estipulada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do granulômetro a laser submetidos ao teste Tukey (1%) apresentados na tabela 1, demonstram a tendência de elevados teores de silte e baixo de argila, em detrimento da reorganização das demais classes granulométricas, sobretudo a areia, independente da utilização de diferentes dispersantes químicos (OSTP e NaOH), entretanto, demonstrando que o NaOH apresentou maior recuperação de finos ante ao OSTP.

Quadro 1: Valores médios texturais obtidos por diferentes métodos de dispersão analisados no granulômetro a laser.

Frações granulométricas (%)			
Tratamento	Areia	Silte	Argila
Ultrassom sem defloculante	50,23 A	40,59 A	9,18 D
OSTP + Ultrassom	44,05 B	42,67 B	13,28 B
NaOH + Ultrassom	23,13 C	59,74 C	17,16 A
Somente OSTP	40,4 D	48,13 D	11,47 C
Somente NaOH	31,29 E	55,5 E	13,21 B
Diferença mínima significativa	0,88	1,58	1,23
Coefficiente de Variação (%)	0,86	1,19	3,55

Observa-se ainda que na análise do granulômetro a laser o coeficiente de variação da areia é a menor entre as faixas granulométricas analisadas, creditando assim a melhor acuidade do equipamento nestas faixas de média e grossa granulometria, fato já esperado conforme indicação do teste de calibração do equipamento. Apesar da boa mensuração das faixas texturais correspondentes a areia, a precisão do granulômetro demonstra ser insatisfatória, visto que em praticamente todas as análises pode-se ver o predomínio do silte, com exceção do primeiro tratamento, Ultrassom sem defloculante, que apresentou os mais altos valores de areia, mas mantendo a tendência de exibir altos valores de silte e baixa argila.

Tal comportamento foi observado por Falheiro *et al.* (2011) e Da Silva *et al.* (2013), ao avaliarem respectivamente sedimentos inconsolidados e diferentes solos (Argissolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Amarelo e Cambissolo Háplico). Falheiro *et al.* (2011) observaram uma variação na faixa granulométrica, na leitura do granulômetro, em que sem tratamento (ausência de dispersante químico e físico), o sedimento detinha 64,6% de areia; 33,7% de silte e 1,6% de argila. Contudo, com a utilização do ultrassom por 10 minutos mais defloculante (NaOH) tais teores passaram a 27,3% de areia; 65,1% de silte e 7,6% de argila, similar ao ocorrido no presente trabalho, ou seja, uma diminuição de areia e um aumento significativo do silte. Quanto a variação das faixas granulométricas de solo,

somente no horizonte B diagnóstico, Da Silva *et al.* (2013) elucidam que no Cambissolo Háptico (B incipiente) na região do Litoral Norte da Bahia apresentara um resultado de 9% de silte, a partir da leitura do método da pipetagem e 33,7% em uma leitura no granulômetro.

Quando comparadas aos métodos tradicionais de avaliação, a partir do princípio da Lei de Stokes, aferido pelo densímetro de Bouyoucos, os valores observados no método da sedimentação (densímetro) não apresentaram discrepâncias, em que as todas as amostras são classificadas em textura média, independente da dispersão física (Agitador Orbital e Dispensor Stirrer) e química (OSTP e NaOH). Este comportamento pode ser observado a partir da textura média das amostras avaliadas que exibiram uma textura de: 64% de areia; 8 silte; e 28% de argila.

Convém destacar que estes resultados trazem à tona a limitação quanto a precisão do granulômetro a laser em determinar frações texturais finas (silte e argila) de solos, ao contrário das frações areia, em especial as classificadas como média e grossa, justificando, assim, sua ampla utilização em sedimentos de corrente e materiais inconsolidados.

Por fim, Da Silva *et al.* (2013) sugerem uma revisão do paradigma de avaliação textural de solos pelo princípio do Lei de Stokes, caso sejam constatados a exatidão dos resultados emitidos pelo granulômetro a laser para análise de solos, que fisicamente também podem se mostrar compatíveis, dado o tamanho dos feixes de luz se estabelecer em média em 0,63 micrometros.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os testes granulométricos realizados a partir de uma amostra de horizonte B latossólico, textura média, em 2 metros de profundidade no município de Hidrolândia (GO) revelaram que os resultados obtidos pelo granulômetro a laser contrastaram notavelmente com os da sedimentação. Esta ocorrência deve-se a diminuição de forma expressiva dos teores de areia e aumento dos de silte, independente dos métodos de dispersão física (Agitador Orbital e Dispensor Stirrer) e química (Hidróxido de Sódio e Hexametáfosfato de Sódio).

A explicação mais provável para o resultado encontrado no granulômetro encontra-se na sua limitação de leitura para partículas finas como silte e argila, uma vez que sua calibração mostrou-se adequada segundo as instruções do fabricante, com 98% de acuidade entre partículas de 15 e 200 micrometros.

Indica-se uma maior quantidade de estudos com a utilização do granulômetro comparando diferentes horizontes, em diferentes solos, de distintas gêneses, circulação hídrica e posição na vertente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor Dr. Alfredo Borges de Campos, do Instituto de Geociências da UNICAMP, pela disponibilidade em conceder a amostra de solo coletada para a nossa pesquisa, bem como ao Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física - LABOGEF pela disponibilidade de realização dos ensaios amostrais.

REFERÊNCIAS

BAYER, M.; ZANCOPE, M.H.C; ROSA, L.E. **Memorial Descritivo, Geologia – Geomorfologia da Área de Influência Direta da Barragem de Itumbiara**. Estudo técnico – Furnas Centrais Elétricas S/A. Goiânia: 2013.

CETEM, Centro de Tecnologia Mineral. **Análise Microgranulométrica – Malvern e Sedigraph**. Rio de Janeiro: 2007.

DA SILVA, E.F.; NUNES, F.C.; BOAS, G. DA SILVA V.; CALDERANO, S.B. Análise de solos do Litoral Norte da Bahia utilizando a granulometria a laser. **In: XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Florianópolis: 2013. Anais. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. p.1-4.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2ª ed., Rio de Janeiro: 1997.

FALHEIRO, P.F.; ABUCHACRA R.C.; PACHECO, C.E.P.; FIGUEIREDO JUNIOR, A.G. De.; VASCONCELOS, S.C. De. Comparação de diferentes métodos de preparação de amostras de sedimento para granulometria a laser, **In: XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2011. [s.p.]

ISSMER, K. Optical methods in the grain-size analysis of fine-grained sediments. **Geological Quarterly**, v.44 ed.2, p. 205 - 210, 2000.

MALVERN, **Manual de Operação**. Worcestershire: Inglaterra, 1998.

MANSO, E. De. A.; **Análise Granulométrica dos solos de Brasília pelo granulômetro a laser**. Brasília: Dissertação (Mestrado em Geotecnia). Universidade de Brasília, 1999.

SANTOS, R.D. Dos. LEMOS, R.C. De.; SANTOS, H.G Dos.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. Dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5.ed. Viçosa: UFV, 2005. 92p.

ROSENO, J.F.; CAMAPUM DE CARVALHO, J. **Avaliação granulométrica de um perfil de solo tropical usando o granulômetro a laser**. Brasília: Nota Técnica, 2013.

VAZ, C.M.P.; NAIME, J. De. M.; Da Silva, A.M. **Analizador Granulométrico de Solos**. Comunicado Técnico. EMBRAPA. Piracicaba: 1996.

ABSTRACT: The use of granulometric reading devices has been restricted to the analysis of pharmacological products, minerals and unconsolidated materials. Comparative studies are at the development stage, based on the observation of their efficacy in relation to the traditional methods of sedimentation. In this perspective, the objective of this work is to analyze the granulometric distribution of the B-latossolic horizon of a Latosol under citrus cultivation in the city of Hidrolândia-GO, using different methods: laser granulometer and densimeter under different physical dispersions (ultrasound, stirrer and orbital stirrer) and chemical (Hexametaphosphate and Sodium Hydroxide). The results obtained show significant differences between the results obtained with the granulometer, with the chemical and physical dispersants, as well as with the conventional methods of determination of the granulometric fractions.

KEYWORDS: law of stokes, soil physics, sediments.

CAPÍTULO XIV

BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS FLORESTAIS

**Rafael Malfitano Braga
Francisco de Assis Braga
Nelson Venturin**

BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS FLORESTAIS¹

Rafael Malfitano Braga

Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Ciências Florestais (DCF),
Lavras – Minas Gerais

Francisco de Assis Braga

Universidade Federal de Viçosa (UFV), Campus Florestal, Florestal – Minas Gerais

Nelson Venturin

Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Ciências Florestais (DCF),
Lavras – Minas Gerais

RESUMO: A silvicultura é a grande fonte de produtos florestais na sociedade moderna e o solo é o substrato de crescimento das árvores. Portanto, a busca pela sustentabilidade passa necessariamente pelo desenvolvimento de técnicas de conservação do sistema solo. Estudos em florestas plantadas com mais de 20 anos de idade são escassos. Contudo, estes são importantes para elucidar efeitos em estágio de equilíbrio dinâmico. O presente trabalho buscou avaliar o carbono de biomassa microbiana e a atividade microbiológica do solo sob ecossistemas florestais de eucalipto, pinus e mata nativa no longo prazo. Foi amostrada a camada de 0-5 cm do perfil em parcelas de uma área experimental de eucalipto e pinus instalada em 1974, sobre um Latossolo Vermelho distroférico no *campus* da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Os tratamentos consistiram de quatro espécies de eucalipto: *Eucalyptus grandis*, *E. pilularis*, *E. cloeziana* e *Corymbia maculata*; uma de pinus: *Pinus caribaea* var. *hondurensis*; e um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, adjacente à área. Nas amostras de solo foram analisados a respiração basal e carbono da biomassa microbiana. Todos os sistemas apresentaram índices de carbono de biomassa microbiana tidos como adequados, exceto o *P. caribaea*. A mata nativa e as espécies *E. grandis* e *E. cloeziana* apresentaram às melhores condições gerais de solo para desenvolvimento dos microrganismos, com os maiores teores de carbono na biomassa microbiana. Em relação à respiração basal, todos os sistemas tiveram índices iguais entre si e tidos como adequados.

PALAVRAS-CHAVE: microbiologia do solo, floresta plantada, longo prazo.

¹ Trabalho executado com recursos dos Departamentos de Ciências Florestais e Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em parceria com Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), apresentado no XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo em agosto de 2015.

1- INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo, a exploração direta de madeira na natureza se tornou inviável pela grande demanda (Zinn, 1998). Assim, o desenvolvimento da silvicultura se tornou primordial à sustentabilidade da produção. A partir de então, houve grande preocupação em aprofundar os estudos da relação solo-planta de modo a maximizar a produtividade, reduzir custos e minimizar os impactos sobre o meio ambiente (Torres et al., 2014).

Segundo Doran & Parkin (1994), a qualidade do solo pode ser conceituada como a capacidade deste recurso em exercer suas funções naturais, ou seja, sustentar a produtividade biológica e manter a qualidade ambiental. Um dos grandes desafios atuais é desenvolver índices simples e confiáveis de avaliação da qualidade do solo. Para isso é necessário a identificação de atributos que sejam sensíveis às alterações deste complexo sistema.

Entre os processos vitais à funcionalidade do ecossistema destacam-se as formas e os ciclos dos elementos no sistema solo-planta, a ciclagem dos nutrientes (Barros, 2013). As transformações dos materiais orgânicos no solo são catalisadas pela atividade microbiana, que por isso, desempenha papel essencial no funcionamento e na estabilidade do sistema biológico solo (Cobo et al., 2002).

Dessa forma, conhecer a porção orgânica e a microbiota do solo se tornou importante elemento de avaliação da qualidade ambiental, seja para sistemas naturais ou plantados, segundo a face do respeito ao meio ambiente e da sustentabilidade.

Estudos têm mostrado que as frações mais lábeis são mais susceptíveis a estas flutuações com alterações no uso e manejo do solo, com destaque para o carbono de biomassa microbiana. Este fato vem corroborar sua utilização como índice de qualidade ambiental (Pulrolnik et al., 2009).

O presente trabalho buscou avaliar o carbono da biomassa microbiana e a atividade microbiológica do solo sob ecossistemas florestais de eucalipto, pinus e mata nativa a longo prazo.

2- MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em uma área experimental para teste de espécies e procedências de *Eucalyptus* spp e *Pinus* spp, instalada em 1974, sobre Latossolo Vermelho distroférico típico de textura argilosa, no Campus da UFLA, Lavras – MG, cuja altitude é de 925 m. O clima é do tipo Cwa, segundo Koppen, com temperatura média anual de 20,4°C e precipitação média de 1460 mm, segundo dados da

estação meteorológica principal de Lavras, coletados entre 1991 e 2004 (Dantas et al., 2007).

O referido experimento foi montado em parcelas de 5x5 árvores, com espaçamentos 3x2 e 3x3 metros, respectivamente, para eucalipto e pinus (Figura 1). Neste, foram selecionadas quatro espécies de eucalipto – *Eucalyptus grandis*, *E. pilularis*, *E. cloeziana* e *Corymbia maculata* – e uma de pinus – *Pinus caribaea* var. *hondurensis* – considerando sua utilização no território nacional e integridade das unidades amostrais. Quatro parcelas de cada espécie escolhida foram amostradas.

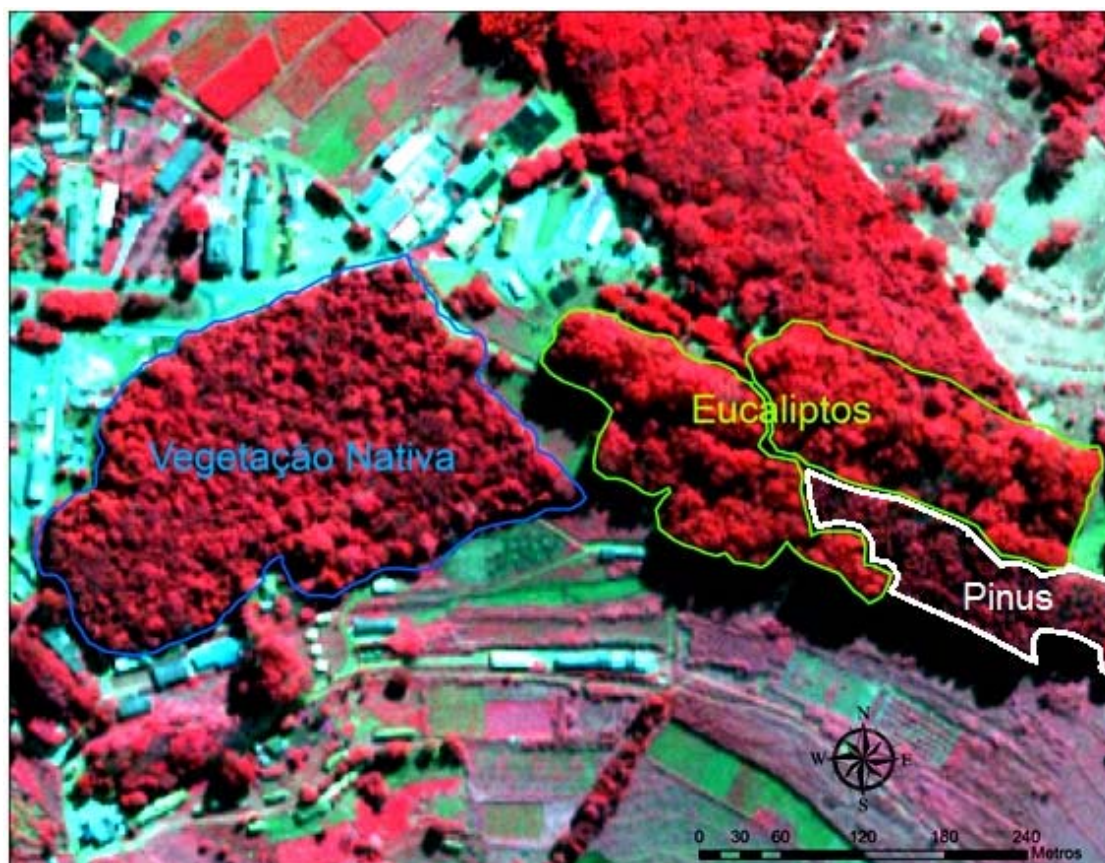


Figura 1. Foto aérea da área experimental de espécies/procedências de *Eucalyptus* e *Pinus* e o remanescente de Floresta Estacional Semidecidual.

A implantação do povoamento foi feita através do preparo convencional do solo, com aração e gradagem em área total, à época ocupada por pastagem. Foi adotada, uma adubação básica de plantio e cobertura (NPK 9-30-5 + micronutrientes + aldrin), com 70 g por cova, apenas no primeiro ano.

Esta área experimental é adjacente a um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual Montana com dossel emergente, com 5,8 há (Figura 1). Essa tipologia é do bioma Mata Atlântica, segundo classificação de Veloso et al. (1991).

De acordo com informações de antigos funcionários da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), atual UFLA, o remanescente nunca sofreu corte raso e tem aproximadamente os mesmos limites geográficos desde a década de 1920. Contudo, a retirada de lenha, bem como a abertura de trincheiras para estudos de perfis do solo foram frequentes até 1986, quando a mata foi declarada como área de proteção e cercada.

2.2 Amostragens de solo

A amostragem de solo no povoamento de pinus e eucalipto foi feita em ponto, no centro de cada parcela, na profundidade de 0-5 cm. Já na mata nativa a amostragem foi feita na mesma profundidade, porém, as amostras foram coletadas por caminhamento aleatório na área, respeitando-se uma distância mínima de 200 metros entre as prospecções, considerando-se a representatividade espacial nas mesmas.

Esta amostragem superficial buscou ampliar a possibilidade de identificação de efeitos diferenciados nas propriedades do solo em função do tipo de cobertura vegetal, dada a comprovada maior influência da ciclagem e maior atividade microbiana nesta porção (Torres et al., 2014).

2.3 Análises laboratoriais

A determinação do carbono da biomassa microbiana (CBM) foi realizada pelo método de fumigação-extração propostos por Vance et al. (1987). Essa técnica tem como princípio a extração do carbono microbiano após a morte dos microrganismos e lise celular pelo ataque com clorofórmio e liberação dos constituintes celulares (Feigl, 1995). A respiração basal foi determinada pelo CO_2 evoluído a partir de 20 g de solo incubado por 72 h, com extração por solução de NaOH $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ e titulação com HCl $0,05 \text{ mol L}^{-1}$, segundo Alef & Nannipieri (1995).

Todas as análises de solo foram realizadas nos laboratórios da Universidade Federal de Lavras.

2.4 Análise estatística

De posse dos dados, foram realizadas análises de variância, considerando-se um delineamento inteiramente casualizado, de seis tratamentos, correspondentes às quatro espécies de eucaliptos, uma de pinus e a mata nativa; e

com quatro repetições, perfazendo 24 parcelas amostrais. As médias foram comparadas utilizando teste de Scott-Knott, a nível de 5% de probabilidade. Para tanto, foi utilizado o *software* estatístico SISVAR.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de análise de variância mostraram as tipologias proporcionaram diferenças significativas para o estoque de carbono na fração viva do solo, porém, esta não foi verificada para os índices de respiração basal.

A biomassa microbiana do solo é comumente utilizada como um indicador biológico de qualidade ambiental. Considerando sua alta sensibilidade, pode-se avaliar a magnitude de distúrbios causados pela alteração de uso do solo (Barros, 2013).

Já respiração basal determina a intensidade com que os processos bioquímicos de transformação acontecem no solo. Sua avaliação pode ser usada como indicativo da decomponibilidade do material orgânico depositado pela cobertura vegetal e da capacidade dinâmica do sistema em promover a ciclagem de nutrientes. Contudo, esta variável também é influenciada por fatores ambientais, como temperatura, umidade, aeração, biodisponibilidade e tipo do substrato orgânico do solo (Zinn, 1998).

Em termos de presença de microrganismos no solo, destacam-se a mata nativa e as florestas plantadas de *E. grandis* e *E. cloeziana*, seguidas por *C. maculata*, *E. pilularis* e *Pinus caribaea*, que, respectivamente, possuíram índices decrescentes de carbono na biomassa microbiana (Figura 2).

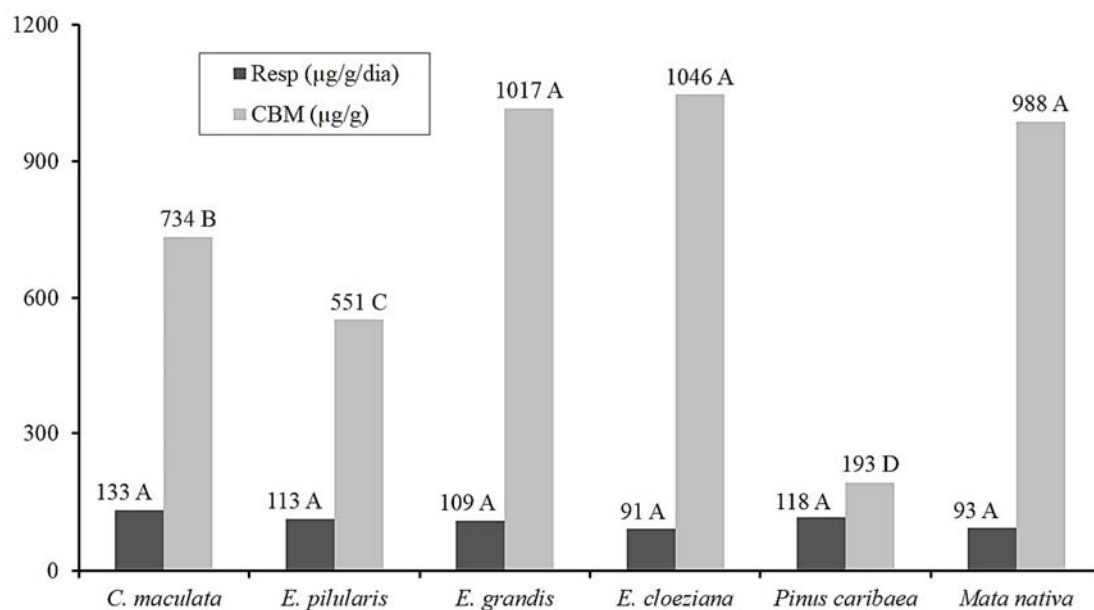


Figura 2 – Parâmetros microbiológicos do solo: Resp: respiração basal; CBM: carbono da biomassa microbiana. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de significância.

Lopes et al. (2013), a partir de um amplo estudo com diversos tipos de solo, propuseram classes de interpretação, similares às aquelas usadas para nutrientes e fertilidade do solo, abordando os índices de atividade e carbono microbiana mais usados na literatura.

Considerando o nível adequado de CBM de 405 µg.g⁻¹, proposto por esses autores como adequado, todos os sistemas estudados apresentaram condições satisfatórias na camada superficial, exceto o pinus. A partir dessa avaliação, pode-se dizer que, de maneira geral, os sistemas florestais plantados tendem, com o passar do tempo, estabelecer condições adequadas de vida à microbiota do solo, com alguma ressalva ao pinus, cujos índices foram bastante inferiores.

Provavelmente, as diferenças encontradas entre os sistemas estudados se devem à constituição físico-química do material aportado pelos diferentes tipos de cobertura vegetal (Cobo et al., 2002; Fernandes et al. 2012), ou seja, a presença diferenciada de compostos inibidores à atividade microbiana na necromassa de algumas espécies de eucalipto e em especial no pinus, como compostos fenólicos e resinas, que apresentam alta toxicidade microbiana (Siqueira et al., 1991).

Souza (2012) relatou em seu estudo que a resistência à decomposição é maior para os polímeros orgânicos mais recalcitrantes. Assim, os diferentes índices de CBM para os sistemas podem estar associados à qualidade dos resíduos adicionados ao solo e sua resistência à mineralização, como também foi discutido por Mahakur & Behera (1999) em plantios de eucalipto, e por Nsabimana et al. (2004) sob pinus.

Nesta linha, é sabido que os galhos e acículas de pinus possuem compostos orgânicos de difícil processamento, como resinas e extrativos, reduzindo a taxa de decomposição e especializando o processo (Kleinpaul et al., 2003).

Zinn (1998) em um estudo sob pinus também verificou índices de carbono da biomassa microbiana muito baixos em relação a vários outros sistemas de uso do solo (cultivo anual, perene, pastagem e florestas plantadas e nativas).

Apesar destas diferenças observadas no CBM para os sistemas, todos eles apresentaram mesmo índice de respiração basal (Figura 2), em torno de 110 μg dia g^{-1} . Segundo os critérios propostos por Lopes et al. (2013), valores de respiração basal acima de 100 μg dia g^{-1} conferem condição adequada ao sistema.

Os valores similares de respiração basal dos grupos podem estar relacionados a dois fatores básicos: ao grau de estabilidade dos sistemas (Roscoe & Machado, 2002) ou a energia despendida por cada tipo de material orgânico para sua decomposição (Fernandes et al. 2012).

Para sistemas de uso do solo similares, onde há manutenção das condições de solo e clima, há tendência de homogeneização do índice de atividade microbiana a longo prazo, respondendo à uma limitação de sítio (Wink et al., 2013). Além disso, há um processo diferenciado de estresse fisiológico agindo sobre os microrganismos para cada sistema, ou seja, a energia necessária para processar os materiais aportados no solo é condicionada pela complexidade química destes (Fernandes et al. 2012).

Segundo Wink et al. (2013), em condições de estresse, os microrganismos derivam uma maior porção energia para manutenção dos mecanismos celulares, ou seja, há um maior custo de manutenção ou taxa de respiração relativa, em detrimento ao crescimento da biomassa. Assim, em solos com adição de serapilheira de baixa qualidade nutricional, a biomassa microbiana encontra-se sob estresse e é incapaz de utilizar toda a energia obtida na decomposição para crescimento (Gomes, 2014).

Além disso, baixos teores de nutrientes no material vegetal também se relacionam com baixas taxas de decomposição (Cobo et al., 2002). Materiais com elevada relação C/N, altos teores de lignina e polifenóis sofrem decomposição bem mais lenta (Myers et al., 1994). A serapilheira de eucalipto e pinus apresenta alta relação C/N, entre 30 e 100, além de alta relação C/P e C/S, o que contribui para o incremento de elevados estoques de carbono no solo (Pegoraro, 2007).

4- CONCLUSÕES

Todos os sistemas estudados apresentaram índices de carbono de biomassa microbiana tidos como adequados, exceto o *P. caribaea*.

A mata nativa e as espécies *E. grandis* e *E. cloeziana* apresentaram às melhores condições gerais de solo para desenvolvimento dos microrganismos, com os maiores teores de carbono na biomassa microbiana.

Em relação à respiração basal, todos os grupos tiveram índices iguais entre si e tidos como adequados.

REFERÊNCIAS

ALEF, K. & NANNIPIERI, P. **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London: Academic Press, 1995. 320p.

BARROS, J. D. S. Contribuições da matéria orgânica do solo para mitigar as emissões agrícolas de gases de efeito estufa. **Polêmica**, v.12, p.341-351, 2013.

COBO, J. G. et al. Nitrogen mineralization and crop uptake from surface applied leaves of green manure on a tropical volcanic-ash soil. **Biology and Fertility of Soils**, v.36, p.87-92, 2002.

DANTAS, A. A. A. et al. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.2163-2171, 2007.

DORAN, J. W. & PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W. et al. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSSAJ, 1994. p. 3-22.

FEIGL, B. J. et al. Soil microbial biomass in Amazonian soils: Evaluation of methods and estimates of pool sizes. **Soil Biology & Biochemistry**, v.27, p.1467-1472, 1995.

FERNANDES, M. M. et al. Matéria orgânica e biomassa microbiana em Plantios de Eucalipto no Cerrado Piauiense. **Floresta e Ambiente**, v.19, p.453-459, 2012.

GOMES, M. V. **Estoque de carbono e emissão de gases do efeito estufa em Cambissolo sob plantações de Pinus taeda**. Curitiba: UFPR, 2014. 92p. Dissertação de Mestrado.

KLEINPAUL, I. S. et al. Acúmulo de serapilheira em povoamentos de pinus e eucaliptos no campus da UFSM. In: **Anais do 9º Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul**, 2003.

LOPES, A. A. C. et al. Interpretation of microbial soil indicators as a function of crop yield and organic carbon. **Soil Science Society of America Journal**, v.77, p.461-472, 2012.

MAHAKUR, D. & BEHERA, N. Decomposition of Eucalyptus leaf litter in field conditions. **Ecology Environment and Conservation**, v.5, p.65-68, 1999.

MYERS, R. J. K. et al. The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand. In: WOOMER, P. L.; SWIFT, M. J. (eds.) **The biological management of tropical soil fertility**. New York: Wiley-Sayce Publications, 1994. p.81-112.

NSABIMANA, D. et al. Size, activity and catabolic diversity of the soil microbial biomass as affected by land use. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v.26, p.81-92, 2004.

PEGORARO, R. F. **Sequestro de carbono e alterações bioquímicas da matéria orgânica de solos cultivados com eucalipto**. Viçosa: UFV, 2007. 140p. Tese de Doutorado.

PULROLNIK, K. et al. Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e cerrado no Vale do Jequitinhonha – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1125-1136, 2009.

ROSCOE, R. & MACHADO, P. L. O. A. **Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 86p.

SIQUEIRA, J. O.; et al. Significance of phenolic compounds in plant-soil microbial systems. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.10, p.63-121, 1991.

SOUZA, I. F. **Decomposição de resíduos da colheita e transferência de carbono para o solo em plantações de eucalipto**. Viçosa: UFV, 2012. p.70. Dissertação de Mestrado.

TORRES, C. M. M. E. et al. Sistemas agroflorestais no Brasil: uma abordagem sobre a estocagem de carbono. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.34, p.235-244, 2014.

VANCE, E. D. et al. An extraction method for measuring microbial biomass C. **Soil Biology & Biochemistry**, v.19, p.703-707, 1987.

VELOSO, H. P. et al. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124p.

ZINN, Y. L. **Caracterização de propriedades físicas, químicas e da matéria orgânica de solos nos cerrados sob plantações de Eucalyptus e Pinus**. Brasília: UNB, 1998. 85p. Dissertação de Mestrado.

WINK, C. et al. A idade das plantações de Eucalyptus sp. influenciando os estoques de carbono. **Ciência Florestal**, v.23, p.333-343, 2003.

CAPÍTULO XV

CALAGEM E TEXTURA DO SOLO NO CRESCIMENTO E INTEGRIDADE DA CLOROFILA DA CAROBINHA

**Willian Vieira Gonçalves
Maria do Carmo Vieira
Néstor Antonio Heredia Zárate
Heldo Denir Vhaldor Rosa Aran
Heverton Ponce Arantes
Lucas Yoshio Nitta**

CALAGEM E TEXTURA DO SOLO NO CRESCIMENTO E INTEGRIDADE DA CLOROFILA DA CAROBINHA

Willian Vieira Gonçalves

Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGAGRO
Dourados - MS.

Maria do Carmo Vieira

UFGD - PPGAGRO
Dourados - MS.

Néstor Antonio Heredia Zárate

UFGD - PPGAGRO
Dourados - MS.

Heldo Denir Vhaldor Rosa Aran

UFGD - PPGAGRO
Dourados - MS.

Heverton Ponce Arantes

UFGD - PPGAGRO
Dourados - MS.

Lucas Yoshio Nitta

UFGD - FCA
Dourados - MS.

RESUMO: As plantas do Cerrado podem ou não responder à calagem, assim como, se adaptar diferentemente aos tipos de solo. Aqui, identifica-se o efeito da calagem e textura do solo sobre o crescimento e integridade da clorofila da carobinha. Conduziu-se um experimento em vasos a 22°11'44,45"S de latitude, 54°56'07,31"W de longitude e 460 m de altitude. Testou-se calcário em cinco níveis (0,000; 1,289; 2,578; 4,000; 5,160 t ha⁻¹) em solo (100% solo) ou solo + areia (50% solo + 50% areia), arranjos como fatorial 5 x 2, no delineamento blocos casualizados, com quatro repetições e seis plantas por parcela. Avaliou-se a altura de plantas e a fluorescência da clorofila. Os níveis de calcário afetaram a altura das plantas de carobinha. O tipo de solo afetou a altura das plantas de carobinha no tempo. Os níveis de calcário também influenciaram as fluorescências máxima e variável da clorofila da carobinha, esta última interagindo com o tipo de solo. A calagem reduz o crescimento das plantas de carobinha; enquanto que o solo argiloso proporciona maior crescimento ao longo do tempo. A calagem aumenta a fluorescência máxima da clorofila apenas sob o menor nível de calcário, e o solo argiloso ou areno-argiloso com o mínimo de calagem proporciona maior fluorescência variável da clorofila.

PALAVRAS-CHAVE: Cerrado, calcário, tipos de solo.

1- INTRODUÇÃO

A carobinha (*Jacaranda decurrens* Cham. subsp. *symmetrifoliolata* Farias & Proença, Bignoniaceae) é uma planta que ocorre apenas no sudoeste de Mato Grosso do Sul (REZENDE et al., 2008), área que compõe o Cerrado Brasileiro. O extrato hidroetanólico da raiz da espécie tem atividade anti-inflamatória com baixa toxicidade (SANTOS et al., 2012) e o das folhas atividade antioxidante e citotóxica (CASAGRANDE et al., 2014). Devido à sua ocorrência endêmica e por serem as raízes os órgãos explorados na medicina tradicional, a espécie corre sério risco de extinção. Por isso, em alguns trabalhos tem-se visado o cultivo ex situ da carobinha (GONÇALVES et al., 2010; GOUVEA et al., 2014; KISSMANN et al., 2011; MOREIRA et al., 2016; SANGALLI et al., 2011, 2012); porém, ainda não se estudou sua adaptação aos tipos e à acidez do solo.

No sudoeste do Mato Grosso do Sul há principalmente solos do tipo Latossolo Vermelho Distroférico, podendo haver, também, Neossolo Litólico Eutrófico, Neossolo Quartzarênico Órtico, Latossolo Vermelho Distrófico e Latossolo Vermelho Eutrófico (SANTOS et al., 2011). O tipo de solo afeta a capacidade de troca de cátions, e assim, a disponibilidade de nutrientes, afetando, também, a densidade do solo e a capacidade de retenção de água (CARVALHO et al., 2006).

Solos ácidos pela alta disponibilidade de alumínio (Al) e baixa saturação de bases podem limitar o crescimento das plantas. Porém, as plantas do Cerrado podem ou não responder à calagem, o que depende da função ecológica da espécie (FURTINI NETO et al., 1999). Algumas espécies adaptadas têm mecanismos para driblar tais limitações, por meio da fuga do Al^{3+} do solo pela formação de quelatos via liberação de ácidos orgânicos, diminuindo a solubilidade do elemento ou da tolerância verdadeira (interna) diminuindo a absorção de Al^{3+} e sequestro e quelatização por ácidos orgânicos no tecido da planta (ONAGA; WYDRA, 2016).

Assim, aqui, identifica-se o efeito da calagem e textura do solo sobre o crescimento e integridade da clorofila da carobinha.

2- MATERIAL E MÉTODOS

Implantou-se o experimento a 22° 11'44,45"S de latitude, 54° 56'07,31"W de longitude, 460 m de altitude, clima do tipo Aw (Clima Tropical com Estação Seca de Inverno) (KOTTEK et al., 2006), em vasos, sob ambiente protegido com sombrite 50%.

Aplicou-se calcário em cinco níveis (0,000; 1,289; 2,578; 4,000; 5,160 t ha⁻¹) em solo (100% solo) ou solo + areia (50% solo + 50% areia), arranjos como fatorial 5 x 2, no delineamento blocos casualizados, com quatro repetições e seis

plantas por parcela. Utilizou-se solo do tipo Latossolo Vermelho Distroférrico, muito argiloso, do horizonte B e areia lavada (Neossolo Quartzarênico).

Para a propagação, usaram-se sementes extraídas de frutos colhidos aleatoriamente em plantas de carobinha cultivadas *ex situ* no Horto de Plantas Medicinais da UFGD. A espécie foi identificada pela professora Dr^a Maria do Carmo Vieira e a exsicata depositada no Herbário DDMS (n^o 2322). Semeou-se a carobinha (13/07/2014) em bandejas de poliestireno com 72 células, preenchidas com substrato Bioplant[®].

Peneirou-se o solo (13/09/2014), fez-se a calagem (20/09/2014), nos níveis correspondentes, e incubou-se, por 15 dias. Após esse período, fez-se a adubação básica, conforme resultado da análise do solo, e o transplântio das mudas (04/10/2014) para os vasos (5 L), conteúdo aproximadamente 5,7 kg de substrato, com uma planta por vaso. Irrigaram-se diariamente os vasos. Controlaram-se os pulgões com Nim.

Avaliou-se, mensalmente, a altura das plantas de 42 a 192 dias após o transplântio (DAT) em todas as plantas da parcela. Aos 131 DAT, quantificaram-se vários parâmetros da fluorescência da clorofila com o fluorímetro de câmara fechada Fluorcam, Photon Systems, RT, na quarta folha expandida de duas plantas da parcela. Adaptaram-se as plantas ao escuro (30 min), destacou-se a folha, e então, analisaram-se os parâmetros da fluorescência da clorofila. Utilizou-se o seguinte protocolo para a análise: Shutter=1; Sensitivity=10; Act2=100; Act1=100; Super=70.

Submeteram-se os dados à análise de variância; verificando-se diferença significativa (0,05 probabilidade – prob.) ao teste t, para tipo de solo, à regressão (0,05 prob.), para níveis de calcário e épocas de avaliação, ou SNK (0,05 prob.), quando não houve ajuste para os modelos testados na regressão.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de calcário afetaram a altura das plantas de carobinha (**Figura 1**). Quanto maior o nível, menor a altura. Sob o maior nível, a altura foi 17,2% menor que na ausência de calagem. A ação da calagem no crescimento das plantas depende do grupo ecológico da espécie e propriamente da espécie. A resposta em crescimento, das plantas de Cerrado, aumenta das plantas de clímax, para as secundárias e pioneiras (FURTINI NETO et al., 1999). A carobinha, embora seja um subarbusto, tem características de uma planta de clímax (viabilidade de sementes curta, distribuição restrita e crescimento lento) (GOUVEA et al., 2014; GUERREIRO; MING; MARCHESE, 2006; SANGALLI et al., 2012; WATZLAWICK; SCHOENINGER; YAMAJI, 2003) crescendo menos na presença de calagem.

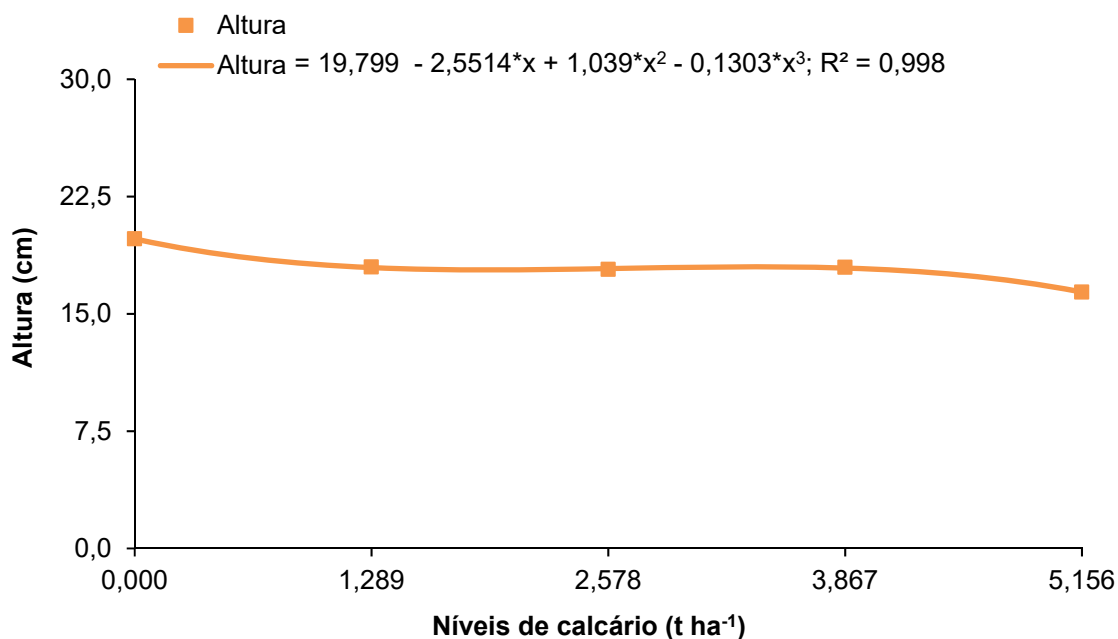


Figura 1 – Altura de plantas de carobinha cultivada calcário em cinco níveis. Médias de seis épocas. Agruparam-se os dados de tipo de solo. ^{n.s.} não significativo, * significativo a 0,05 prob. ** significativo à 0,01 prob. Fonte: Gonçalves et al., 2017.

O tipo de solo afetou a altura das plantas de carobinha (**Figura 2**). Quando cultivada no solo, as plantas cresceram mais (25,13 cm) e com comportamento quadrático, do que quando cultivadas em solo (50%) + areia (50%), com altura máxima de 19,58 cm e comportamento cúbico.

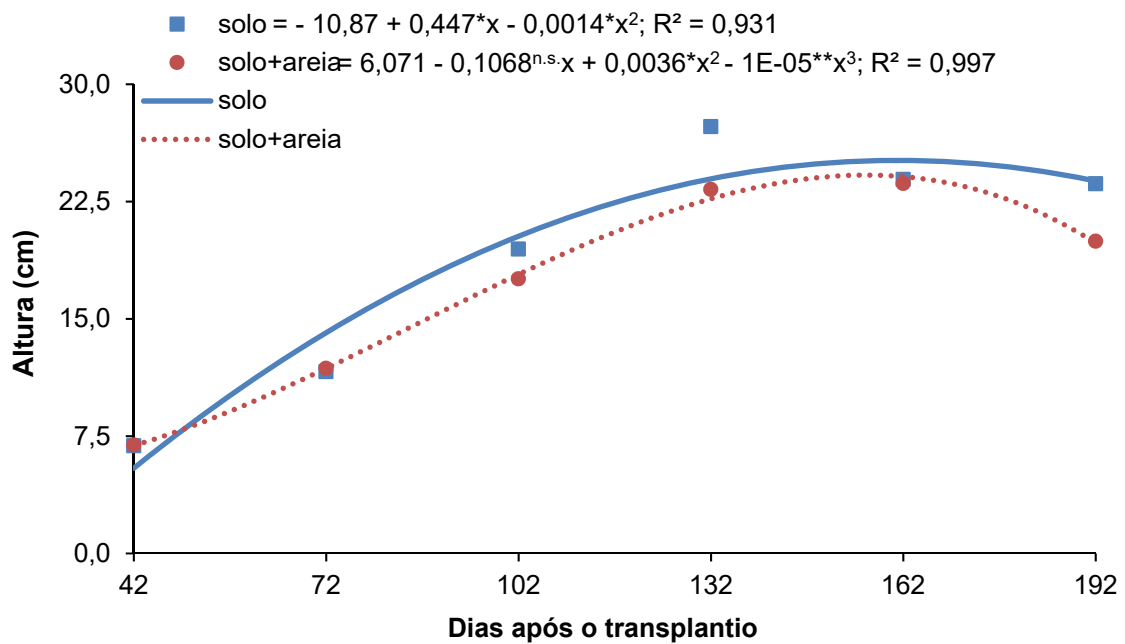


Figura 2 – Altura de plantas de carobinha ao longo do tempo cultivada em tipos de solo. Médias de seis épocas. Agruparam-se os dados de níveis de calcário. ^{n.s.} não significativo, * significativo à 0,05 prob. ** significativo à 0,01 prob. Fonte: Gonçalves et al., 2017.

A carobinha ocorre, principalmente, em solos arenosos, porém aqui demonstra-se que a espécie pode se adaptar e melhor em solos argilosos.

Os níveis de calcário, também, afetaram as fluorescências máxima (**Figura 3**) e variável da clorofila da carobinha, esta última interagindo com o tipo de solo (**Figura 4**). Obteve-se o maior valor da fluorescência máxima, quando aplicaram-se 1,289 t ha⁻¹ de calcário.

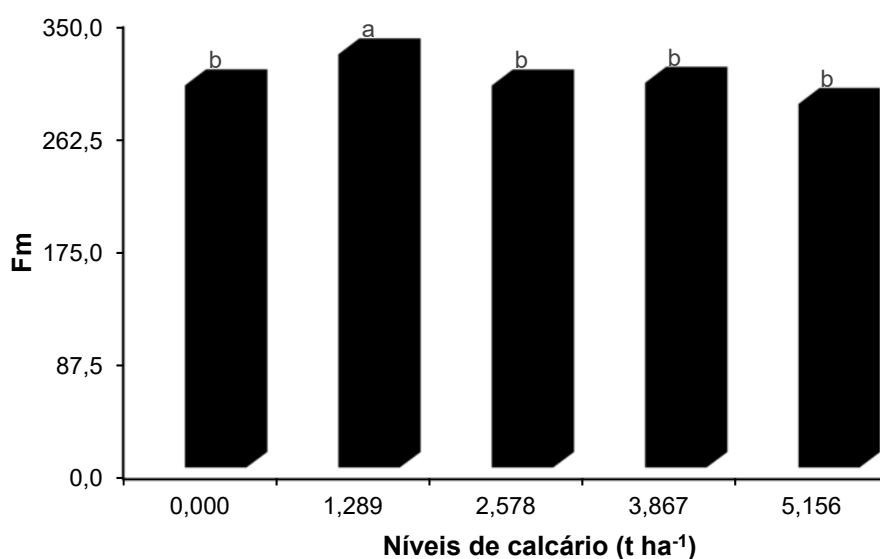


Figura 3 – Fluorescências máxima e variável da clorofila de carobinha cultivada com níveis de calcário. Agruparam-se os dados de tipo de solo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste SNK (0,05 prob.). Fonte: Gonçalves et al., 2017.

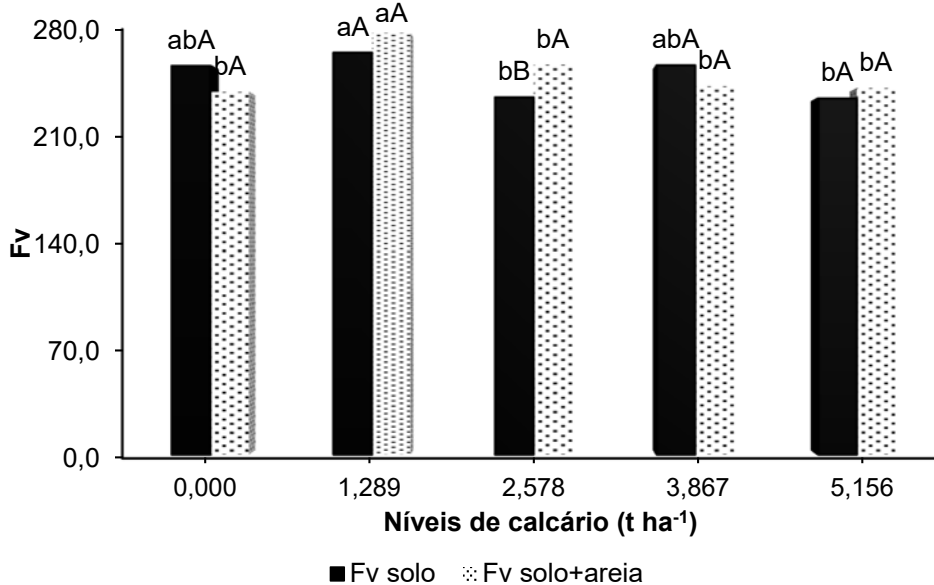


Figura 4 – Fluorescência variável da clorofila de carobinha cultivada em solo ou solo + areia calcário em cinco níveis. Agrupou-se os dados de tipo de solo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste SNK (0,05 prob.), letras maiúsculas comparam os níveis de calcário e minúsculas os tipos de solo. Fonte: Gonçalves et al., 2017.

A fluorescência é uma luz emitida, com ponto máximo na faixa de 682 nm e outro, menos pronunciado, em 740 nm, dependo da luz de excitação e sob temperatura ambiente (20 a 25°C). Quando todos os centros de reação (Qa) estão reduzidos mede-se a fluorescência máxima da clorofila (CAMPOSTRINI, 1998).

Assim, quanto mais aceptores, maior a fluorescência máxima e maior a disponibilidade de energia para as reações não fotoquímicas da fotossíntese.

Obtiveram-se as maiores fluorescências variáveis da clorofila em carobinhas cultivadas em solo sob os níveis de 0,000; 1,289 e 3,867 t ha⁻¹ de calcário, e em solo + areia sob 1,289 t ha⁻¹ de calcário.

4- CONCLUSÕES

A calagem reduz o crescimento das plantas de carobinha; enquanto que o solo argiloso proporciona maior crescimento.

Quanto menor o nível de calcário, maior a fluorescência da clorofila da carobinha; não havendo efeito do tipo de solo.

REFERÊNCIAS

CAMPOSTRINI, E. Fluorescência da clorofila a, considerações teóricas e aplicações práticas. **UENF**, 198f, p. 1-34, 1998.

CARVALHO, A. P. DE et al. (EDS.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

CASAGRANDE, J. C. et al. Antioxidant and cytotoxic activity of hydroethanolic extract from *Jacaranda decurrens* leaves. **PLoS ONE**, v. 9, n. 11, p. e112748, 17 nov. 2014.

FURTINI NETO, A. E. et al. Liming effects on growth of native woody species from Brazilian Savannah. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 5, p. 829–837, maio 1999.

GONÇALVES, W. V. et al. Fósforo e cama-de-frango semidecomposta na produção de carobinha (*Jacaranda decurrens* subsp. *symmetrifoliolata*). **Horticultura Brasileira**, v. 2, n. Suplement, p. 3215–3220, 2010.

GOUVEA, A. B. et al. Influência da densidade de plantio e da cama de frango na produção da carobinha (*Jacaranda decurrens* Cham. ssp. *symmetrifoliolata* Farias & Proença). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 3, p. 481–489, 2014.

GUERREIRO, C. P. V.; MING, L. C.; MARCHESE, J. A. Production of aerial and

underground biomass of carobinha (*Jacaranda decurrens* Cham.–Bignoniaceae) at different harvest times1. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. esp., p. 80–82, 2006.

KISSMANN, C. et al. Biorregulador e pré-condicionamento osmótico na germinação de sementes e no crescimento inicial da muda de carobinha (*Jacaranda decurrens* subsp. *symmetrifoliolata* Farias & Proença) - Bignoniaceae. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 1, p. 58–67, 2011.

KOTTEK, M. et al. World Map of the Koppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259–263, 10 jul. 2006.

MOREIRA, D. G. et al. Produtividade de vinagreira, pimenta rosa e carobinha cultivadas em sucessão a mucuna preta e feijão de porco. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 1, p. 326–335, 2016.

ONAGA, G.; WYDRA, K. Advances in Plant Tolerance to Abiotic Stresses. In: ABDURAKHMONOV, I. Y. (Ed.). **Plant Genomics**. Rijeka: InTech, 2016. p. 167–228.

REZENDE, A. V. et al. **Cerrado: ecologia e flora**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

SANGALLI, A. et al. Desenvolvimento e produção da carobinha (*Jacaranda decurrens* Cham. subsp. *symmetrifoliolata* Farias e Proença) cultivada sob dois arranjos de plantas, com ou sem cobertura de cama-de-frango no solo. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 4, p. 439–446, 2011.

SANGALLI, A. et al. Fruit and seed morphometry and germination of “carobinha” (*Jacaranda decurrens* subsp. *symmetrifoliolata*) seeds after storage. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 2, p. 267–275, 2012.

SANTOS, J. A. et al. Anti-inflammatory effects and acute toxicity of hydroethanolic extract of *Jacaranda decurrens* roots in adult male rats. **Journal of ethnopharmacology**, v. 144, n. 3, p. 802–5, 18 dez. 2012.

SANTOS, H. G. DOS et al. O novo mapa de solos do Brasil - legenda atualizada Rio de Janeiro, Brazil: Embrapa Solos, 2011. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/mapas/brasil/solos.pdf>

WATZLAWICK, L. F.; SCHOENINGER, E. R.; YAMAJI, F. M. Classificação ecológica das

espécies arbóreas. *Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais*, v. 1, n. 2, p. 69–78, 2003.

ABSTRACT: Brazilian Cerrado's plants may or may not respond to liming, as well as adapting differently to soil's types. Then, here we identify the effect of liming and soil texture on the growth and chlorophyll integrity of carobinha. A pot trial was conducted at 22° 11'44,45"S latitude, 54° 56'07,31"W longitude, 460 m height. It was tested five levels of limestone (0,000; 1,289; 2,578; 4,000; 5,160 Mg ha⁻¹) in soil (100% soil) or soil + sand (50% soil + 50% sand), arranged in a 5 x 2 factorial, in completely randomized blocks, with 4 blocks and six plants for plot. Plant height and chlorophyll fluorescence was measured. Limestone levels affect plant height of carobinha. Soil types affect plant height in time. Limestone levels also affect maximum and variable fluorescence, the last interacting with soil types. Liming reduced the plant growth, in contrast clay soil improved carobinha's plant growth in time. Liming promotes maximum fluorescence only at minimum level of limestone, and independently of soil texture the minimum limestone level led to highest variable chlorophyll fluorescence.

KEY WORDS: Brazilian Cerrado, limestone, soil types.

CAPÍTULO XVI

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DE SOLOS COM MANEJOS DISTINTOS

**Vander Rocha Lacerda
Pedro Henrique Lopes Santana
Regynaldo Arruda Sampaio
Márcio Neves Rodrigues
Priscila Ramos Vieira
Nicolay Wolff Ruppim
Lud' Milla Melúcio Guedes
Humberto Alencar Paraíso**

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DE SOLOS COM MANEJOS DISTINTOS

Vander Rocha Lacerda

Universidade Federal de Minas Gerais – Campus Montes Claros-MG

Pedro Henrique Lopes Santana

Universidade Federal do Espírito Santo – Campus Alegre-ES

Regynaldo Arruda Sampaio

Universidade Federal de Minas Gerais – Campus Montes Claros-MG

Márcio Neves Rodrigues

Universidade Federal de Minas Gerais – Campus Montes Claros-MG

Priscila Ramos Vieira

Universidade Federal de Viçosa

Nicolay Wolff Ruppim

Universidade Federal de Minas Gerais – Campus Montes Claros-MG

Lud' Milla Melúcio Guedes

Universidade Federal de Minas Gerais – Campus Montes Claros-MG

Humberto Alencar Paraíso

Universidade Federal de Minas Gerais – Campus Montes Claros-MG

RESUMO: À medida que a agricultura e a pecuária se expandem, vão causando alterações nas características do solo. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da pastagem bem manejada e degradada, comparativamente, quanto as características químicas e físicas de um Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico sob Cerrado. Os sistemas avaliados foram: i) pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com mais de 10 anos de atividade, ii) pastagem degradada de *Panicum maximum* com áreas de solo exposto, e iii) vegetação nativa (testemunha). As amostras de solo foram coletadas na camada 0-20cm de profundidade. As análises químicas e físicas foram realizadas no laboratório de análises de solos da UFMG/ICA. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com três tratamentos e quatro repetições. Foram constatadas alterações nas características químicas e físicas do solo. O pasto bem manejado apresentou propriedades químicas e físicas semelhantes a vegetação nativa. O manejo adequado do solo mantém a sua qualidade a longo prazo.

PALAVRAS-CHAVE: pastagem, degradação do solo, conservação do solo.

1.INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos, as atividades agropecuárias vêm alterando a cobertura vegetal original de parte do território brasileiro (Faria et al., 2010). O aumento de áreas agrícolas com desmatamento, adoção de mecanização intensiva e uso de

práticas de manejo inadequadas, promovem alterações nas propriedades químicas e físicas do solo, as quais levam aos processos erosivos, provocando a redução da produtividade, principalmente devido à erosão superficial e conseqüente perda de nutrientes e matéria orgânica, o que torna a atividade pastoril mais difícil e mais onerosa (Salton & Hernani, 1998).

Os diferentes manejos causam alterações nos teores de matéria orgânica (MO), na capacidade de troca de cátions (CTC), no pH, na dinâmica dos íons e na agregação do solo. Estas alterações tornam-se mais evidentes conforme aumenta o tempo de utilização da área (Tornquist et al., 1999; De Maria et al., 1999). Há, portanto, a necessidade de estudos que analisem a substituição de floresta por pastagem, verificando as modificações dessa atividade no solo (Silva et al., 2007).

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da pastagem bem manejada e degradada, comparativamente, quanto as características químicas e físicas de um Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico sob Cerrado.

2.MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (16°41'S e 43°50'W), localizado no município de Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. O solo em estudo foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico com relevo suave. De acordo com a classificação de Köppen o clima local é Aw, tropical semiárido, quente e seco, com precipitação média anual que varia de 1.000 a 1.200 mm, com estação seca bem definida e período de chuvas concentradas nos meses de outubro a março. A temperatura média anual é de 24,2°C e a altitude é de 598 metros. A área experimental foi implantada em dezembro de 2008.

Os sistemas avaliados foram: Pastagem cultivada (PAC) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com mais de 10 anos de atividade; Pastagem degradada (PAD) de *Panicum maximum* com áreas de solo exposto, apresentando erosões laminares e em sulcos; e Vegetação nativa de Cerrado (VN), sem intervenção antrópica, (testemunha).

As análises químicas do solo foram realizadas em 4 amostras compostas retiradas aleatoriamente dentro de cada tratamento na camada 0-20 cm de profundidade. As amostras coletadas foram levadas para o Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal de Minas Gerais/Campus Montes Claros, secas ao ar livre e passadas na peneira de 2 mm de abertura para determinação dos atributos químicos: pH em água; matéria orgânica (MO); Ca, Mg e Al trocáveis; P (Mehlich-1), P (remanescente), K disponível e H + Al (Embrapa, 1997). Com os resultados, calcularam-se a capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva (t), CTC a pH 7,0 (T), soma de bases (SB) e saturação por bases (V).

As análises físicas foram realizadas em 4 amostras indeformadas retiradas aleatoriamente dentro de cada parcela na camada 0-20 cm de profundidade. Foram determinados os seguintes atributos físicos: Estabilidade dos agregados (Kemper & Chepil, 1965), umidade do solo (EMBRAPA, 1997), pela diferença de peso, a densidade do solo (Ds) foi determinada com auxílio do anel volumétrico e a densidade de partículas (Dp) pelo método do balão volumétrico, posteriormente, com os dados de Ds e Dp obteve-se a porosidade total (Pt) (Claessen, 1997).

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atributos químicos avaliados apresentaram pequena variação entre as áreas com diferentes pastagens. Houve diferenças mais visíveis quando comparados o pasto degradado com a vegetação nativa (Tabela 1), o que corroboram os resultados observados por Carneiro et al. (2009).

Na tabela 1, quanto as propriedades químicas, está descrito que em ambos os sistemas de pastagem estudados os valores de pH foram iguais e correspondem a classificação “alta” para valores de pH, ou “acidez fraca”, segundo a Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais. Esses valores são influenciados diretamente pela SB e V%, que apresentaram valores igualmente elevados, caracterizando os solos como de boa fertilidade. Já o pH da vegetação nativa foi menor entre os tratamentos provavelmente devido a calagem realizada nas pastagens, que é uma prática comum realizada na implantação de culturas no solo do Cerrado. Esta observação corrobora com Andrade et al. (2012) por observar que o pH do solo foi menor na área sob vegetação nativa em todas as profundidades avaliadas (0-10, 10-20 e 20-30 cm), comparadas com área desmatada.

Área	pH	Ca ²⁺ Mg ²⁺ K ⁺	H+Al	P-Mehlich	P-rem	SB	t	T	V	MO
		-----cmolcdm ⁻³ -----		mg dm ⁻³	mg L ⁻¹		-----cmolcdm ⁻³ -----		%	DagKg ₁
VN	6,1 ^C	8,6 ^A 2,45 ^A 472,5 ^A	2,42 ^A	4,8 ^{AB}	36,5 ^C	11,1 ^A	11,1 ^A	11,1 ^{ABC}	100 ^A	8,3 ^A
PAC	6,5 ^{AB}	7,2 ^{AB} 2,5 ^A	469,3 ^A	2,28 ^A 1,6 ^B	41,4 ^{AB}	10,0 ^{BC}	10,0 ^{BC}	10,0 ^{ABC}	82,5 ^B	7,1 ^{AB}
PAD	6,5 ^{AB}	5,4 ^{AB} 2,35 ^A	454,6 ^A	2,51 ^A 3,7 ^B	40,7 ^{BC}	9,6 ^{BC}	9,6 ^{BC}	9,6 ^{BC}	80,5 ^B	4,9 ^C

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). VN = Vegetação Nativa; PAC = Pasto cultivado; PAD = Pasto degradado.

Tabela 1: Propriedades químicas nos diferentes sistemas de uso e manejo do solo de área experimental instalada no ICA/ UFMG, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil.

Os valores obtidos para SB foram altos, pois atingiram valores superiores a 6 cmolc dm⁻³. Além disso, a inexistência de alumínio trocável, juntamente com os altos teores de Ca e MO, contribuíram para uma boa CTC (T) que, aliado a valores

baixos de acidez potencial (H+Al), propiciaram alta saturação por bases (V), caracterizando o solo como eutrófico.

Os teores de matéria orgânica do solo foram mais elevados na vegetação nativa e no pasto cultivado. A proteção física da MO contra a ação microbiana exercida pela estrutura do solo promovida pelas raízes fasciculadas das gramíneas pode explicar a maior concentração de MO nestas áreas (Balesdent et al., 2000), corroborando que uma pastagem bem manejada conserva a matéria orgânica do solo em níveis similares ao solo de mata nativa.

O desmatamento para implantação da pastagem altera o estado de equilíbrio de ecossistemas por meio do aumento da velocidade de decomposição ou da destruição da serrapilheira. (Faria et al. 2010). Essas práticas de manejo devem ser evitadas (Fonseca, 1984), e o P exportado pelas pastagens por intermédio da alimentação animal deve ser repostado via adubação. Portanto, independentemente do manejo do solo, predominaram teores baixos de P, devido provavelmente à fixação de P por óxidos e hidróxidos de Fe e Al nos solos com altos teores de argila.

Quanto as propriedades físicas na tabela 2 está descrito que os manejos e usos do solo promoveram alterações ($p < 0,05$) na densidade do solo (Ds), que foi superior a encontrada na vegetação nativa em decorrência do uso de máquinas agrícolas nas áreas manejadas, semelhante ao encontrado por Torres et al. (2011).

O resultado obtido para a densidade do solo no sistema PAD, apesar de diferir estatisticamente do sistema VN, não está acima da faixa limite de $1,75 \text{ g cm}^{-3}$, proposto por Reinert et al. (2008) em Argissolo Vermelho, para o desenvolvimento adequado das raízes. No caso do VN, a baixa densidade é explicada pela grande quantidade de raízes, principalmente próximas à superfície do solo.

Tratamentos	Ds (g cm^{-3})	VTP	Umd (%)	IEA (%)
PAD	1,6837 A	33,6200 A	6,7163 C	79,1198 A
PAC	1,5189 BC	37,1500 AB	11,1066 A	89,6022 A
VN	1,4880 C	38,8350 AB	10,3356 AB	87,2442 A

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2: Densidade do solo (Ds), volume total de poros (VTP), umidade do solo (Umd) e índice de estabilidade de agregados (IEA) de um Latossolo Vermelho, submetidos a diferentes sistemas de manejo.

O VTP não foi influenciado pelos diferentes sistemas de uso e manejo, entretanto, sua pequena redução nas áreas manejadas em relação a vegetação nativa pode ser explicada pelo pisoteio de animais, maquinário agrícola e manejo incorreto que interferem na estrutura do solo, o que está de acordo com as observações de Tormena et al. (1999).

Os maiores teores de umidade foram analisados no sistema VN e PAC, devido à grande cobertura vegetal e matéria orgânica no solo, especialmente na vegetação nativa. Condições não observadas no PAD, o que explica a pior média encontrada entre os tratamentos.

O índice de estabilidade dos agregados (IEA) foi similar em todos as áreas analisadas. A menor média observada foi a do pasto degradado. A redução no tamanho dos agregados pode ocorrer devido à maior pressão recebida por este solo, e pela influência negativa da pouca cobertura e teor de matéria orgânica que foi verificada pela tendência de redução nos valores deste solo, embora estatisticamente similar aos demais.

Quando a pastagem é mal manejada, há a possibilidade de rápida degradação do sistema, mesmo que as condições químicas do solo sejam preservadas. Nesse caso, com o pisoteio excessivo, ocorre a formação de fina camada de selamento na superfície do solo, o que afeta a infiltração e o armazenamento de água, dificultando a germinação das sementes e o estabelecimento de plântulas, degradando o ambiente (Souza et al., 2007; Valentin e Bresson, 1992;), como é o caso do sistema PAD.

4.CONCLUSÃO

Os diferentes manejos nos sistemas pastoris alteraram as propriedades químicas e físicas do solo. O sistema com pastagem bem manejada em atividade manteve seus atributos químicos e físicos próximos aqueles observados na vegetação nativa. As concentrações dos atributos químicos colaboraram para a avaliação da qualidade do sítio, subsidiando a comprovação de manejos de solo mais sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. K. F., D'ANDREA, A. F., ROLIM, H. O., LEITE, E. P. F., D'ANDREA, R. M. S., & RODRIGUES, G. C. Atributos de fertilidade relacionados à qualidade do solo em mata nativa e área desmatada na bacia do rio Cuiá, em João Pessoa, PB. In **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação** (August, 2012).

BALESDENT, J.; CHENU, C.; BALABANE, M. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. **Soil and Tillage Research**, v.53, p.215-230, 2000.

CARNEIRO, M.A.C., E.D. SOUZA, E.F. REIS, H.S. PEREIRA, W.R. AZEVEDO. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.33, p.147-158, 2009.

CLAESSEN, M.E.C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS. 212p. 1997

DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. & SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 3, p. 703-709, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, CNPS. 212p, 1997.

FARIA, A. F. G. D., SANTOS, A. C. D., SANTOS, T. M. D., & BATISTELLA FILHO, F. Influência do manejo do solo nas propriedades químicas e físicas em topossequência na bacia do rio Araguaia, Estado do Tocantins. **Revista Brasileira de ciência do solo**, v. 34 n. 2, 517-524, 2010.

FONSECA, S. Propriedades físicas, químicas e microbiológicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob eucalipto, mata natural e pastagens. Viçosa, MG, **Universidade Federal de Viçosa**, 1984. 78p. (Tese de Mestrado)

KEMPER, W.D. & CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, **American Society of Agronomy**, 1965. p. 449-510

REINERT, D. J.; ALBUQUERQUE, J. A.; REICHERT, J. M.; AITA, C.; ANDRADA, M. M. C. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1805-1816, 2008.

SALTON, J.C. & HERNANI, L.C. Adoção. In: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C. & FONTE, C.Z. *Sistema de plantio direto*. Brasília, **Embrapa Agropecuária Oeste**, 1998. p.21-35.

SILVA, C.R.; PEREIRA, J.M.; ARAÚJO, Q.R.; PIRES, A.J.V. & DEL REI, A.J. Alterações nas propriedades químicas e físicas de um Chernossolo com diferentes coberturas vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:101-107, 2007.

SOUZA, E. S.; ANTONINO, A. C. D.; LIMA, J. R. S.; GOUVEIA NETO, G. C.; SILVA, J. M.; SILVA, I. F. Efeito do encrostamento superficial nas propriedades hidráulicas de um solo cultivado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, p.69-74, 2007.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. & LIBARDI, P.L. Soil physical quality of a Brazilian Oxisol under two tillage systems using the least limiting water range approach. **Soil and Tillage Research**, v. 52, n. 3, p. 223-232, 1999.

TORNQUIST, C. G. F. M.; HONS, S. E.; FEAGLEY, J.; HAGGAR. Agroforestry system effects on soil characteristics of the Sarapiquí region of Costa Rica. **Agriculture Ecosystems Environment**. v.73, p.19-28, 1999.

TORRES, J. L. R.; FABIAN, A. J.; PEREIRA, M. G. Alterações dos atributos físicos de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 437-445, 2011.

VALENTIN, C., BRESSON, L. M. Morphology, genesis and classification of surface crusts in loamy and sandy soils. **Geoderma**, v.55, p.225-245, 1992.

ABSTRACT: As agriculture and cattle raising expand, they cause changes in soil characteristics. The objective of this study was to evaluate the effect of the well - managed and degraded pasture, comparatively, on the chemical and physical characteristics of an Eutrophic Yellow Red Argisol under Cerrado. The evaluated systems were: i) pasture of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu with more than 10 years of activity, ii) *Panicum maximum* degraded pasture with exposed soil areas, and iii) native vegetation (control). Soil samples were collected in the 0-20cm depth layer. Chemical and physical analyzes were carried out in the UFMG / ICA soil analysis laboratory. The experimental design was a randomized block design with three treatments of four replicates. Changes were observed in the chemical and physical characteristics of the soil. The well-managed pasture presented chemical and physical properties similar to native vegetation. Proper soil management maintains its long-term quality.

KEY WORDS: grazing, soil degradation, soil conservation.

CAPÍTULO XVII

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, MINERALOGIA E MORFOLOGICA DE UM SOLO RESIDUAL COMPACTADO COM PROBLEMAS EROSIVOS

**Julio César Bizarreta Ortega
Tácio Mauro Pereira de Campos**

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, MINERALOGIA E MORFOLOGICA DE UM SOLO RESIDUAL COMPACTADO COM PROBLEMAS EROSIVOS

Julio César Bizarreta Ortega

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental

Rio de Janeiro - Rio de Janeiro.

Tácio Mauro Pereira de Campos

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental

Rio de Janeiro - Rio de Janeiro

RESUMO: Solos residuais são utilizados como material para a construção de coberturas finais. Alguns de estes materiais compactados apresentam baixa condutividade hidráulica, elevada densidade seca, mas seu potencial erosivo é considerável. Em este trabalho são caracterizadas amostras coletadas em uma camada de cobertura final de aterro de resíduos sólidos urbanos. Este material procede de jazidas de solos residual de rochas metamórficas, localizado em Duque de Caxias – Rio de Janeiro. Problemas erosivos do nível sulcos foram detectados nos taludes da mencionada cobertura. O material resulto ser um silte arenoso com argila, com teor de argila de 13%. A fração fina (silte+argila) está constituído principalmente de caulinita, com quantidades baixas de quartzo, goethita e hematita. As imagens de micrografias confirmam a predominância da caulinita. A reduzida quantidade de argila, matéria orgânica, teor de óxidos de ferro, e nenhum teor de gipsita, faz com que este material seja potencialmente erodível.

PALAVRAS-CHAVE: solo residual compactado; caracterização; caulinita.

1- INTRODUÇÃO

A cobertura final tem a função de reduzir a percolação das águas de chuva para o interior do aterro sanitário. Solos residuais compactados são utilizados com frequência em países tropicais para a construção das coberturas finais. Por exemplo em Singapore, segundo relata Krisdani et al. (2005), foi construído uma cobertura final do tipo barreira capilar utilizando um silte arenoso, solo residual da formação do granito Bukit Timah no Cingapura.

A parte mais susceptível aos problemas erosivos e de estabilidade são os taludes da cobertura, em especial em ambientes tropicais donde os níveis de precipitação são elevados. Solos residuais tropicais do tipo argila siltosa com areia, com caulinita como fase mineralógica predominante mostraram elevados valores de perda de solo em Lavras, em Lavras, Sul de Minas Gerais (Silva et al. 2001). Ao

comparar duas materiais com diferente predominância de caulinita, Silva et al. (2005) conclui que o material com maior predominância de caulinita, baixos teores de óxidos de ferro, e baixa permeabilidade apresentam maiores valores de perdas de solo. Agora o material com baixo teor de caulinita e elevado teor de gibssita apresentou reduzida perda de solo. Benahmed e Bonelli (2012) mostraram experimentos relativos a erosão interna com um material caulinitico compactado 70% de argila e 30% de silte, com resultados positivos para a erodibilidade do material. Existe na literatura referencias que os solos residuais cauliniticos podem apresentar elevado potencial erosivo.

O objetivo de este trabalho é caracterizar um solo residual compactado que apresenta problemas erosivos. Mediante análises das fases mineralógicas procuramos conhecer que mineral está involucrado com tal comportamento, e que quantidade de argila está presente no solo.

2- MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

O solo residual procede de uma jazida da região de Duque de Caixas no Rio de Janeiro, próximo ao Aterro Municipal Jardim de Gramacho (AMJG). A zona corresponde a uma região de rochas metamórficas do tipo migmatito. Este material foi utilizado de forma compactada na construção da cobertura provisional para o AMJG no ano 2011. O material foi coletado da própria cobertura provisional mostrada na Figura 1, e em forma de amostras indeformadas e amolgadas. A cobertura provisional do AMJG está formada por uma barreira capilar com o RCD como camada grossa e a Argila como camada fina. Foram retirados dois blocos cúbicos com dimensões da ordem de 30cmx30cmx30cm da camada fina (SR).



Figura 1: Solo residual compactado na cobertura provisional do AMJG

2.2 Métodos

Caracterização física

Os ensaios de caracterização física foram: densidade relativa dos grãos (Gs), granulometria, limite de liquidez (wL), limite de plasticidade (wP), e teor de matéria orgânica (MO), foram executados com base nos procedimentos da ABNT. A granulometria foi feita por peneiramento e sedimentação usando solução de hexametáfosfato de sódio, e também usando um granulômetro a laser Martersizer 2000. A compactação foi realizada pelo método de Proctor Normal, baseada nos procedimentos da Norma Brasileira.

Caracterização química, mineralógica e morfológica

A caracterização química foi feita por meio da análise qualitativa por espectrometria de fluorescência de raios X, o equipamento utilizado foi um espectrômetro de raios-X por energia dispersiva, modelo EDX-700 da Shimadzu, do Laboratório de Catálise do Departamento de Química da PUC-Rio. A amostra utilizada foi do tipo pó, preparada por pulverização com morteiro de cerâmica e passada pela peneira com abertura 0,075 mm.

A determinação das fases mineralógicas foi realizada com o ensaio de difração de raios-X (DRX), com um difratômetro modelo D5000, do Laboratório de

Difração de Raios X do Departamento de Ciência de Materiais e Metalurgia da PUC-Rio. A amostra utilizada foi do tipo pó, obtido mediante pulverização com morteiro de cerâmica e passada pela peneira com abertura de 0,0075mm. Todas as amostras foram ensaiadas no difratômetro por um tempo mínimo de duas horas de varredura. Mediante uma análise do espectrograma e tendo como base os resultados da caracterização química (elementos e óxidos) foram identificadas as fases cristalinas. Também foi utilizada a técnica de análise quantitativa de fases pelo método de Rietveld (Young, 1995), e o programa computacional da PANalytical.

A parte da caracterização morfologia das amostras compactadas foi realizado com a microscopia eletrônica de varredura (MEV), o equipamento modelo DSM960, da ZEISS, no laboratório de microscopia eletrônica do Departamento de Ciência dos Materiais e Metalurgia da PUC-Rio. Foram analisadas as imagens provenientes dos detectores de elétrons secundários (SE), elétrons retroespalhados (BSE) e detectores de raios-X denominado EDS (espectroscopia por dispersão de energia). Também com o detector do tipo dispersão de energia foi realizada a microanálise eletrônica de raios X. A preparação da amostra para o MEV foi realizada da seguinte forma:

- a) Amostras compactadas de forma estática usando molde do tipo anel, compactador e martelo como se mostra na Figura 2. A amostra foi compactada com a umidade e densidade seca do ensaio de Proctor Normal.
- b) Amostragem da parte central do material compactado, de acordo com Bizarreta e de Campos (2013).
- c) Corte da amostra para uma menor de 1cm x 1cm, selecionando-se a parte mais plana e de maior homogeneidade.
- d) Secagem da amostra em estufa a 110°C, para o CRSU foi a 60°C.
- e) Dez minutos submetido a vácuo e, após, banhado a ouro.



Figura 2. Equipamento para realizar a compactação estática das amostras

As imagens foram analisadas visando identificar e medir os tamanhos dos poros, segundo menciona Libardi (2005) está definido como diâmetro da maior esfera inscrita no interior de um espaço poroso. O problema das coberturas finais está vinculado ao movimento e retenção de água no solo, por isso, para caracterizar o tamanho dos poros utilizaremos a relação de funcionalidade em dos poros em relação a água. Assim, dos 5 tipos de poros definidos propostos por Greenland 1977) é possível simplificar em três:

- Poros de transmissão (mais de 50 μm)
- Poros de armazenamento (0,5-50 μm)
- Poros residuais (menor que 0,5 μm)

Os poros de transmissão estão vinculados principalmente com o movimento da água e o ar no espaço poroso principalmente pela ação da gravidade, por exemplo a drenagem da água após o processo de infiltração, predominante em materiais grossos como areia e cascalho. Os poros de armazenamento são aqueles que tem a capacidade de reter a água pela ação em conjunto das forças matriciais (capilares e cc), o movimento da água é muito lento em relação aos poros de transmissão, a água em estes poros está disponível para as plantas, é habitat natural dos micro-organismos, predomínio em materiais finos como silte e argilas. Os poros residuais estão sempre cheios de água, mas a mesma não é disponível para as plantas, e tampouco pode ser removido por evaporação, inacessíveis para a maioria dos micro-organismos. Em parte dos poros residuais pode-se dar-se a movimentação unicamente de íons em solução pelo efeito de difusão.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização física

A Tabela 1 mostra um resumo dos resultados dos ensaios de caracterização física realizados. A Figura 3 mostra as curvas de distribuição granulométrica do material usando o tradicional ensaio de granulometria por peneiramento e sedimentação (PES), e também o ensaio de granulometria laser (GL). Os resultados mostram menores porcentagem de partículas no caso da GL, ou seja o PES estaria sobrestimado, Stefano et al. (2010) confirmou este peculiar comportamento da parte fina de alguns solos. Com base as informações (Tabela 1 e Figura 3) pode-se classificar o material de acordo com a ABNT como um silte arenoso com argila. De acordo com o Sistema Unificado de Classificação de Solos, é classificado como uma argila de baixa plasticidade com areia, denominação CL. Considerando as partículas de argila menores que 2 micrometros, a porcentagem de este material é baixa, 13% no caso do método de PES e 3% no caso do método de GL.

O resultado da curva de compactação mostra-se na Figura 4. A curva de saturação é relativamente distante da faixa úmida da curva de compactação. O teor de umidade ótimo é 17% e a máxima densidade seca é 1,597 g/cm³. O ensaio correspondente à faixa seca e umidade de 8,6% mostrou a presença de grumos relativamente duros, uma textura granular e espaços porosos entre os grumos mesmo após o final da compactação. O índice de vazios e a porosidade correspondente a densidade seca máxima são da ordem de 0,73 e 0,42.

Argila	Granulometria (%)				G _s	Limites de Atterberg (%)		
	Pedreg.	Areia fina	Silte	Argila		W _L	W _P	IP
SUCS	0,0	43,6	56,4		2,772	42,5	21,0	21,5
ABNT	0,0	45,3	41,7	13,0	2,772	42,5	21,0	21,5

G_s = densidade relativa dos grãos
W_L = limite de liquidez; W_P = limite de plasticidade; IP = índice de plasticidade

Tabela 1 Resumo dos ensaios de caracterização física.

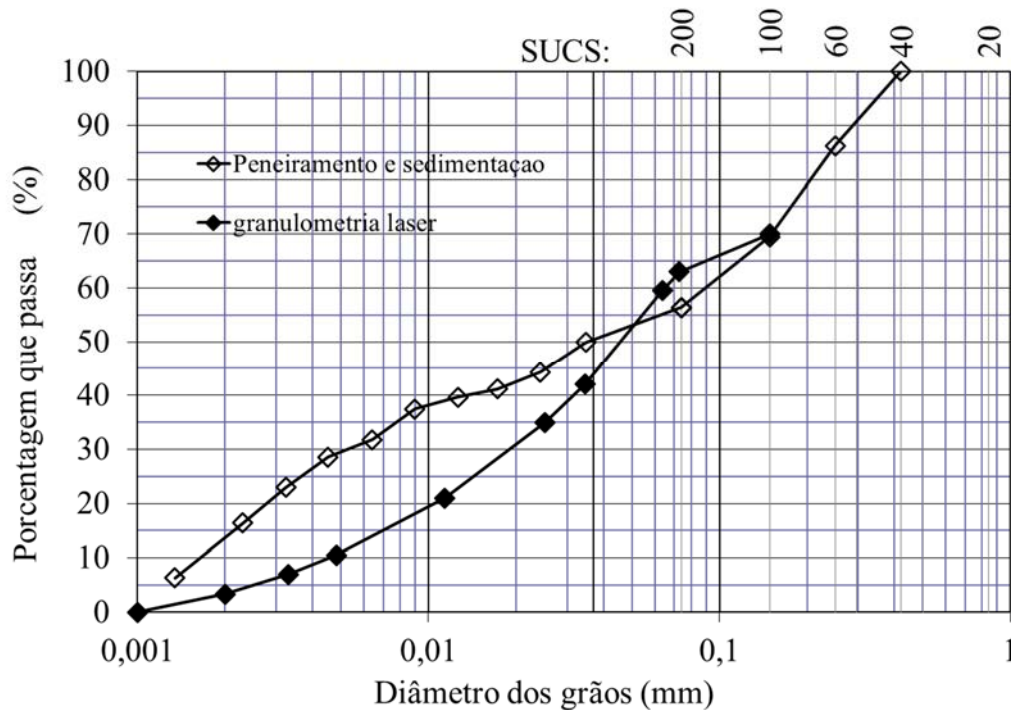


Figura 3. Distribuição granulométrica do SR

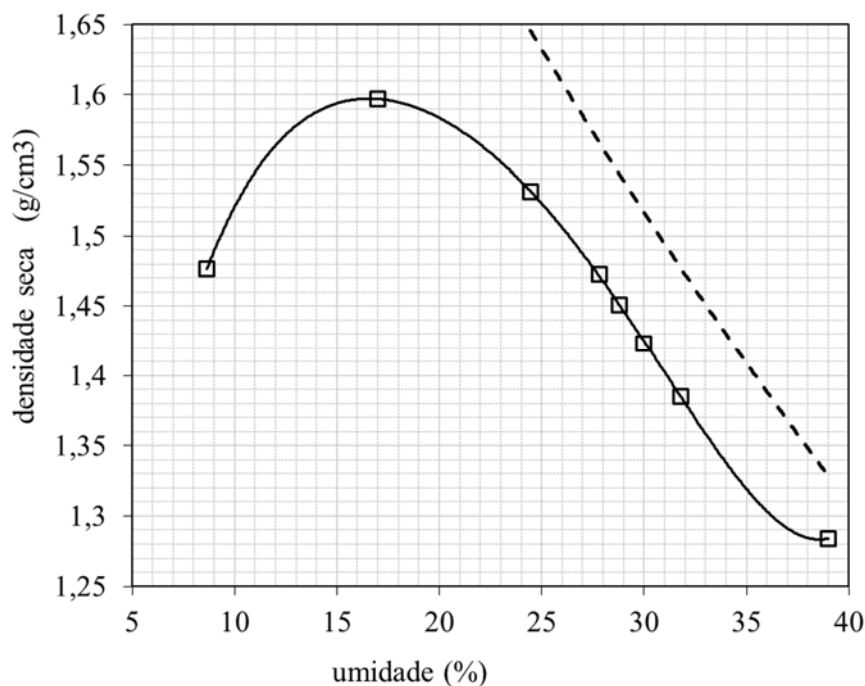


Figura 4. Curvas de compactação Proctor Normal

3.2 Análises químico, mineralógico e morfológico

A composição química do Solo Residual (SR) é mostrada na Tabela 2. O solo apresenta uma predominância dos elementos de Silício (Si), Alumínio (Al) e Ferro (Fe) com porcentagens maiores a 14%. Elementos secundários e com porcentagens menores a 2% são, Cálcio (Ca), Titânio (Ti) e Potássio (K). Outros elementos como o vanádio, zircônio, manganês, escândio, zinco e estrôncio apresentaram quantidades menores que 0,5%. Na apresentação de óxidos, a alumina e a sílica tem a maior predominância com cerca de 92,8%, seguido pelo óxido de ferro (III) com 5,2%, óxidos secundários e quantidades menores a 1% são o óxido de cálcio, dióxido de titânio e óxido de potássio.

As fases mineralógicas detectadas no ensaio de difração de raios x da fração fina (silte+argila) são caulinita, quartzo, goethita, e hematita, na Figura 5 é apresentado o difratograma. A presença da caulinita está vinculada aos importantes teores de sílica e alumina detectados no ensaio de fluorescência de raios X. O quartzo está vinculado também ao teor de sílica pois é a mesma composição química. A presença de goethita e hematita estão vinculados diretamente a coloração da amostra que é amarela a avermelhada, isso devido a presença dos oxihidróxido de ferro e os óxidos de ferro (Antunes et al. 2015; Fernandes et al. 2004). O material de quartzo seria responsável pela elevada quantidade de areia no material. Na Tabela 3 as quantidades das fases

mineralógicas são quantificadas, resultando a caulinita como a mais importante, seguido pelo quartzo, goethita e hematita.

Elemento	%	Óxidos	%
Si	43,11	Al ₂ O ₃	49,70
Al	38,33	SiO ₂	43,15
Fe	14,17	Fe ₂ O ₃	5,25
Ca	1,98	CaO	0,85
Ti	1,18	TiO ₂	0,58
K	0,53	K ₂ O	0,20
Outros	0,7	Outros	0,27

Tabela 2. Composição química da fração fina do SR.

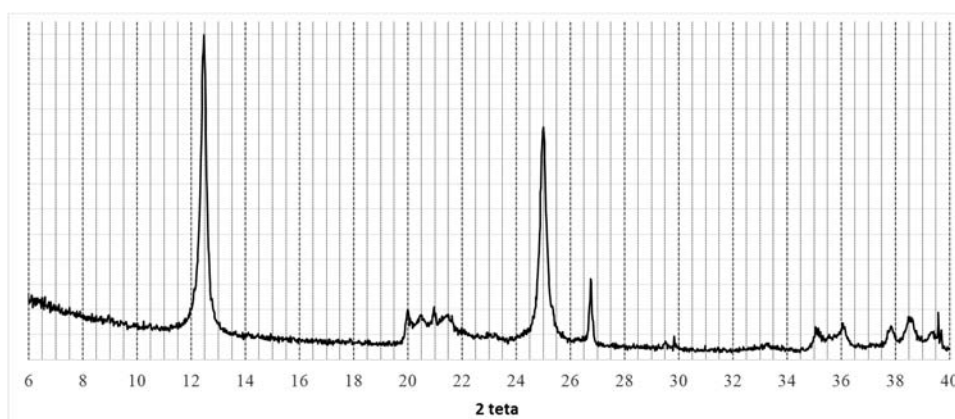


Figura 5. Difratograma da fração fina do Solo Residual. Ct: caulinita, Qz: quartzo, Gt: Goethita, Ht: hematita.

Mineral	Formula	(%)
Caulinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	93,7
Quartzo	SiO ₂	2,9
Goethita	FeO(OH)	1,2
Hematita	Fe ₂ O ₃	0,5

Tabela 3. Composição mineralógica do SR.

As imagens ao MEV do solo compactado são mostradas na Figura 6 e 7. Na primeira imagem (Figura 6) mostra-se com círculos tracejados alguns poros de armazenamento da ordem de 3 micrometros, caracterizados como caminhos preferenciais para a movimentação da água em relação aos poros menores. A segunda imagem (Figura 7) constitui uma ampliação de um de estes poros de armazenamento e zonas próximas ao mesmo. Em esta imagem pode-se visualizar a estrutura dos micro-agregados cauliniticos que apresentam uma forma de placas laminares irregulares distribuídos aleatoriamente. Alguns poros de armazenamento

e residuais são localizados entre os micro-agregados, situações similares foram reportados por Silva (2017).

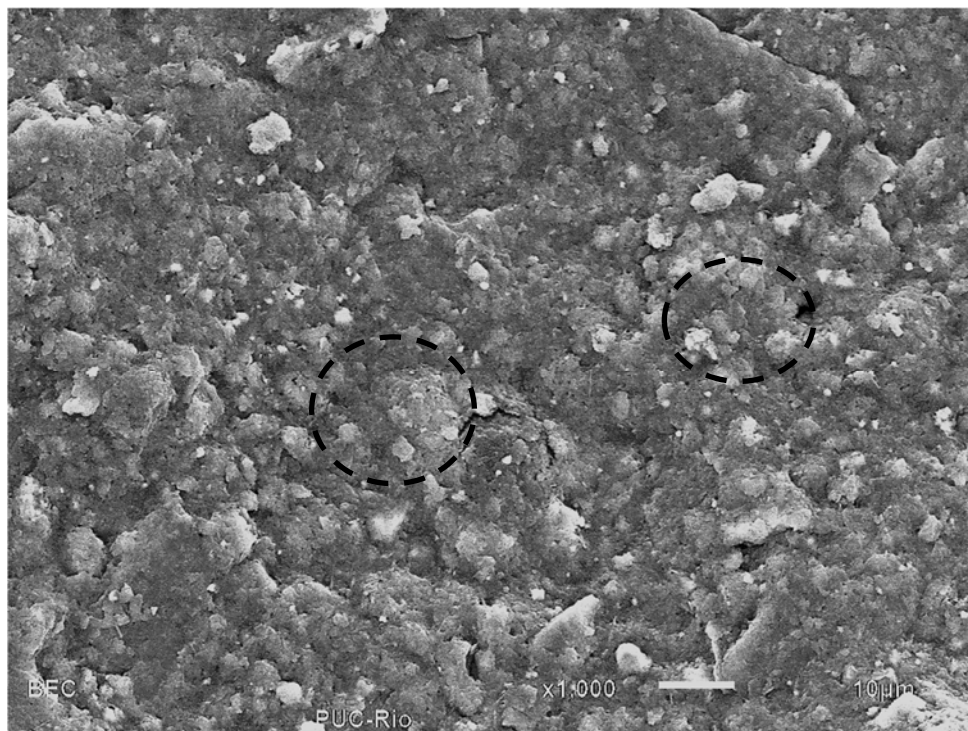


Figura 6. Imagem do MEV da Argila com um aumento de 1000X.

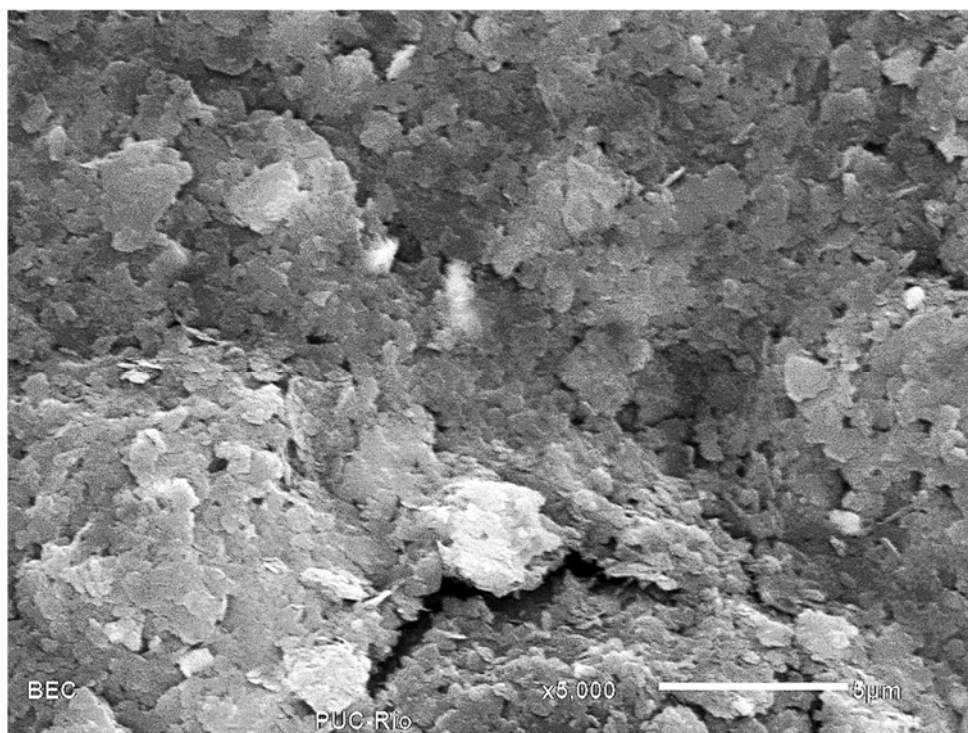


Figura 7. Imagem do MEV da Argila com um aumento de 5000X.

4- CONCLUSÕES

A alumina e a sílica foram os óxidos predominante no solo, seguida pelo óxido de ferro. A estes óxidos estão vinculados a presença de caulinita, quartzo, goethita e hematita, que são as fases principais da fração fina (silte + argila). Outros óxidos como de potássio, cálcio e titânio estão presentes em baixas quantidades, e não foi possível detectar alguma fase mineralógica com clareza.

A classificação da amostra como um silte-arenoso com argila é um indicador do potencial erosivo do material, o que contrasta com os sinais erosivos mostrados na cobertura provisional de um aterro sanitário construída com este tipo de material. De confirmar-se o elevado potencial erosivo a caulinita seria instável na estrutura de este tipo de solo compactado.

A micrografias confirmam a presença de caulinita como principal fase mineralógica. Em sua estrutura mostrasse espaços vazios que podem ser caminhos preferenciais para a percolação da água.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, F., HELENA POLIVANOV H., PORTOCARRERO H., DE CAMPOS T. Solos: Subsídio Para Estudos de Geologia de Engenharia. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, Vol. 38 – 1, p. 180-198, 2015.

BENAHMED, N., AND BONELLI, S. Internal erosion of cohesive soils: Laboratory parametric study. **6th Int. Conf. on Scour and Erosion**, ICSE 6Paris, Societe hydrotechnique de France, 1041–1047, 2012.

BIZARRETA, J. C. O.; DE CAMPOS, T. M. P. Caracterização química, mineralógica e morfológica de um resíduo da indústria de papel. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 2013, RIO DE JANEIRO. **Anais do 14º CBGE**, 2013.

FERNANDES, R. B. A.; BARRÓN, V.; TORRENT, J. e FONTES, M. P. F. Quantificação de óxidos de ferro de latossolos brasileiros por espectroscopia de reflectância difusa. **R.Bras. Ci. Solo**. 28: 2433-257, 2004.

GREENLAND, D.J. Soil damage by intensive arable cultivation: temporary or permanent?. **Phil. Trans. Royal Soc.** London, 281: 193-208, 1977.

KRISDANI, Henry; RAHARDJO, Harianto; LEONG, Eng-Choon. Behaviour of capillary barrier system constructed using residual soil. In: Waste Containment and Remediation. 2005. p. 1-15.

LIBARDI P. L. **Dinâmica da água no solo**. EDUSP, 2005.

SILVA, A.M., SILVA, M.L.N., CURI, N., LIMA, J.M., BARRETO, V.C.M. E SILVA, T.F., Perdas por erosão e erodibilidade de cambissolo e latossolo roxo no sul de Minas Gerais - Resultados preliminares. **Proceedings of VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. Goiânia (GO), 2001, pp. 1-8.

SILVA, A.M. da; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; LIMA, J.M. de; AVANZI, J.C.; FERREIRA, M.M. Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.1223-1230, 2005.

STEFANO, C. D., FERRO, V., & MIRABILE, S. Comparison between grain-size analyses using laser diffraction and sedimentation methods. **BiosystemsEngineering**,106(2),205-215, 2010.

YOUNG, R.A . **The Rietveld Method**.I.U.Cr. New York, Oxford University Press Inc, 1995.

ABSTRAC: Residual soils are used as material for the construction of final cover. Some of these compacted materials have low hydraulic conductivity, high dry density, but their erosive potential is considerable. Samples was collected in the final cover of sanitary landfills. This material comes from residual soils of metamorphic rocks, located in Duque de Caxias - Rio de Janeiro. Rill erosion problems were detected in the final cover slope. Residual soil consist of silty sand and with clay (clay content of 13%). The fine fraction (silt + clay) consists mainly of kaolinite, with low amounts of quartz, goethite and hematite. Micrographs confirm the predominance of kaolinite. Low levels of clay, organic matter, iron oxide, and gypsite increase the potential for soil erosion.

KEYWORDS: compacted residual; characterization; kaolinite; erosion.

CAPÍTULO XVIII

COMPORTAMENTO DE RÚCULA SOBRE DOSES CRESCENTES DE NITROGÊNIO NO OESTE DA BAHIA

Liliane dos Santos Sardeiro
Rafael de Souza Felix
Charles Cardoso Santana
Silas Alves Souza
Adilson Alves Costa

COMPORTAMENTO DE RÚCULA SOBRE DOSES CRESCENTES DE NITROGÊNIO NO OESTE DA BAHIA

Liliane dos Santos Sardeiro

Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Barreiras – BA

Rafael de Souza Felix

Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Barreiras – BA

Charles Cardoso Santana

Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Barreiras – BA

Silas Alves Souza

Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Barreiras – BA

Adilson Alves Costa

Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Barreiras – BA

RESUMO: A rúcula é uma hortaliça folhosa que apresenta folhas tenras que vem se destacando em todo o país, no entanto cultivada sem orientação técnica, tendo recomendações de adubação baseada em culturas de famílias e espécies distintas, ocasionando, assim, queda no seu rendimento. Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito de doses de nitrogênio na cultura da rúcula no Oeste da Bahia. O delineamento utilizado foi em blocos inteiramente casualizado. Os tratamentos foram submetidos a dosagens de (0,0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹ de N). O plantio foi realizado em Latossolo Amarelo Franco- Arenoso, onde ao final do ciclo foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de plantas, massa fresca e seca da parte aérea. Após a análise estatística observou-se que todas as variáveis analisadas responderam de forma significativa às doses de nitrogênio ajustando-se ao modelo de regressão quadrática. Assim, a altura de plantas apresentou resultados satisfatórios com aumento de 13% em relação à testemunha, massa fresca parte aérea com 71,75%, massa seca da parte aérea com 54,89%. Portanto conclui-se que o nitrogênio aplicado na cultura da rúcula no Oeste da Bahia proporciona incrementos à altura, massa fresca e seca parte aérea, tendo a máxima produção ocorrendo entre as doses de 120 e 141 kg ha⁻¹

PALAVRAS - CHAVE: *Eruca Sativa*, Cerrado da Bahia, ureia.

1- INTRODUÇÃO

A rúcula (*Eruca Sativa*) é uma hortaliça folhosa que apresenta folhas tenras sendo bastante apreciadas na forma de salada que vem se destacando em todo o país. A cultura é originária da região Mediterrânea, conhecida desde a antiguidade, como uma hortaliça. No Brasil, a espécie mais cultivada é a *Eruca sativa Miller*, representada principalmente pelas cultivares Cultivada e Folha Larga. Foi introduzida no Brasil por imigrantes italianos, pelos quais ainda é apreciada. A rúcula pertence à família das *Brassicaceae*, e é uma hortaliça com grande destaque no cenário mundial devido às suas propriedades nutritivas e medicinais, por apresentar sais minerais e vitaminas A e C (MAIA et al., 2006).

No entanto cultivada sem orientação técnica, tendo recomendações de adubação baseada em culturas de famílias e espécies distintas, ocasionando, assim, queda no seu rendimento.

A colheita da rúcula é realizada de 30 a 40 dias após a semeadura. Após esse período as folhas começam a ficar fibrosas e impróprias para o consumo, pois a planta começa e entra no estágio reprodutivo. Este, termina aproximadamente entre os 110 e 130 dias após a semeadura, quando se inicia a colheita das sementes, com duração de cerca de 25 dias (TRANI et al., 1992; MINAMI & TESSARIOLI NETO, 1998).

De acordo com Sala (2004), o consumo da rúcula proporciona vários benefícios por ser uma planta rica em proteínas, vitaminas A e C, e sais minerais como ferro e cálcio o que está associado a uma dieta equilibrada, além de ser estimulante de apetite e possuir efeitos antiinflamatório e antioxidante para o organismo. Filgueira (2000) aponta que muitas são as funções medicinais relacionadas a rúcula, ajudam no tratamento de doenças pulmonares, falta de apetite, gases intestinais, anemias, auxiliam no processo de desintoxicação do organismo, ajuda também o tratamento de triglicerídeos, devido a presença de ômega 3, ácido graxo que tem a capacidade de desobstruir as artérias, o que proporciona uma melhor circulação sanguínea.

A produção de hortaliças sob condições de cultivo intensivo requer adequado suprimento de nutrientes desde o estágio de plântula até a colheita, haja visto que o desequilíbrio nutricional, seja por carência ou excesso de nutrientes, é fator estressante para a planta. Nas hortaliças folhosas o efeito do nitrogênio se reflete diretamente na produtividade, pois o fornecimento de doses adequadas favorece o desenvolvimento vegetativo, expande a área fotossinteticamente ativa e eleva o potencial produtivo da cultura (FILGUEIRA, 2000).

Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) destaca-se pelas modificações morfofisiológicas promovidas nos vegetais. No solo, encontra-se nas formas orgânica e inorgânica, sendo que nos horizontes superficiais a forma orgânica

predomina, representando mais de 99% do N total. Este se torna lentamente disponível para as plantas pela mineralização da matéria orgânica.

Na planta, o nitrogênio possui função estrutural, sendo constituinte de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, muitas enzimas, e materiais de transferência de energia, como, a clorofila, ADP e ATP, tendo também um papel nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (Malavolta et al., 1997).

A deficiência de nitrogênio na cultura da rúcula induz menor desenvolvimento das plantas. As folhas mais velhas apresentam inicialmente leve clorose, evoluindo para uma clorose mais acentuada, podendo chegar a completo amarelecimento da planta e causar morte (KAGUIMOTO et al., 1982). Porém, uma vez que, o nitrogênio seja aplicado em excesso também pode ser prejudicial à planta. Podendo causar crescimento demasiado da parte aérea em relação ao sistema radicular, deixando a planta mais suscetível ao déficit hídrico e a deficiência de nutrientes, principalmente fósforo e potássio. Além disso, a aplicação excessiva de nitrogênio também pode causar danos ambientais como a contaminação do lençol freático.

Silva & Castellane (1985) avaliando a adubação com nitrogênio, fósforo e Potássio na cultura da rúcula, não observaram resposta quando cultivada em duas épocas experimentais (outubro e fevereiro) com o uso de 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Entretanto, Trani et al. (1994), avaliando doses de nitrogênio (0 a 240 kg ha⁻¹) em rúcula cultivada em campo no outono, observaram produtividade crescente com o aumento das doses de nitrogênio até 188 kg ha⁻¹, correspondendo a uma produtividade de 1,73 kg m⁻². Doses acima de 188 kg ha⁻¹ contribuíram para redução na produtividade

Sendo nitrogênio um dos nutrientes limitante no desenvolvimento da rúcula, torna-se essencial um estudo para estabelecer níveis de adubação que expresse bom desempenho produtivo. Desse modo, objetivou-se avaliar o efeito de doses de nitrogênio na cultura da rúcula no Oeste da Bahia.

2- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade do Estado da Bahia, campus IX, no município de Barreiras no Oeste da Bahia localizado geograficamente a 12° 53' 51,2" de latitude sul e 45° 30' 10,9" O de longitude, a uma altitude de 770m. De acordo a classificação de Koppen o clima predominante da região é do tipo AW, ou seja, tropical sub úmido com chuvas de verão e período seco bem definido no inverno. O solo da área foi classificado como LATOSSOLO AMARELO franco-arenoso, (EMBRAPA, 1999).

Previamente realizou-se a coleta de uma amostra composta de solo na camada de 0-20 cm, de profundidade, para obtenção da análise química do solo. Essa amostra foi encaminhada para o laboratório agropecuário (Agrolab), no município de Luís Eduardo Magalhães, estado da Bahia para determinação das propriedades químicas do solo (Tabela 1).

pH	P	K	Na	H+Al	Al	Ca	Mg	CTC	SB	V	M.O
H ₂ O	---mg.dm ⁻³ ---			-----cmol _c dm ⁻³ -----						---%---	
6,21	11,90	156,40	-	1,50	0,0	2,40	0,70	5,0		70,01	1,30

P, K, Na: Extrator Mehlich 1. SB: Saturação por bases
H + Al: Extrator Acetato de Cálcico 0,5 M, pH 7,0 CTC: Capacidade de Troca.
Al, Ca, Mg: Extrator KCL 1 M. M. O.: Matéria Orgânica

Teor de argila 19,10%

Limo 2,7 Areia 78,2%

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental antes de implantar o experimento.

De acordo análise química do solo, não foi necessária à aplicação de calcário para a correção do solo, pois, o pH da área experimental foi 6,2 sendo ideal para a cultura da crotalária de acordo recomendação de Salgado (1996).

Na adubação de plantio foi utilizado o Superfosfato Simples, aplicado na dose de 120 kg/P₂O₅/ha, sendo o mesmo distribuído a lanço e incorporado manualmente com auxílio de enxada no momento da semeadura.

Na implantação do experimento utilizou-se a rúcula do cultivar “cultivada” utilizando o delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas. As parcelas foram demarcadas com 1 metros de largura e 1 metros de comprimento formando uma área de 1 m², e a entrelinha de 0,3 metros entre parcelas, sendo a área total de cada bloco de 6,2 m². Os tratamentos utilizados foram: T1= 0,0 kg/N/ha (testemunha); T2 = 60 kg/N/ha; T3 = 120 kg/N/ha; T4 = 180 kg/N/ha e T5 = 240 kg/N/ha.

A aplicação do nitrogênio foi realizada de forma parcelada, ou seja, aos 11 e 21 dias após a semeadura, sendo aplicado nas parcelas a lanço de acordo cada tratamento e sua respectiva área. A fonte nitrogenada utilizada foi à ureia convencional, que apresenta 45% de nitrogênio.

A semeadura da rúcula foi realizada de forma manual, semeando as sementes dentro do sulco, e cobrindo-as, a uma profundidade de dois cm em média. Cada parcela experimental foi constituída por 4 linhas de cultivo, cada linha com 1,0 metro de comprimento e com espaçamento entre linhas de 0,25 metros. Plantou-se 40 sementes de rúcula por metro linear e o desbaste foi realizado aos 10 dias após a semeadura, deixando 20 plantas por metro linear, uma densidade populacional de 800.000 plantas por hectare.

O controle de plantas daninhas foi realizado de forma manual. Não foi necessário o controle das principais pragas e doenças da rúcula pelo fato de não se observar nenhum ataque e/ou sintoma.

As variáveis analisadas foram:

a) Altura média das plantas: Foi avaliado de acordo metodologia descrita por Santana et al. (2014), onde avaliou-se dez plantas aleatórias e representativas na área útil de cada parcela aos 35 dias após a emergência das plântulas medindo com auxílio de uma régua graduada, tendo como limite o colo e a gema apical da haste principal da planta.

b) Comprimento de raiz: Foi obtido através da medição do sistema radicular de 10 plantas aleatórias e representativas na área útil de cada parcela, aos 35 dias após a semeadura, medindo a partir do colo até a coifa da raiz mais longa, utilizando-se uma régua graduada.

c) Cobertura do solo: Foi realizado de acordo metodologia descrita por Santana et al. (2014), onde aos 35 dias após a emergência das plântulas tirou fotos com uma câmera fotográfica, tendo como orientação e conhecimento da área fotografada, um quadro de madeira de 0,5 x 0,5m na qual foi colocado no centro de cada parcela no momento da tiragem da foto. Após a amostragem, utilizou-se o programa Siscob da Embrapa Instrumentação Agropecuária para analisar as imagens utilizando técnicas de classificação e processamento de imagens digitais para quantificar a área de cobertura de cada parcela.

d) Massa úmida e seca do tecido vegetal: Coletou-se 10 plantas na área útil de cada parcela, aos 35 dias após a emergência de plântulas. As plantas retiradas nessa área foram acondicionadas em sacos plásticos para evitar perda de umidade e em seguida foram encaminhadas para o laboratório e pesadas em balança eletrônica para obtenção da massa úmida. A massa seca foi obtida através de pesagem em balança eletrônica, após secagem deste material em estufa de circulação forçada de ar, por 72 horas a 65 °C.

e) Massa úmida e seca do sistema radicular: Coletou-se através do arranqueio manual do sistema radicular de 10 plantas aleatórias e representativas na área útil de cada parcela aos 35 dias após a semeadura. Estes foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas para o Laboratório de Física do solo – UNEB Campus IX, Barreiras-BA. Após a lavagem, procedeu-se a pesagem para determinação da massa úmida, e posteriormente a secagem deste material em estufa de circulação forçada de ar, por 72 horas a 65 °C para obtenção da massa seca através de uma nova pesagem.

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F a 5% de probabilidade e análise de regressão utilizando-se o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo para todas as variáveis avaliadas de rúcula em função as doses de nitrogênio, com ajuste do modelo quadrático de regressão para ambas variáveis.

Para a variável altura de plantas, houve incrementos até a dose de 109,00 kg.ha⁻¹ de N correspondendo a 20,4321 cm de altura (Figura 1).

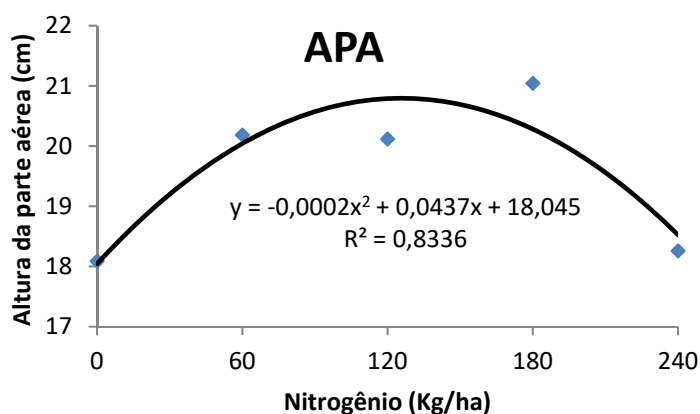


Figura 1 – Análise de regressão da altura de plantas de Rúcula cultivar cultivada aos 35 dias, em função de doses crescentes de N. UNEB, Barreiras-BA, 2015.

Este resultado contradiz com os encontrados por Cavallaro Junior et al. (2009), que comparando diferentes fertilizantes minerais e orgânicos, fontes de N e P205, em ensaio realizado sob cultivo protegido, observaram aumento na altura das plantas com o aumento das doses de nitrogênio. Já Cavalari et al (2010) observou incrementos até a dose de 172,69 kg.ha⁻¹ de N para a altura de 22,8 cm. Doses elevadas de nitrogênio tende a ocasionar fitotoxicidade pela liberação de amônio, durante o processo de hidrólise da ureia, elevando os níveis de amônio do meio. O amônio sendo absorvido pela planta em excesso é tóxico, porque dissipa gradiente de pH através da membrana citoplasmática. (Ferreira et al., 2001).

Ao final do experimento, que teve duração 35 dias a altura de rúcula foi descrita por modelo quadrático, a dose de 119 kg/ha expressou a maior altura (20,4321 cm) proporcionando incrementos na ordem de 13,23% em relação à testemunha (18,045 cm). Evidenciando assim, que doses acima de 109 kg ha⁻¹ ocasionaram um declínio na altura da planta, sugerindo que a cultura apresenta um limite de tolerância ao nutriente para o seu crescimento.

O comprimento da raiz de acordo (Figura 2) teve o melhor resultado, a dose de 145 kg/há demonstrou a maior altura (15,766), demonstrando acréscimo de 15,5103 % em comparação a testemunha (13,649).

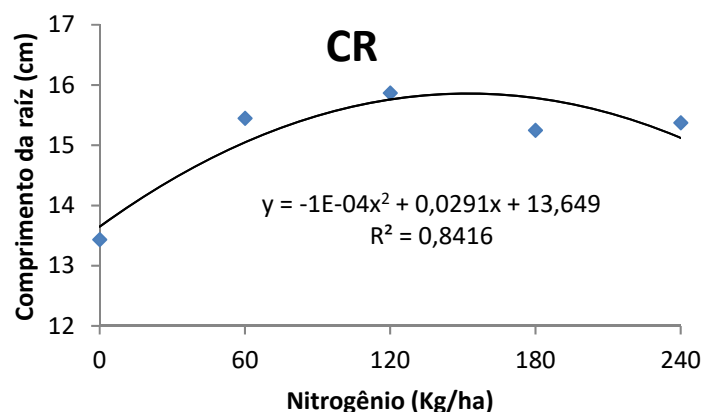


Figura 2 – Análise de regressão do comprimento da raiz de Rúcula cultivar cultivada aos 35 dias, em função de doses crescentes de N. UNEB, Barreiras-BA, 2015.

A massa fresca de rúcula foi descrita por modelo quadrático (Figura 3) evidenciando o melhor resultado, a dose de 137 kg ha⁻¹ com peso de (17706 kg ha⁻¹), demonstrando acréscimo de 71,75 % em comparação a testemunha (10309 kg ha⁻¹). Steiner et al., (2011), também observaram respostas quadráticas para massa fresca de rúcula submetida a adubação nitrogenada.

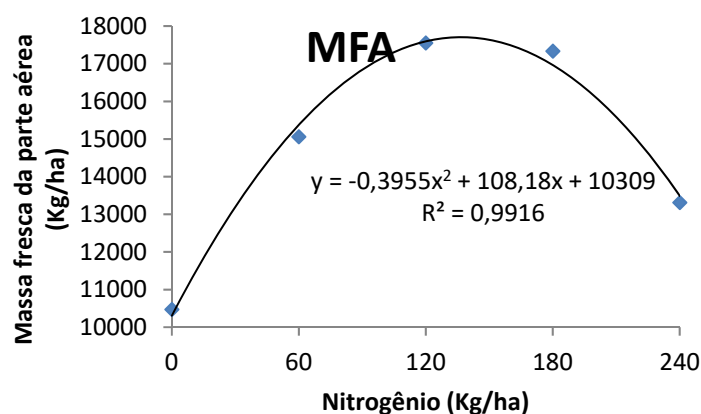


Figura 3 – Análise de regressão da massa fresca da parte aérea de Rúcula cultivar cultivada aos 35 dias, em função de doses crescentes de N. UNEB, Barreiras-BA, 2015.

De acordo com Coelho & Verlengia (1988) a abundância de nitrogênio disponível no solo promove grande crescimento vegetativo, ocorrendo nas plantas aumento da proporção de água e baixa matéria seca. Para o autor, esta característica é desejável em hortaliças folhosas, e reflete em aumento do seu peso, visto que os compostos nitrogenados participam significativamente do peso das plantas.

A massa fresca da raiz de acordo (Figura 4) teve o melhor resultado, a dose de 135 kg/há demonstrou a maior peso (1307,484), demonstrando acréscimo de 43,76 % em comparação a testemunha (909,49).

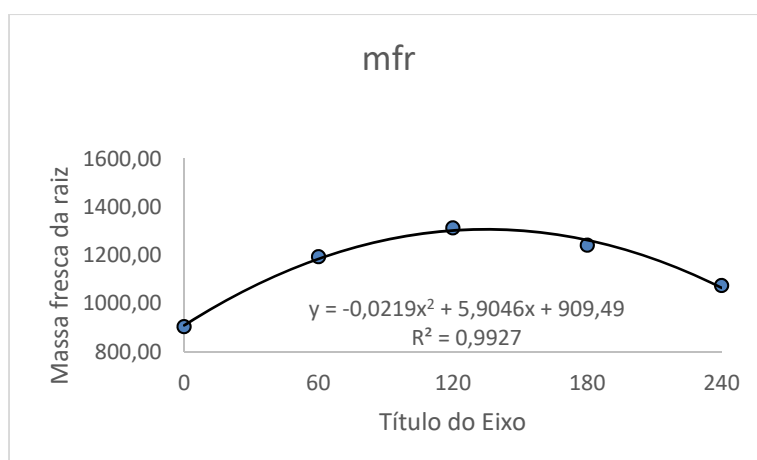


Figura 4 – Análise de regressão da massa fresca da raiz de Rúcula cultivar cultivada aos 35 dias, em função de doses crescentes de N. UNEB, Barreiras-BA, 2015.

A massa seca da parte aérea se ajustou ao modelo quadrático de regressão (Figura 3) tendo o melhor resultado, a dose de 141 kg ha-1 com o peso de (2554 kg ha-1), demonstrando acréscimo de 54,89 % em relação a testemunha (1649 kg ha-1).

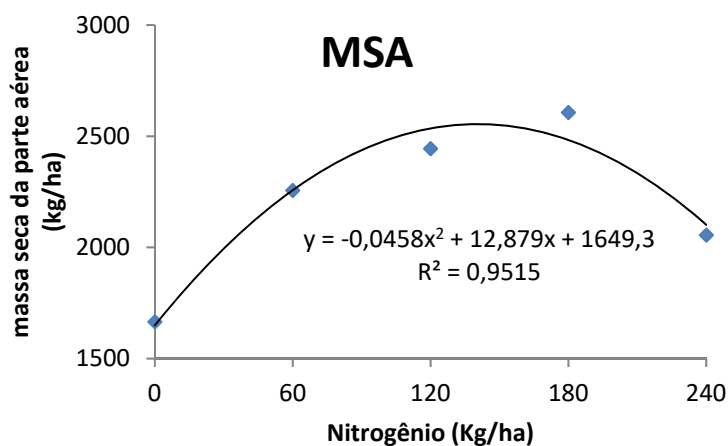


Figura 5 – Análise de regressão da massa seca da parte aérea de Rúcula cultivar cultivada aos 35 dias, em função de doses crescentes de N. UNEB, Barreiras-BA, 2015.

Purquerio et al, (2007), avaliando doses de nitrogênio em dois ambientes sobre a cultura de rúcula, verificaram aumento da massa seca até a dose de 240 kg ha-1 no campo e 234 kg ha-1 no ambiente protegido, correspondentes a 90,3 e 203 g.m-2, respectivamente.

A massa seca da raiz de acordo (Figura 6) teve o melhor resultado, a dose de 136 kg/há demonstrou a maior peso (472,1932), demonstrando acréscimo de 21,47 % em comparação a testemunha (388,73).

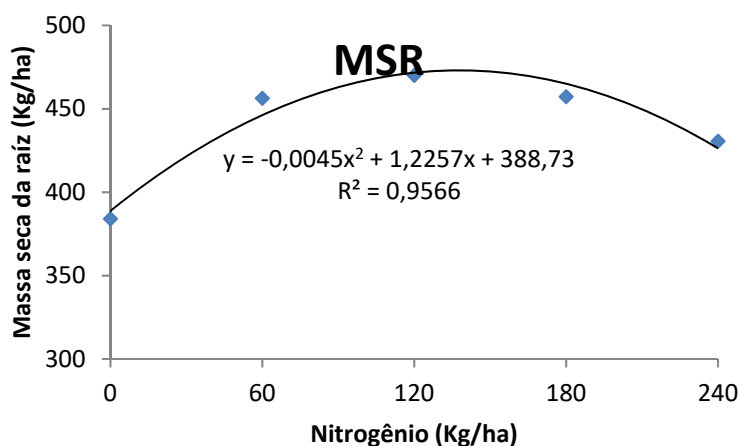


Figura 6 – Análise de regressão da massa seca da raiz de Rúcula cultivar cultivada aos 35 dias, em função de doses crescentes de N. UNEB, Barreiras-BA, 2015.

4- CONCLUSÃO

O nitrogênio aplicado na cultura da rúcula no Oeste da Bahia incrementa a altura, massa fresca e seca parte aérea, tendo a máxima produção ocorrendo entre as doses de 120 e 141 kg ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

CAVALLARO JUNIOR, M. L. Produtividade de rúcula e tomate em função da adubação N e P orgânica e mineral. *Bragantia*, v. 68, n. 02, p.347-356, 2009.

CARVALHO, K.S.; BONFIN-SILVA, E.M.; SILVEIRA, M.H.D.; CABRAL, C.E.A.; LEITE, M. Rúcula submetida à adubação nitrogenada via fertirrigação. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, v. 8, n. 15, p. 1545-1553, 2012.

CAVARIANNI RL; CONRADI MM; CECÍLIO FILHO AB; MAY A; CAZETTA JO. 2004. Acúmulo de nitrato em cultivares de rúcula em função da concentração de nitrogênio na solução nutritiva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HORTICULTURA, 44. *Resumos...* Campo Grande, SOB (CD-ROM).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Levantamento e Conservação do solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 212p. 1997.

FERREIRA, D. F. **Análise estatística por meio do SISVAR** para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, p. 284- 295, 2000.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. 2ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. vol.2. 357p.

KAGUIMOTO, L. I.; BALBI, L. A.; TEIXEIRA, N. T. **Sintomas de deficiência de nitrogênio e fósforo em rúcula (Eruca sativa L.)**. *Ecosistema*, v. 7, 1982.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MAIA, A. F. C. A; MEDEIROS, D. C; FILHO, J. L. **Adubação orgânica em diferentes substratos na produção de mudas rúcula**. *Revista Verde*,v. 2, n.2, p 89- 95. 2006

PURQUERIO, L. F. V. **Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula**. *Horticultura Brasileira*, v. 25, n. 03, p. 464-470, 2007

SANTANA,C.C. et al. **Efeito do stimulate nos aspectos agronômicos da crotalária**. Barreiras-BA, 2014.

SALA, F. C.; ROSSI, F.; FABRI, E. G.; RONDINO, E.; MINAMI, K.; COSTA, C. P. **Caracterização varietal de rúcula**. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 2, julho 2004.

STEVENSON, F. J. **Origin and distribution of nitrogen in soil**. In: STEVENSON, F. *Nitrogen in agricultural soils*. Madison, American Society of Agronomy, p.1-42. 1982.

SILVA, E. J.; CASTELLANE, P. D. **Adubação NPK para a cultura da rúcula (Eruca sativa L.) em solos com elevadas fertilidades**. In: *Anais do 25o Congresso Brasileiro de Olericultura, Horticultura brasileira, Blumenau*, v.1, n.3, p.91, 1985. Resumos

TRANI, P. E. **Produção e acúmulo de nitrato pela rúcula afetados por doses de nitrogênio.** Horticultura Brasileira, Brasília, v.12, n.1, p.25-29,1994.

ABSTRACT: Arugula is a leafy vegetable that has tender leaves that have been prominent throughout the country, however cultivated without technical guidance, having recommendations of fertilization based on cultures of families and distinct species, thus causing a fall in yield. The objective of this study was to evaluate the effect of nitrogen doses on arugula culture in the West of Bahia. The design was completely randomized blocks. The treatments were submitted to dosages of (0.0, 60, 120, 180 and 240 kg ha⁻¹ of N). The planting was carried out in the Latossolo Amarelo Franco-Arenoso, where at the end of the cycle the following variables were evaluated: plant height, fresh and dry shoot mass. After the statistical analysis, it was observed that all the analyzed variables responded significantly to the nitrogen rates, adjusting to the quadratic regression model. Thus, plant height presented satisfactory results with a 13% increase in relation to the control, fresh shoot weight with 71,75%, dry shoot weight with 54,89%. Therefore, it is concluded that the nitrogen applied in the arugula culture in the West of Bahia provides increases in height, fresh mass and dry shoot, having the maximum production occurring between 120 and 141 kg ha⁻¹.

KEY WORDS: Eruca Sativa, Cerrado of Bahia, urea.

CAPÍTULO XIX

DENSIDADE DE MICRORGANISMOS SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO VÁRZEAS DE SOUSA – PB

**Adriana Silva Lima
Tádria Cristiane de Sousa Furtunato
Késsia Régina Monteiro de Oliveira
Fernanda Nunes de Araújo
Iara Almeida Roque
Denis Gustavo de Andrade Sousa**

DENSIDADE DE MICRORGANISMOS SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO VÁRZEAS DE SOUSA – PB

Adriana Silva Lima

Professora da Unidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) Pombal-PB, adrianasilvalima@gmail.com;

Tádria Cristiane de Sousa Furtunato

Estudante de Pós-graduação (Mestrado em Horticultura Tropical) Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) - Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimenter (CCTA), Pombal-PB

Késsia Régina Monteiro de Oliveira

Estudante de Pós-graduação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Estadual de Santa Cruz – Ilhéus Bahia (UESC);

Fernanda Nunes de Araújo

Estudante de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (CCTA); Pombal, PB;

Iara Almeida Roque

Estudante de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (CCTA); Pombal, PB;

Denis Gustavo de Andrade Sousa

Estudante de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (CCTA); Pombal, PB.

RESUMO: Os atributos biológicos, devido a sua alta sensibilidade à atividade antrópica, apresentam grande potencial como indicadores da qualidade de solos, dos quais destaca a densidade de microrganismos. Neste sentido, objetivou-se avaliar a densidade de microrganismos do solo sob diferentes sistemas de uso no perímetro irrigado das Várzeas de Sousa – PB. Para atender a esta finalidade, foram coletadas amostras de solo, nas profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 30 cm, nos sistemas ocupados pelos plantios de coqueiro, consórcio de coqueiro com bananeira, pousio e de sistema preservado – Reserva legal. A densidade foi avaliada através da técnica do número mais provável (NMP), utilizando-se meios de cultura específicos para bactérias, fungos, actinomicetos e solubilizadores de fosfato do solo. Houve ocorrência de bactérias, fungos, actinomicetos e solubilizadores de fosfato em todas as amostras de solo dos diferentes sistemas de uso estudados. Não houve diferença entre as profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 30 cm das áreas estudadas. As amostras de solos provenientes da área de reserva legal de Caatinga apresentaram as menores densidades de microrganismos, enquanto que as amostras de solos dos sistemas com coqueiro e em pousio apresentaram a maior densidade de bactérias. As amostras de solo do sistema em pousio apresentaram maior densidade de fungos totais. No sistema com coqueiro

ocorreram maiores densidade de solubilizadores de fosfato. Não houve diferença entre os sistemas de uso para densidade de actinomicetos.

PALAVRAS-CHAVE: bactérias, fungos, actinomicetos, solubilizadores de fosfato, coqueiro.

1- INTRODUÇÃO

O uso dos recursos naturais tem constituído em um tema de crescente relevância face às interferências antrópicas nos ecossistemas (MOREIRA, SIQUEIRA & BRUSSAARD, 2008; RAMOS et al., 2011). A Caatinga é um exemplo de bioma que se encontra ameaçado pelas intensas transformações devido ao superpastejo, exploração intensa da vegetação, desmatamento, queimada, atividades industriais e a mineração (MENEZES & SAMPAIO, 2002).

A Caatinga ocupa uma área de aproximadamente de 844.453 Km², o equivalente a 11% do território nacional. Engloba os estados Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais (SAMPAIO et al., 1995; ANDRADE et al., 2005; FREITAS et al., 2007;). Cerca de 27 milhões de pessoas vivem na região, a maioria carente e dependente dos recursos do bioma para sobreviver (FAO, 2013).

Tem um imenso potencial para a conservação de serviços ambientais, uso sustentável e bioprospecção que, se bem explorado, será decisivo para o desenvolvimento da região e do país. Frente ao avançado desmatamento que chega a 46% da área, segundo dados do MMA (2013), o governo busca concretizar uma agenda de criação de mais unidades de conservação federais e estaduais no bioma, além de promover alternativas para o uso sustentável da sua biodiversidade, a qual ampara diversas atividades econômicas voltadas para fins agrosilvopastoris e industriais, especialmente nos ramos farmacêutico, de cosméticos, químico e de alimentos (MMA, 2013).

Na agricultura, a fruticultura orgânica é especialmente considerada como uma alternativa econômica de alta rentabilidade, capaz de promover o aumento da disponibilidade de alimentos de qualidade e a oferta de empregos, além de trazer importantes benefícios sociais e ambientais (SANTOS & SOUZA, 2012). Mudanças nos padrões do agronegócio têm transformado a competitividade numa questão de sobrevivência para os fruticultores, com o mercado exigindo frutos de qualidade e baixo custo de produção (MARTINS & JUNIOR, 2011).

Nos últimos anos, através de incentivos socioeconômicos e devido à vocação e os arranjos produtivos do Nordeste, principalmente para produção de coco (MARTINS & JUNIOR, 2011), têm-se verificado mudanças de manejo e de uso do solo que podem gerar consequências à biodiversidade dos solos e afetar de forma drástica a sua sustentabilidade por causar alterações nos ecossistemas naturais e cultivados.

Diante disto, nas últimas décadas, a avaliação da qualidade do solo tem merecida atenção. Todavia a quantificação de alterações nos seus atributos, decorrentes da intensificação de sistemas de uso e manejo do solo têm sido amplamente realizadas para monitorar a sustentabilidade da produção (LONGO et al., 1999; ARAÚJO FILHO & BARBOSA, 2000; MENEZES et al., 2005 a, b, c; NEVES et al., 2007; GALINDO et al., 2008; MARTINS et al., 2010; SANTOS et al., 2011; ARAÚJO NETO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2013).

Sendo assim, dentre os atributos microbiológicos e bioquímicos que apresentam grande potencial de utilização como indicadores sensíveis do estresse ecológico, destacam-se a densidade total de bactérias, de fungos, solubilizadores de fosfato, biomassa microbiana e a atividade de microrganismos heterotróficos (SILVEIRA et al.; 2004), além dos diazotróficos devido a sua funcionalidade em participar na disponibilização de nitrogênio (ZILLI et al.; 2003). Isto se sustenta pelo fato dos microrganismos estarem diretamente envolvidos nos ciclos dos nutrientes no solo e, aliada à quantificação de bactérias e fungos totais, a avaliação de determinados grupos microbianos fornece indicações de como os processos bioquímicos estão ocorrendo (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

Dessa forma, estudos que analisam os efeitos causados pelos processos naturais e pela ação antrópica sobre os atributos do solo, principalmente sobre os atributos microbiológicos e bioquímicos, constituem importantes ferramentas para avaliações ou previsões sobre os impactos ambientais, servindo como subsídios para a implementação de práticas agronômicas que promovam a manutenção e, ou, a melhoria da qualidade dos solos (GALINDO et al., 2008; MARTINS et al., 2010; SANTOS et al., 2011; ARAÚJO NETO et al., 2013; FURTUNATO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2013).

Pelo exposto, torna-se importante conhecer as relações existentes entre sistemas de manejo e os microrganismos do solo, os quais têm reflexos diretos na sustentabilidade e qualidade ambiental do ecossistema. Sendo assim, objetivou-se avaliar a densidade de microrganismos do solo sob diferentes sistemas de uso no perímetro irrigado Várzeas de Sousa – PB.

2- MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S. A./Estação Experimental de Aparecida, em Sousa PB, situada no Perímetro Irrigado Várzeas de Sousa (PIVAS), na mesorregião do Sertão do Semiárido Paraibano (EMEPA, 2013).

Há uma dominância de solos aluvionais, profundos, de textura média e argilosa, apresentando também os vertissolos, com textura argilosa, medianamente profunda e os podzólicos, com textura que varia de arenosa a

argilosa e fertilidade variando de boa a média. Existe, nesta região, uma variação de relevo, de plano a suavemente ondulado, onde predominam coberturas sedimentares, representadas por aluviões.

De acordo com Köppen, o clima classificado é do tipo Aw', quente, com chuvas de verão-outono, resultantes da atuação das frentes de convergência intertropical (CIT). A temperatura média mensal em geral é superior a 24 °C com amplitude térmica anual inferior a 4°C, sendo que as temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses mais secos, entre outubro e janeiro, e as menos elevadas entre os meses de abril e julho. A média mensal da umidade relativa do ar para uma série de 17 anos é de 64%. Os valores das médias mensais para insolação e velocidade média do vento são, respectivamente, 8,7 horas e 2,7 m/s (EMEPA, 2013).

A vegetação predominante é a Caatinga hiperxerófila, caracterizada por vegetais de porte variável arbóreo ou arbustivo e de caráter xerófilo, com grande quantidade de plantas espinhosas, cactáceas e bromeliáceas. Principais espécies: angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan.), aroeira (*Astronium fraxinifolium* Schott.), cardeiro (*Cereus fernambucensis* Lem.), catingueira (*Poincianella pyramidalis* Tul.), cipó-de-fogo (*Cissus erosa* Rich.), espinheiro-bravo (*Maclura tinctoria* L.), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter.), faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.), juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Martius.), jurema-branca (*Senegalia bahiensis* (Benth.) Bocage & L.P. Queiroz), jurema-preta (*Mimosa acutistipula* (Mart.) Benth.), marmeleiro (*Croton sonderianus* (Muell.) Arg.), palmatória-de-espinho (*Opuntia monacantha* (Willd.) Haw.), pereiro (*Aspidosperma cuspa* (Kunth) S.F. Blake.), pinhão-bravo (*Jatropha mollissima* (Pohl.) Baill.), quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.), umari-bravo (*Calliandra spinosa* Ducke.), velame (*Croton campestris* A. St.-Hil.), xique-xique (*Pilosocereus gounellei* (A. Webber ex K. Schum.) Bly. Ex Rowl.), dentre outras.

2.1 Caracterizações das áreas de estudo

Os sistemas escolhidas para a realização das coletas de solo foram: a de coqueiro com bananeira (CB), a de coqueiro (C), um sistema de pousio (P) e a área de Reserva Legal que serviu como referência (RL) (Tabela 1).

Sistemas de uso	Símbolo	Histórico de uso
Coqueiro x Bananeira	CB	Cultivo orgânico, implantado em Fevereiro de 2011 e plantas distribuídas em triângulo equilátero, no espaçamento 7 x 7m, com 4 bananeiras para um coqueiro; sendo o controle de plantas daninhas realizado por meio de roços

		manual e mecânico, manejo da fertilidade do solo por meio de adubações com compostos orgânicos, cobertura morta e vegetal, adubação verde; controle de pragas e doenças com uso de biofertilizantes, biofermentados e defensivos orgânicos.
Coqueiro	C	Cultivo orgânico, implantado em Fevereiro de 2011 e com distribuição das plantas em triângulo equilátero no espaçamento 7 x 7m, sendo o controle de plantas daninhas realizado por meio de roços manual e mecânico, manejo da fertilidade do solo por meio de adubações com compostos orgânicos, cobertura morta e vegetal, adubação verde; controle de pragas e doenças com uso de biofertilizantes, biofermentados e defensivos orgânicos.
Pousio	P	Área em pousio desde janeiro de 2012, sendo a mandioca como última cultura nela implantada.
Reserva Legal	RL	Vegetação típica de caatinga hiperxerófila, representada por vegetais de porte variável arbóreo ou arbustivo e de caráter xerófilo sem histórico de interferência humana em uso agrícola.

Tabela 1: Características das áreas com os diferentes sistemas de uso estudados.

2.2 Tratamentos e delineamento experimental

Neste trabalho foi utilizado um delineamento em blocos casualizados com fatorial de 4 x 2, em quatro sistemas de uso de solo no Perímetro Irrigado Várzeas de Sousa - PB; assim definidos: sistema de cultivo com consórcio coqueiro x bananeira nanica (CB); sistema de cultivo apenas com coqueiro (C); sistema de pousio (AP) e sistema preservado - Reserva legal (RL); onde foram coletadas amostras com quatro repetições e em duas profundidades (0 a 15 cm e 15 a 30 cm), com quatro repetições (subáreas).

2.3 Coletas de amostras de solo

Na coleta das amostras, cada sistema foi dividido em quatro subáreas em forma de retângulo, as quais formaram 4 repetições, onde foram coletadas dez amostras simples de solo para obtenção de uma amostra composta, sendo quatro amostras compostas pelos sistemas de uso, e em duas profundidades, totalizando

32 amostras. Após coletadas, as amostras foram devidamente identificadas, armazenadas e levadas ao Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG).

2.4 Densidade de microrganismos

A densidade foi avaliada no Laboratório de Fitopatologia da CCTA/UFCG, através da técnica do número mais provável (NMP), sendo que para a determinação do número mais provável (NMP) de bactérias, fungos, actinomicetos e solubilizadores de fosfato do solo foi utilizado o método do plaqueamento por gotas em câmara de fluxo, utilizando-se um esquema de diluição seriada de acordo com Wollum (1982), após diluição de amostras de solo em solução salina a 85% e inoculados em meios de cultura sólidos específicos, com 3 repetições por diluição e mantidos a 28° C em câmara de crescimento do tipo D.B. O.

Os meios utilizados foram: ágar nutriente, para bactérias totais; meio Martin, para fungos totais (MARTIN, 1950); amido-caseína Agar, para actinomicetos totais conforme Wollum II (1982); e meio GES (Glicose – Extrato de solo e Sais de bases) para microrganismos solubilizadores de fosfato (SILVESTER-BRADLEY et al., 1982). Sendo avaliadas nas diluições de 10^{-3} a 10^{-7} , aos três dias para bactérias e aos quatorze dias para fungos, actinomicetos e microrganismos solubilizadores de fosfato.

3.5 Análises estatísticas

A densidade foi avaliada através da técnica do número mais provável (NMP) utilizando o programa “Most Probable Number Estimate” (MPNES) (WOOMER et al., 1994). Os dados obtidos nos diferentes tratamentos foram submetidos a uma análise exploratória, com o intuito de verificar se os mesmos atendem aos pressupostos da análise de variância. Todos os dados foram submetidos a teste de normalidade pelo teste Shapiro-Wilk.

Em seguida os dados foram submetidos à análise da variância aplicando-se o teste F a 5 % de probabilidade, havendo efeito significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. A estatística foi realizada com o auxílio do sistema de análise estatística SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as amostras dos sistemas de uso foram detectadas a presença de bactérias, fungos, actinomicetos e solubilizadores de fosfato.

Para a densidade dos microrganismos bactérias, fungos, actinomicetos e solubilizadores de fosfato, nas profundidades de 0-15 cm e de 15-30 cm, não houve diferenças estatísticas entre as profundidades em ambos os sistemas. Provavelmente isso ocorreu devido ao acúmulo de matéria orgânica que se encontra nos sistemas, por ser um sistema de manejo orgânico.

Souto et al. (2008) também não observaram diferença na distribuição da população de fungos e bactérias no solo, nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm estudados no sertão paraibano.

Os valores de Log_{10} NMP de células de bactérias totais por grama de solo, para profundidades de 0 a 15 centímetros, variaram de 3,06 a 4,98. No entanto, na profundidade de 15 a 30 cm, este variou de 2,77 a 4,98 log_{10} de células de bactérias totais por grama de solo, sendo que os maiores valores foram obtidos para os sistemas com apenas coqueiro e pousio, enquanto que o menor valor ocorreu na de reserva legal (Figuras 1 e 2).

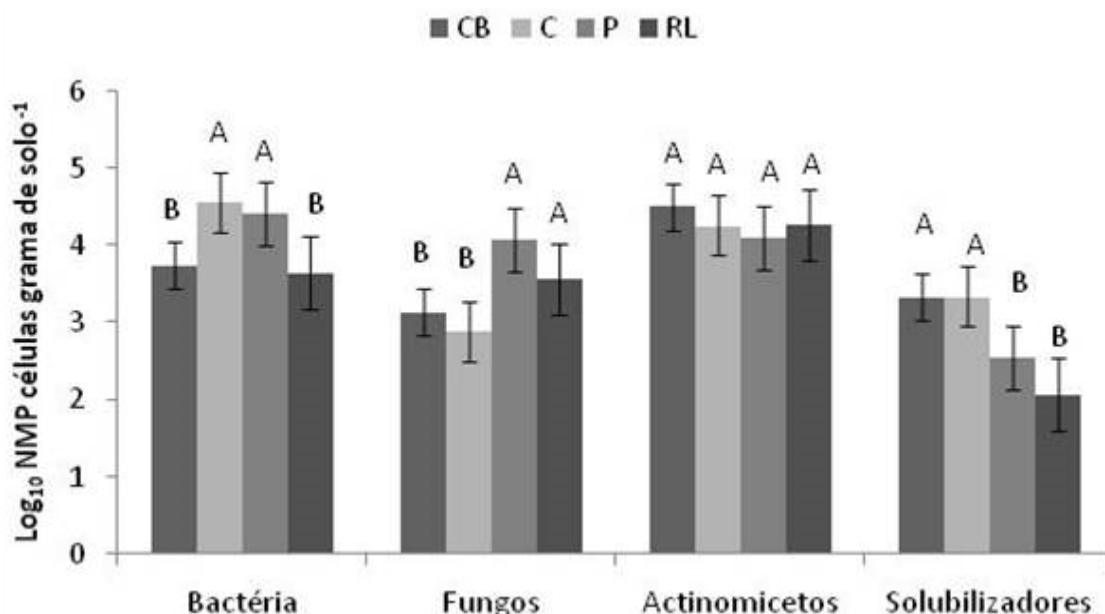


Figura 1 - Logaritmo do número mais provável de células de bactérias, fungos, actinomicetos e solubilizadores de fosfato nos sistemas de uso: coqueiro com bananeira (CB), sistema cultivado apenas com coqueiro (C), sistema de pousio (P) e área de reserva legal (RL). Médias seguidas por letras iguais em sistemas diferentes, dentro do mesmo meio de cultura não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5%

Para fungos totais, os valores de Log_{10} NMP de células por grama de solo, para profundidades de 0 a 15 centímetros variaram de 2,53 a 6,07, enquanto que

na profundidade de 15 a 30 cm este variou de 2,23 a 4,81. Os maiores valores foram obtidos para o sistema de pousio e os menores ocorreram para o sistema de reserva legal na profundidade 0 a 15 e para coqueiro de 15 a 30 cm (Figuras 1 e 2).

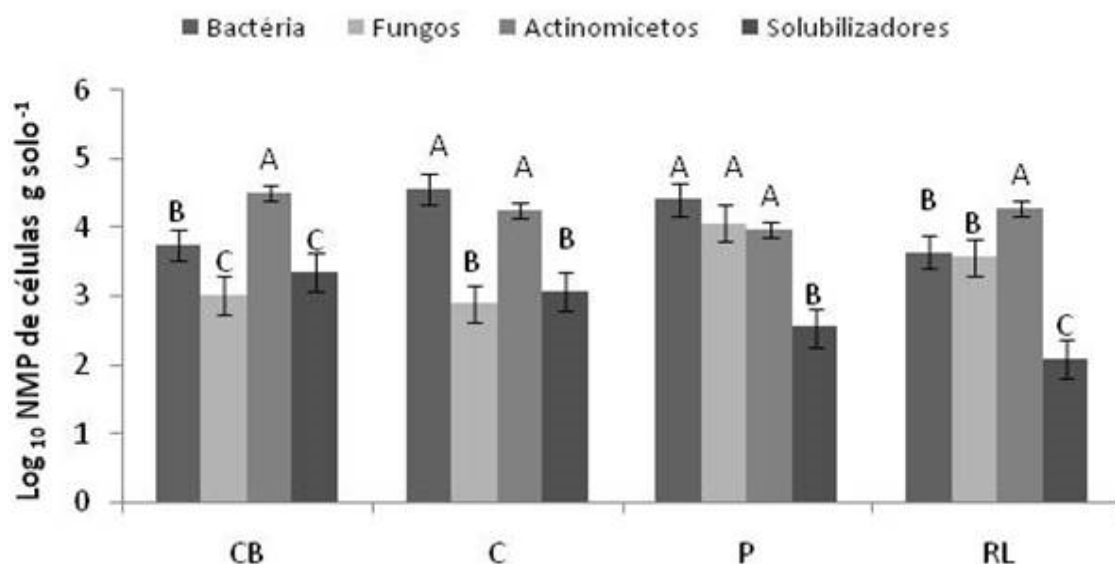


Figura 2 - Logaritmo do número mais provável de células de bactérias, fungos, actinomicetos e solubilizadores de fosfato nos sistemas de uso: coqueiro com bananeira (CB), sistema cultivado apenas com coqueiro (C), sistema de pousio (P) e área de reserva legal (RL). Médias seguidas por letras iguais em sistemas diferentes, no mesmo meio de cultura não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5%.

Os valores de NMP de actinomicetos variaram de 3,36 a 4,91 células por grama de solo nas profundidades de 0-15 cm, enquanto que na profundidade de 15-30 cm foi de 3,22 a 4,98 células por grama de solo. No sistema de pousio obteve-se o menor valor e os maiores valores observados ocorreram nos demais sistemas, não deferindo entre se (Figuras 1 e 2). O sistema de pousio apresentou a menor densidade, provavelmente devido ao menor teor de matéria orgânica presente no solo, já que esse microrganismo é saprofítico.

Quanto aos solubilizadores de fosfato, os valores de NMP encontrados foram de 2,07 a 3,88 de 0 a 15 cm, enquanto que de 15 a 30 cm os valores variaram de 1,53 a 4,34, sendo que o maior valor foi obtido e o menor na reserva legal (Figuras 1 e 2).

Esse maior valor de solubilizadores de fosfato ocorrido no sistema de consócio de coqueiro com bananeira pode estar relacionado com a incidência de gramíneas, de leguminosas e o acúmulo de matéria orgânica existente no local, os quais favoreceram o desenvolvimento desses organismos.

Oliveira et al., (2013) também encontraram, valores maiores de solubilizadores de fosfato, os quais variaram de 3,36 a 7,87 Log₁₀ NMP de células

por grama de solo, sendo que a Caatinga apresentou tanto o menor como a maior densidade, assim como os demais ambientes antropizados, apresentando gramíneas e esterco bovino proveniente do pastejo.

A reserva legal apresentou menor densidade de bactérias totais, fungos totais, actinomicetos e solubilizadores de fosfato provavelmente devido ao manejo orgânico adotado na Estação Experimental de Aparecida, que contribuiu para o desenvolvimento e manutenção da atividade microbiológica.

5- CONCLUSÕES

Houve ocorrência de bactérias, fungos, actinomicetos e solubilizadores de fosfato em todas as amostras de solo dos sistemas de uso estudados.

Não houve diferença na densidade de microrganismos entre as profundidades de 0 a 15 cm e 15 a 30 cm dos sistemas estudados.

As amostras de solos do sistema de reserva legal de Caatinga apresentaram as menores densidades de microrganismos.

As amostras de solos das áreas com apenas coqueiro e pousio apresentaram a maior densidade de bactérias.

As amostras de solo do sistema de pousio apresentaram maior densidade de fungos totais.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S/A – Estação Experimental de Aparecida (EMEPA-PB), pela concessão da área experimental para a realização desta pesquisa, na pessoa de Lázaro Costa de Souza.

A UFCG – Pombal pela disponibilização dos laboratórios da instituição.

REFERÊNCIAS

ARAUJO NETO, J.; OLIVEIRA, K. R. M.; FURTUNATO, T. C. S.; NÓBREGA, L. R. F.; LIMA, A. S.; Indicadores Biológicos Edáficos de Áreas de Caatinga Impactadas pela Exploração de Madeira. In: I Reunião Nordestina de Ciência do solo. De 22 a 26 de Setembro 2013. CCA/UFPB-Areia/PB. CD-ROM.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE

BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos, SP. Programa e Resumos... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

MARTIN, J.P. Use of acid, rose bengal, and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. *Soil Science*, Baltimore, v.69, p.215-232, 1950.

MOREIRA, F. M. S & SIQUEIRA, J. O.; *Microbiologia e bioquímica do solo*. 2.ed. atual. E ampl. Lavras: Editora UFLA, 2006. Cap 2. Pag: 17- 82.

MOREIRA, F. M. S., SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L.; *Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros*. Lavras: Ed. UFLA, 2008. 768 p.

OLIVEIRA, K. R. M.; FURTUNATO, T. C. S.; LIMA, A. S.; Ocorrência e densidade de microrganismos em solos de áreas degradadas no semiárido da Paraíba. I Reunião Nordeste de Ciência do solo. De 22 a 26 de Setembro 2013. CCA/UFPB-Areia/PB. CD-ROM.

RAMOS, F. T.; NUNES, M. C. M.; CAMPOS, D. T. S.; RAMOS, D. T.; MAIA, J. C. S. Atributos físicos e microbiológicos de um latossolo vermelho-amarelo distrófico típico sob cerrado nativo e monocultivo de soja. **Rev. Bras. de Agroecologia**. 6(2): 79-91 (2011).

SANTOS, D. C. F.; GRAZZIOTTI, P. H.; SILVA, A. C.; TRINDADE, A. V.; SILVA, E. B.; COSTA, L. S. DA; COSTA, H. A. ORLANDI *Microbial and Soil Properties in Restoration Areas in The Jequitinhonha Valley, Minas Gerais* **R. Bras. Ci. Solo**, v.35, p. 2199-2206, 2011.

SILVEIRA, R. B.; MELLONI, R.; PEREIRA, E. G. Atributo Microbiológico e Bioquímico Como Indicadores da Recuperação de Áreas Degradada no Sul de Minas Gerais **Rev. Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.2, n.2, p. 21-29, abr./jun. 2004.

SILVESTER-BRADLEY, R.; ASAKAWA, N.; TORRACA, S. L. A.; MAGALHÃES, F. M. M.; OLIVEIRA, L. A.; PEREIRA, R. M. Levantamento quantitativo de microrganismos solubilizadores de fosfatos na rizosfera de gramíneas e leguminosas forrageiras na Amazônia. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 12, p. 15-22, mar. 1982.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; MIRANDA, J. R. P.; SANTOS, R. V.; ALVES A. R.; *Comunidade Microbiana e Mesofauna Edáficas em Solo sob Caatinga no Semiárido da Paraíba*. **Rev. Bras. Ci. Solo**, 32:32:151-160, 2008.

WOLLUM II, A.G. Cultural methods for soil microorganisms. In: MILLER, R.H.; KEENEY, D.R. Methods of soil analysis: chemical and microbiological properties. Madison: Soil Science of American, 1982. p. 781-802.

WOOMER, P. L. Most Probable Number Counts. In: WEAVER, R. W.; ANGLE, S.; BOTTOMLEY, P.; BEZDICEK, D.; SMITH, S.; TABATABAI, A.; WOLLUM, A. (Ed.). Methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 59-79. (SSSA Book Series, 5).

ABSTRACT: The biological attributes, due to their high sensitivity to anthropic activity, present great potential as indicators of soil quality, of which the density of microorganisms stands out. In this sense, the objective was to evaluate the soil microorganisms density under different systems of use in the irrigated perimeter of the Várzeas de Sousa - PB. In order to meet this purpose, soil samples were collected at depths of 0 to 15 cm and 15 to 30 cm, in the systems occupied by coconut plantations, coconut consortium with banana, fallow and preserved system - Legal reserve. The density was evaluated using the most probable number (MPN) technique, using culture media specific for bacteria, fungi, actinomycetes and soil phosphate solubilizers. There were occurrence of bacteria, fungi, actinomycetes and phosphate solubilizers in all soil samples of the different systems of use studied. There was no difference between the depths of 0 to 15 cm and 15 to 30 cm of the studied areas. Soil samples from the legal reserve area of Caatinga had the lowest microorganism densities, while soil samples from the coconut and fallow systems showed the highest density of bacteria. Soil samples from the fallow system showed higher total fungi density. In the coconut system there was a higher density of phosphate solubilizers. There was no difference between the systems of use for actinomycete density.

KEYWORDS: bacteria, fungi, actinomycetes, phosphate solubilizers, coconut.

CAPÍTULO XX

DESENVOLVIMENTO DO MAMOEIRO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES MANEJOS COM ADUBAÇÕES ORGÂNICAS

**Jecimiel Gerson Borchardt
Patrícia Soares Furno Fontes
Dayane Littig Barker Klem
Alexandre Gomes Fontes
Leandro Glaydson da Rocha Pinho
Anderson Mathias Holtz**

DESENVOLVIMENTO DO MAMOEIRO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES MANEJOS COM ADUBAÇÕES ORGÂNICAS

Jecimiel Gerson Borchardt

Instituto Federal do Espírito Santo – *Campus Itapina*
Colatina - Espírito Santo

Patrícia Soares Furno Fontes

Instituto Federal do Espírito Santo – *Campus Itapina*
Colatina - Espírito Santo

Dayane Littig Barker Klem

Instituto Federal do Espírito Santo – *Campus Itapina*
Colatina - Espírito Santo

Alexandre Gomes Fontes

Instituto Federal do Espírito Santo – *Campus Itapina*
Colatina - Espírito Santo

Leandro Glaydson da Rocha Pinho

Instituto Federal do Espírito Santo – *Campus Itapina*
Colatina - Espírito Santo

Anderson Mathias Holtz

Instituto Federal do Espírito Santo – *Campus Itapina*
Colatina - Espírito Santo

RESUMO: O desenvolvimento da planta é influenciado por diversos fatores, portanto, um correto manejo nutricional, para a indicação das doses e quantidades de adubação orgânica e/ou mineral que satisfazem as exigências das frutíferas tropicais, faz-se imprescindível. O objetivo foi avaliar o desenvolvimento do mamoeiro em função de tratamentos com diferentes doses de húmus, esterco bovino, esterco de frango e adubo mineral na cova de plantio. Os tratamentos foram de 2 doses de esterco bovino por cova (4 e 8 litros), 2 doses de húmus por cova (4 e 8 litros) e 2 doses de esterco de frango por cova (4 e 8 litros) e apenas adubação mineral na cova (testemunha). As parcelas foram constituídas por 3 plantas úteis e duas plantas de bordadura entre os tratamentos. Foram avaliados: altura da planta (APL); diâmetro do caule (DCA); diâmetro da copa (DCO); número de folhas por plantas (NFL). Os tratamentos com esterco de frango com 4 e 8 litros apresentaram as maiores médias de altura da planta, e proporcionaram maior diâmetro de copa, mostrando ser um bom substrato independente da dose utilizada. Na avaliação do número de folhas, os tratamentos que se destacaram foram esterco de frango 4 e 8 litros e esterco bovino 8 litros. O esterco de frango pode ser indicado como uma boa alternativa para alcance de adequado desenvolvimento vegetativo do mamoeiro.

PALAVRAS-CHAVE: *Carica papaya*, crescimento vegetativo, substratos.

1-INTRODUÇÃO

A diversificação de culturas na agricultura apresenta a fruticultura como uma das melhores opções para as atividades agrícolas, apresentando vantagens econômicas e sociais, tais como: o aumento da quantidade de emprego, fixação do homem no campo, melhor distribuição da renda regional, geração de produtos de alto valor comercial (SILVA, 2004).

Uma das principais dificuldades com a cultura é a nutrição, em muitos casos, além de afetar de forma marcante a produtividade, tem efeito sobre a qualidade dos frutos, conservação pós-colheita e suscetibilidade das plantas a moléstias (QUAGGIO et al. 1997).

De acordo com Oliveira et al. (1994) para otimizar o uso de adubos orgânicos alcançando elevadas produtividades das frutíferas tropicais, vários estudos já foram realizados para a indicação da dose adequada, porém muito ainda há para se pesquisar dentro desta visão de produção com sustentabilidade.

O comportamento de determinada planta pode ser influenciado por diversos fatores entre eles as condições climáticas, adubações, irrigação, etc., sendo que entre as variedades de uma mesma espécie há exigências nutricionais diferentes para o bom desenvolvimento da planta (BORGES et al. 1995).

Portanto, um correto manejo nutricional, para a indicação das doses e quantidades de adubação orgânica e/ou mineral que satisfazem as exigências das frutíferas tropicais, faz-se imprescindível.

O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento do mamoeiro em função de tratamentos com diferentes doses de húmus, esterco bovino, esterco de frango e adubo mineral, aplicados na cova de plantio.

2-MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi conduzido na área do IFES – Campus Itapina, localizado nas coordenadas 19°29'52,7"S e 40°45'36,9"W, no município de Colatina-ES, no período de agosto de 2013 a julho de 2014.

O plantio foi com três mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.) da variedade Golden THB por cova visando, após a sexagem, manter o maior número possível de plantas hermafroditas no pomar. Foi realizada a análise de solo para recomendação de calagem e adubação fosfatada na cova. As adubações de cobertura com nitrogênio, fósforo e potássio foram realizadas segundo recomendação de Prezotti et al. (2007), para o Estado do Espírito Santo.

As adubações de cobertura com material orgânico foram feitas de acordo com Prezotti et al. (2007), porém com o adubo orgânico referente ao tratamento, ou seja, as covas que foram adubadas com esterco de boi, frango e húmus

receberam cobertura com os respectivos adubos orgânicos, sendo que as doses foram proporcionais a dosagem correspondente a cada tratamento. A irrigação foi realizada sempre que necessária, sendo localizada e por micro spray.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos foram constituídos de 2 doses de esterco bovino por cova (4 e 8 litros), 2 doses de húmus por cova (4 e 8 litros) e 2 doses de esterco de frango por cova (4 e 8 litros) e apenas adubação mineral na cova (testemunha), feitas de acordo com as recomendações de Prezotti et al. (2007). As parcelas foram constituídas por 3 plantas úteis e duas plantas de bordadura entre os tratamentos. As plantas foram espaçadas 3,6 x 1,40 m, sendo alternadas linhas úteis e linhas de bordadura.

Durante a condução do experimento foram avaliados mensalmente: altura da planta (APL) - medida com auxílio de uma trena (expresso em metros, considerando duas casas decimais), correspondendo à distância entre a superfície do solo, contígua ao colo da planta, e o ponto de inserção da folha mais nova; diâmetro do caule (DCA) avaliado à 20 cm do solo, utilizando-se uma fita métrica (expresso em centímetros, considerando duas casas decimais); diâmetro da copa (DCO) - medido com auxílio de uma trena (expresso em metros, considerando duas casas decimais), compreendendo a distância entre a extremidade do limbo foliar de duas folhas opostas mais extremas; número de folhas por plantas (NFL) - feita a contagem das folhas abertas.

Análise estatística

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados 7 x 3, sendo 7 tratamentos e três repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade. A análise Estatística foi realizada pelo programa Assistat.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos com esterco de frango com 4 e 8 litros apresentaram as maiores médias de altura da planta comparada aos demais tratamentos. Os tratamentos de esterco bovino nas doses de 4 e 8 litros e a testemunha não

diferiram estatisticamente, porém o tratamento com húmus nas doses 8 litros apresentou médias inferiores na avaliação da altura da planta (Tabela 1).

Na avaliação do número de folhas do mamoeiro, os tratamentos que se destacaram foram esterco de frango 4 litro e 8 litros e esterco bovino 8 litros, demonstrando serem essas as doses e tratamentos que proporcionam o maior número de folhas na planta. Os demais tratamentos e doses de esterco bovino 4 litros e húmus 4 e 8 litros não apresentaram diferença significativa comparado com o tratamento teste, ou seja, apenas com adubo químico na cova (Tabela 1).

Figura 1 – Altura da planta, número de folhas, diâmetro da copa e diâmetro do caule de plantas de mamoeiro submetido a sete tratamentos, com diferentes substratos orgânicos na cova de plantio.

Tratamentos	Altura de planta	Nº folhas	Diâmetro de Copa	Diâmetro de Caule
1 - Esterco Bovino 4 L	127.51 cd	21.25 bc	173.16 bc	21.16 b
2 - Esterco Bovino 8 L	129.90 bc	22.12 ab	176.37 bc	22.20 ab
3 - Esterco Frango 4 L	136.19 ab	23.18 a	180.53 ab	21.93 ab
4 - Esterco Frango 8 L	138.21 a	23.46 a	184.77 a	23.35 a
5 - Húmus 4 L	121.76 d	20.98 bc	170.70 cd	20.76 b
6 - Húmus 8 L	112.37 e	21.16 bc	165.39 d	18.50 c
7 - Testemunha	123.91 cd	19.72 c	174.03 bc	21.33 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Os tratamentos que proporcionaram maior diâmetro de copa foram esterco de frango 4 e 8 litros, mostrando ser um bom substrato independente da dose utilizada (Tabela 1). Resultados diferentes foram encontrados por Negreiros et al. (2005), em que os substratos à base de “esterco de curral + solo + areia + vermiculita, na proporção de 2:1:1:1 v/v”, e “Plantmax® + esterco de curral + solo + areia, na proporção 1:1:1:1 v/v, apresentaram condições favoráveis ao desenvolvimento de mudas de mamoeiro.

Para o parâmetro diâmetro do caule as doses de esterco bovino 8 litros, esterco de frango 4 e 8 litros, apresentaram os maiores valores (Tabela 1). Yamanishi et al. (2004), encontraram em mudas de mamoeiro desenvolvidas em substrato contendo esterco de curral + NPK de liberação lenta e húmus + NPK normal, os piores resultados para as características analisadas (altura, diâmetro do caule, nº folhas), apresentando resultados semelhantes aos encontrados nesta pesquisa.

Verifica-se que o tratamentos com as doses de esterco de frango 4 e 8 litros apresentaram as melhores médias em todos os parâmetros avaliados (Tabela 1).

CONCLUSÃO

O tratamento que contém esterco de frango com as doses de 4 e 8 litros apresentaram as maiores médias para os parâmetros de desenvolvimento vegetativo avaliados, e o tratamento com húmus foi inferior.

O esterco de frango pode ser indicado como uma boa alternativa para alcance de adequado desenvolvimento vegetativo do mamoeiro.

REFERÊNCIAS

BORGES, A.L.; LIMA, A. de A.; CALDAS, R.C. **Adubação orgânica e química na formação de mudas de maracujazeiros**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.17, n.2, p.17-22, 1995.

NEGREIROS, J.R.S.; BRAGA, L.R.; ÁLVARES, V.S.; et al. **Diferentes substratos na formação de mudas de mamoeiro do grupo solo**. Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.11, n.1, p.101-103, 2005.

OLIVEIRA, J.C.; NAKAMURA, K.; MAURO, A.O.; et al. **Aspectos gerais do melhoramento do maracujazeiro**. In: SÃO JOSÉ, A.R. (Ed.). Maracujá: produção e mercado. Vitória da Conquista: DFZ: UESB, p 27-37, 1994.

PREZOTTI, L.C. et al. **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo**. 5ª aproximação. Vitória, ES, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, p. 133-134, 2007.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. V.; PIZA JUNIOR, C. T.; et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, p. 121-130, 1997.

SILVA, M. C. A.; TARSITANO, M. A. A.; CORRÊA, L. S. **Análise do custo de produção e lucratividade do mamão Formosa cultivado no município de Santa Fé do Sul (SP)**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 40-43, 2004.

YAMANISHI, O. K. et al. **Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 276-279, 2004.

ABSTRACT: The development of the plant is influenced by several factors, therefore, a correct nutritional management, for the indication of the doses and quantities of organic and / or mineral fertilization that satisfy the requirements of the tropical fruits is essential. The objective was to evaluate the development of papaya in relation to treatments with different doses of humus, cattle manure, chicken manure and mineral fertilizer in the planting pit. The treatments were 2 doses of bovine manure per pit (4 and 8 liters), 2 doses of humus per pit (4 and 8 liters) and 2 doses of chicken manure per pit (4 and 8 liters) and only mineral fertilization in pit (witness). The plots consisted of 3 useful plants and two border plants between treatments. Plant height (APL) were evaluated; stem diameter (DCA); crown diameter (DCO); number of leaves per plant (NFL). The treatments with 4 and 8 liters of chicken manure showed the highest plant height, and provided a larger crown diameter, showing a good substrate independent of the dose used. In the leaf number evaluation, the treatments that stood out were chicken manure 4 and 8 liters and bovine manure 8 liters. Chicken manure can be indicated as a good alternative to achieve adequate vegetative development of papaya.

KEYWORDS: *Carica papaya*, vegetative growth, substrates.

CAPÍTULO XXI

EFEITO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E INOCULANTE NAS CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DO FEIJOEIRO COMUM

**Marivaldo Vieira Gonçalves
João Paulo Ferreira de Oliveira
Marcos de Oliveira
Jeferson da Silva Zumba
Jéssyca Dellinhares Lopes Martins
Mácio Farias de Moura**

EFEITO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA E INOCULANTE NAS CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DO FEIJOEIRO COMUM

Marivaldo Vieira Gonçalves

Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns
Garanhuns – PE

João Paulo Ferreira de Oliveira

Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns
Garanhuns – PE

Marcos de Oliveira

Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns
Garanhuns – PE

Jeferson da Silva Zumba

Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns
Garanhuns – PE

Jéssyca Dellinhaires Lopes Martins

Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns
Garanhuns – PE

Mácio Farias de Moura

Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns
Garanhuns – PE

RESUMO: O feijoeiro comum para alcançar elevadas produtividades necessita do emprego de altas doses de adubos químicos e agrotóxicos, porém essa condição tem promovido aumento no custo de produção e problemas ambientais, além de comprometer a saúde dos agricultores. Alternativas têm surgido visando produzir sem provocar grandes alterações no agroecossistema. Neste sentido, esta pesquisa teve por objetivo estudar a influência do biofertilizante líquido e da compostagem associados com inoculantes no desenvolvimento reprodutivo do feijoeiro comum em relação ao manejo convencional. O experimento foi conduzido no município de Garanhuns-PE, e foram utilizados biofertilizante, composto orgânico e inoculante nas parcelas com manejo agroecológico e fertilizante e agrotóxico químico sintético nas parcelas com manejo convencional. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento bloco casualizado, sendo empregados nove tratamentos, com três repetições: TA (Testemunha absoluta); CO (Composto orgânico); BIO (Biofertilizante); INOC (Inoculante); CO+INOC (Composto orgânico + inoculante); BIO+INOC (Biofertilizante + inoculante); CO+BIO (Composto orgânico + biofertilizante); CO+BIO+INOC (Composto orgânico + biofertilizante + inoculante); TQ (Tratamento químico). Foi avaliado o período reprodutivo, número de vagens por planta e o rendimento de palha. A adubação a base de composto orgânico aumentou o número de vagens por planta mesmo não diferindo estatisticamente do tratamento químico, por este motivo sendo recomendado para o uso na cultura

do feijão. Enquanto que para o rendimento de palha, o melhor tratamento observado foi com o emprego do (CO+INOC), porém todas as parcelas tratadas com INOC apresentou uma maior produção de massa.

PALAVRAS-CHAVE: Composto orgânico, Biofertilizante, fixação biológica de nitrogênio.

1- INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado por pequenos e grandes produtores, em diversificados sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras, a maior parte do que é comercializado em todo território nacional tem como origem a pequena propriedade rural, onde o feijão é tido como fonte de alimento e renda. É cultivado e colhido durante todo o ano, em diferentes ecossistemas produzindo 3,73 milhões de toneladas em 3,99 milhões de hectares, classificando o Brasil como o maior produtor e consumidor mundial desta leguminosa (CONAB, 2013).

É evidente que nas últimas décadas, a produção da cultura do feijoeiro aumentou expressivamente, passando de 2,59 milhões de toneladas em 2000 para 3,73 milhões em 2011 (CONAB, 2013). Sendo a maior parte da produção do feijoeiro obtida com emprego de tecnologias nocivas ao meio ambiente, como o emprego de agrotóxicos e fertilizantes químicos sintéticos de elevada concentração.

Porém essa condição tem promovido aumento no custo de produção e problemas ambientais, além de comprometer a saúde dos agricultores (Ribas & Matsumura, 2009).

A fim de reduzir tais problemas, têm-se sugerido tecnologias de baixo impacto ambiental, e com possibilidade de permitir boas produções. Dentre estas, destacam-se o composto orgânico, biofertilizante e inoculante.

O uso de composto orgânico por melhorar a estrutura do solo tornando-o mais poroso facilita a infiltração de água, minimiza a erosão do solo, mantendo sua fertilidade por um período de tempo maior. O que permite o controle de pragas e doenças, devido a uma maior resistência da planta, obtido pelo balanço energético, equilíbrio nutricional e metabólico (MEDEIROS et al., 2003).

Enquanto que as utilizações dos biofertilizantes podem contribuir na melhoria do desenvolvimento vegetativo de diversas culturas. Pois, os biofertilizantes líquidos podem atenuar os problemas do produtor, podendo ser utilizado tanto como produto repelente de insetos e pragas, como para a nutrição das plantas (DUENHAS et. al., 2004). E o uso de inoculantes microbianos é eficiente em termos de custo e fixação de nitrogênio atmosférico, além do mais, é um produto que se destaca por ser renovável no ambiental, destinando-se, principalmente, a sistemas agrícolas sustentáveis (SCIVITTARO e GOMES, 2006).

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do composto orgânico, biofertilizante e inoculante no rendimento de feijão comum.

2- MATERIAL E METÓDOS

O experimento foi conduzido no município de Garanhuns - PE, localizado na latitude 08°54'29,1" S e longitude de 36°29'45,9" O, altitude de 838 m. Clima tropical chuvoso com estação de verão seco (Classificação climática de Köppen-Geiger: As⁹).

O solo apresentou as seguintes características físicas, FRANCO ARENOSO determinado pela análise física do solo, e tendo uma classificação do perfil de PODZÓLICO AMARELO com textura Média / Argilosa (EMBRAPA, 2006).

A análise da fertilidade do solo da camada 0-20 cm apresentou pH 7,97 teor de P 5,91 mg.Kg⁻¹, K, Al, Ca e Mg 0,47; 0,05; 6,50 e 2,80 cmolc.kg⁻¹ respectivamente.

A precipitação anual média de Garanhuns é de 761 mm, além de apresentar um excedente hídrico acumulado, ou seja, acúmulo de água no solo, cujo valor anual é de 113,1 mm (POSSAS, 2011).

O delineamento estatístico empregado foi o bloco casualizado com nove tratamentos e três repetições, que consistiram em: TA (Testemunha absoluta); CO (Composto orgânico); BIO (Biofertilizante); INOC (Inoculante); CO+INOC (Composto orgânico + inoculante); BIO+INOC (Biofertilizante + inoculante); CO+BIO (Composto orgânico + biofertilizante); CO+BIO+INOC (Composto orgânico + biofertilizante + inoculante); TQ (Tratamento químico).

Foi empregada a cultivar de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Princesa adquirida junto ao IPA (Instituto Agrônomo de Pernambuco). E nos tratamentos com inoculação, foi empregada estirpe de inoculante de *Rhizobium* comercial (Masterfix feijão – inoculante sólido turfoso para feijão, produzido pela Stoller), na dose de 150g/50 kg de sementes.

A pilha de compostagem foi realizada em camadas com os materiais encontrados na área experimental, começando com uma camada de 20 cm, constituída de material seco e outra de erva espontânea na mesma altura da primeira camada, em seguida acrescentada uma camada de esterco bovino fresco numa altura aproximada de 5 cm. A partir da quarta camada, apenas esterco bovino e ervas espontânea foram empregados até alcançar a altura de 1,50 m, depois de pronto foi aplicado na dose de 40 t ha⁻¹ nas parcelas submetidas a este tratamento.

O biofertilizante foi preparado na proporção de 1 parte de digesta bovina fresca, retirado do rumem bovino, para 4 partes de água. Para aplicação foi empregado uma proporção de 100 mL para cada 15 litros de água. Sendo aplicado

uma vez por semana nos dois primeiros meses, logo após o plantio, a partir do terceiro mês a cada 15 dias.

Os tratos culturais como capinas foram realizados, quando constatado por visitas a incidência em potencial para prejudicar a cultura. Foi utilizada irrigação por microaspersão quando constatado déficit hídrico. O espaçamento utilizado entre linhas foi de 0,4 m numa densidade de 12 plantas por metro linear.

Para verificar o efeito dos tratamentos foram realizadas as seguintes avaliações: período reprodutivo (PR); Número de vagens por planta (NVP) e Rendimento de palha (RP).

Análise estatística: Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de tratamentos comparadas pelos testes de Scott Knott a 5% de probabilidade.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se pela Tabela 1, que o número de dias para a maturação da cultura foi menor no tratamento com composto orgânico + biofertilizante (CO+BIO), sendo verificada maturação precoce da cultivar nessa combinação de adubos orgânicos. Nas parcelas tratadas com composto orgânico (CO), biofertilizante + inoculante (BIO+INOC) e no tratamento químico (TQ) o tempo de maturação foi de 85 dias que é a quantidade estabelecida para o ciclo da cultura. Nos demais tratamentos, a cultivar necessitou de um dia a mais para que a maturação ocorresse. Este fato é de fundamental importância para a escolha do tratamento, pois determina o tempo de colheita.

A menor quantidade de dias para maturação da cultivar submetida à adubação com composto orgânico + biofertilizante (CO+BIO) em relação aos demais, pode ter ocorrido porque, na fase vegetativa da planta, houve uma menor quantidade de regulador de crescimento em comparação com a fase reprodutiva, levando a cultura a um período menor na fase reprodutiva, pois, segundo Leite et al. (2003), se houver um desequilíbrio nutricional principalmente com o aumento do ácido giberélico na planta, o mesmo induzirá a um crescimento vegetativo intenso, sendo maior do que o necessário para a máxima produtividade.

Já o período reprodutivo que corresponde ao intervalo entre o florescimento e a colheita não diferiu estatisticamente, porém nas parcelas onde se empregou o composto orgânico associado ao biofertilizante CO+BIO foi menor que nos demais tratamentos.

Observa-se pela Tabela 1, que o número de vagens por plantas foi maior nas parcelas onde se empregou composto orgânico (CO), biofertilizante (BIO), composto orgânico + inoculante (CO+INOC), composto orgânico + biofertilizante (CO+BIO), composto orgânico + biofertilizante + inoculante (CO+BIO+INOC) e o tratamento

químico (TQ) com valores superiores a 12 unidades por planta. Estes resultados diferem dos obtidos por Ferreira et al. (2000) que não encontraram diferenças significativas no número de vagens por plantas de feijão carioca adubado quimicamente e inoculado com *Rhizobium Tropicum*. Ainda observa-se que, os tratamentos que proporcionaram maiores resultados, onde havia a presença do composto orgânico, ocorreu pequeno incremento no número de vagens por planta em relação ao demais, isto pode estar relacionado com o equilíbrio fisiológico da planta proporcionado pela liberação de nutrientes de forma gradativa do composto orgânico durante o ciclo da cultura (MEDEIROS et al., 2003).

Por outro lado, nas parcelas onde não se utilizou adubos ou inoculante (testemunha absoluta), foi constatado o menor valor para a variável em estudo, num total de nove vagens por planta, não diferindo estatisticamente dos tratamentos inoculante (INOC) e biofertilizante + inoculante (BIO+INOC). Valadão et al (2009) não observaram efeito significativo dos tratamentos com adubação nitrogenada e a inoculação sobre a massa seca de raízes e número de vagens por planta de feijão.

4- CONCLUSÕES

Os tratamentos não influenciaram a variável do período reprodutivo.

O rendimento de palha aumentou com o emprego do composto orgânico + inoculante (CO+INOC), porém todas as parcelas tratadas com INOC apresentou uma maior produção de massa.

A adubação a base de composto orgânico aumentou o número de vagens por planta mesmo não diferindo estatisticamente do tratamento químico.

REFERÊNCIAS

CONAB - Companhia nacional de abastecimento -. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Serie Histórica da produção de 1976 a 2013.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&ordem=produto&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos> Acesso em: 10 em Março de 2013.

DUENHAS, L.H.; PINTO, I.M.; GOMES, T.C. de A. Teores de macronutrientes em plantas de melão cultivado em sistema orgânico fertirrigado com substâncias húmicas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.454-454, 2004.

FERREIRA, A.N.; ARF,O.; CARVALHO, M.A.C.; ARAÚJO, R.S.; SÁ, M.E.; BUZZETTI, S. Estirpes de *Rhizobium tropici* na inoculação do feijoeiro. **Scientia Agricola**, Selvíria, v.57, n.3, p.507-512, 2000.

LEITE, V.M.; ROSOLEM, C.A.; RODRIGUES, J.D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.3, p.537-541, 2003.

MEDEIROS, M.B.; WANDERLEY, P.A.; FRANKLIN, F.; FERNANDES, F.S.; ALVES, G.R.; DANTAS, P.; CORDÃO, R.P.; XAVIER, W.M.R.; LEAL NETO, J.S. Uso de biofertilizantes líquidos no manejo ecológico de pragas agrícolas. In: **Anais...** Encontro temático meio ambiente e educação ambiental da UFPB, João Pessoa, 2003. P.19-23.

POSSAS, J. M. C. **Zoneamento agroclimático para a cultura do pinhão-mansô (*Jathopra curcas* L.) no Estado de Pernambuco**. 2011 76 f. Dissertação (pós-graduação em engenharia agrícola, área de concentração em manejo integrado de água e solo) _ Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011.

RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S. A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v.10, n.14, p.149-158, 2009.

SCIVITTARO, W.B.; GOMES, A.S. Inovações tecnológicas no manejo do nitrogênio para o arroz irrigado. 1. ed. Pelotas, RS: **Embrapa Clima Temperado**, 2006. v.1. 27p.

Tratamentos	PR	NVP	RP
	-- Dias --	-- Unid --	-- Kg ha ⁻¹
TA	46,00 a	9,33 b	2316,30 c
CO	46,33 a	12,53 a	3309,15 b
BIO	46,66 a	11,65 a	3078,30 b
INOC	45,66 a	10,85 b	3760,95 a
CO+INOC	47,00 a	12,66 a	4367,55 a
BIO+INOC	45,66 a	10,25 b	3103,65 b
CO+BIO	43,66 a	12,35 a	1665,75 c
CO+BIO+INOC	46,66 a	13,70 a	4230,90 a
TQ	46,00 a	13,30 a	2879,70 b
CV%	2,84	6,75	5,27
Média Geral	45,92	11,84	3478,08

TA = testemunha absoluta; CO = composto orgânico; BIO = biofertilizante; INOC = inoculante; CO+INOC = composto orgânico + inoculante; BIO+INOC = biofertilizante + inoculante; CO+BIO = composto orgânico + biofertilizante; CO+BIO+INOC = composto orgânico + biofertilizante + inoculante; TQ = tratamento químico. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott (P<0,05).

Tabela 1. Comportamento da cultura do feijoeiro no período reprodutivo (PR), número de vagens por planta (NVP) e rendimento de palha (RP) em função de tratamentos com composto orgânico, biofertilizante e inoculante comparados com o tratamento químico.

ABSTRACT: The common bean plant to achieve high productivity requires the use of high doses of chemical fertilizers and pesticides, but this condition has promoted an increase in the cost of production and environmental problems, in addition to compromising the health of farmers. Alternatives have emerged in order to produce without causing major changes in the agroecosystem. In this sense, this research aimed to study the influence of foliar fertilizer and compost associated with reproductive development of Inoculants common bean conventional management. The experiment was conducted in the municipality of Garanhuns-PE, and bio-fertilizers were used, and organic compound Inoculants on the plots with ecological management and fertilizer and chemical pesticides on the plots with conventional management. The treatments were distributed in a randomized block design, being employed nine treatments with three repetitions: TA (absolute Witness); CO (organic compound); BIO (Bio-Fertilizer); INOC (Inoculant); CO + INOC (+ organic compound Inoculants); BIO + INOC (Biofertilizer + Inoculants); CO + BIO (organic compound + biofertilizante); CO + BIO + INOC (+ organic compound biofertilizer + Inoculants); TQ (chemical treatment). Have been assessed number of pods per plant, reproductive period and the straw yield. The organic compound base fertilization increased the number of pods per plant even not statistically different from chemical treatment, therefore being recommended for use in soybean culture. While the straw yield, the best treatment was observed with the use of (CO + INOC), however all the plots treated with greater production presented INOC.

KEYWORDS: Organic compost, bio-fertilizers, nitrogen biological fixation.

CAPÍTULO XXII

EFEITO DE DIFERENTES DOSAGENS E FORMAS DE APLICAÇÃO DE ENXOFRE ELEMENTAR NAS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DO ALGODOEIRO

**Elias Almeida dos Reis
Charles Cardoso Santana
Tadeu Cavalcante Reis
Alberto do Nascimento Silva
Robson Gualberto de Souza
Aracy Camilla Tardin Pinheiro**

EFEITO DE DIFERENTES DOSAGENS E FORMAS DE APLICAÇÃO DE ENXOFRE ELEMENTAR NAS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DO ALGODOEIRO

Elias Almeida dos Reis

Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Departamento de Ciências Humanas
Barreiras – Bahia

Charles Cardoso Santana

Universidade Federal do Oeste da Bahia,
Centro das Ciências Biológicas e da Saúde
Barreiras – Bahia

Tadeu Cavalcante Reis

Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Departamento de Ciências Humanas
Barreiras – Bahia

Alberto do Nascimento Silva

Universidade de Brasília (UnB)
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Brasília - DF

Robson Gualberto de Souza

Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Departamento de Ciências Humanas
Barreiras – Bahia

Aracy Camilla Tardin Pinheiro

Universidade Federal de Viçosa (UFV),
Departamento de Fitotecnia
Barreiras – Bahia

RESUMO: O algodoeiro é uma das espécies mais cultivadas no Oeste Baiano, localizada no bioma Cerrado. Os solos predominantes deste bioma apresentam deficiência de bases, matéria orgânica e elementos essenciais como Fósforo (P) e Enxofre (S). Para essa cultura, o S participa de inúmeros compostos metabólicos, defesa vegetal, aumenta o peso das sementes e produtividade. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das diferentes dosagens e formas de aplicação do enxofre elementar nas características produtivas do algodoeiro no Oeste da Bahia. O experimento constituiu de um fatorial 5 X 2, em delineamento em bloco ao acaso, sendo cinco dosagens (0,00; 22,00; 44,00; 66,00 e 88,00 kg ha⁻¹ de enxofre elementar) e duas formas de aplicação (lanço e linha) com três repetições. O local do experimento foi a fazenda Warpol localizada em Roda Velha, São Desidério – BA na safra 2012/2013. Foram analisadas as variáveis de produção, peso médio de capulho, percentagem de pluma e produtividade. Os fatores doses e forma de aplicação não apresentaram significância para as variáveis analisadas. Contudo, houve interação significativa da forma de aplicação dentro da dosagem 88,00 kg ha⁻¹ para a variável percentagem de

pluma. Para as condições estudadas, o uso de enxofre elementar não responde a níveis diferenciáveis estatisticamente às características produtivas.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum*, produtividade, percentagem de pluma.

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. latifolium Hutch.) pertence à família Malvaceae e originou-se do México e da América Central (CARVALHO et al., 2000).

A Bahia é referência mundial em produtividade com 108 e 114 arrobas em pluma para sequeiro e irrigado respectivamente (AIBA, 2014). Fatores como clima, relevo, atributos naturais da região e o elevado padrão tecnológico utilizado na produção e no beneficiamento contribuíram para o desenvolvimento da cotonicultura no cerrado da Bahia.

A substituição de fontes de fósforo e nitrogênio contendo (S) na forma de sulfato por outras mais concentradas trouxe por consequência a deficiência desse elemento nos solos cultivados (HOROWITZ e MEURER, 2005).

O S é um elemento pouco móvel na planta e, por isso, o algodoeiro necessita de seu suprimento contínuo durante o desenvolvimento. Sua extração varia de 4 a 8 kg para cada 1.000 kg de algodão em caroço produzidos, dos quais cerca de 60% são exportados (semente + fibra) (CARVALHO et al., 2011).

Diante do potencial produtivo e econômico da cultura para a região, numa condição de solos deficitários em S, um dos elementos mais extraídos do solo pela cultura, torna-se necessário sua reposição contínua. Ademais, por participar de importantes características produtivas e tecnológicas da fibra, fica condicionada a importância da pesquisa sobre as melhores formas e doses de aplicação que maximize a eficiência no uso desse nutriente para o algodoeiro.

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das diferentes dosagens e formas de aplicação do enxofre elementar nas características produtivas do algodoeiro no Oeste da Bahia.

2. MATERIALE MÉTODOS

Localização do experimento

O experimento foi conduzido em condição de campo, utilizando a cultivar DP 555 BGRR cultivado na Fazenda Warpol - Roda Velha, município de São Desidério – BA nas coordenadas (45° 57' 33" S e 12° 38' 16" W) e 820 m de altitude, durante os meses de dezembro de 2012 a maio de 2013.

Implantação do experimento e coleta de dados

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados com três repetições, sendo um fatorial 5 X 2, ou seja, 5 dosagens de enxofre elementar (0,00; 22,00; 44,00; 66,00 e 88,00 kg ha⁻¹) e duas formas de aplicação (lanço e linha de plantio), totalizando 10 tratamentos e 30 parcelas experimentais.

Cada unidade experimental foi constituída por sete linhas com 7 m de comprimento e 0,76 m entre linhas, tendo a parcela útil três linhas centrais com 5 metros de comprimento, e um estande de 7,1 plantas/metro linear.

Foi aplicado e incorporado ao solo em pré-plantio, 800 kg do produto comercial F160 que tem a seguinte composição: P=16%, Ca=16%, B=0,08%, Cu=0,05%, Mn=0,2% e S=10%. Em cobertura foi aplicado 200 kg de KCl (58%), 320 kg de NH₄ (45%), 0,5 L de Zn e 2,0 L de Mn ha⁻¹. Com isso, todas as unidades experimentais receberam previamente à aplicação dos tratamentos, 80 kg ha⁻¹ de S na forma de sulfato.

Aos 160 dias após o plantio, fez-se a colheita de 45 capulhos em cada parcela útil para determinação do peso médio de capulho. Em seguida foi realizado o beneficiamento em descaroçador de serra e determinada a percentagem de pluma conforme metodologia descrita por (HOOPERHEIDE et al., 2007). A produtividade foi calculada a partir do peso total (massa em kg) dos capulhos colhidos na área útil e seus valores foram convertidos para um hectare.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância usando o programa SISVAR (FERREIRA, 2010) e quando pertinente, as médias foram calculadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para o fator formas de aplicação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fatores bióticos

Fatores bióticos do tipo alta pressão da *Helicoverpa armigera*, *Bemisia tabaci*, *Antonomus grandis* e *Ramulária areola* observado e relatado por (RORIZ, 2013) também podem ter contribuído de forma negativa para com as características de produção.

De acordo com a (Tabela 1), não houve efeito significativo para dose e forma de aplicação do S para as variáveis produtividade, PMC e porcentagem de pluma.

Fontes de variação	PMC	%de pluma	Produtividade
Forma de aplicação	0,0518 ^{ns}	0,5253 ^{ns}	0,3897 ^{ns}
Doses	0,4847 ^{ns}	0,8721 ^{ns}	0,4218 ^{ns}
Forma X Doses	0,8597 ^{ns}	0,0880 ^{ns}	0,4644 ^{ns}
Bloco	0,0304*	0,7257 ^{ns}	0,0011*
CV %	5,37	1,9	10,87

^{ns} - Não Significativo; * - Significativo a 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste f.

Tabela 1. Valores de probabilidade de significância (p), para as características de produção do algodão.

Desdobrando-se o efeito da forma de aplicação dentro das doses, observou-se diferença significativa a 5% de probabilidade entre as formas de aplicação dentro da dose de 88 kg ha⁻¹ (Tabela 2).

Fonte de variação	Significância (p)
Forma de aplicação/ 00 kg ha ⁻¹	0,6350 ^{ns}
Forma de aplicação/ 22 kg ha ⁻¹	0,3470 ^{ns}
Forma de aplicação/ 44 kg ha ⁻¹	0,3470 ^{ns}
Forma de aplicação/ 66 kg ha ⁻¹	0,1646 ^{ns}
Forma de aplicação/ 88 kg ha ⁻¹	0,0266*

^{ns} - Não Significativo; * - Significativo a 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste f.

Tabela 2. Valores de probabilidade de significância (p), para o desdobramento forma de aplicação dentro de dose na variável percentagem de pluma.

Analisando a (Tabela 3), que descreve os resultados estatísticos para a variável percentagem de pluma, nota-se que houve efeito significativo, apenas quando desdobrou a forma de aplicação dentro da dosagem de 88 kg ha⁻¹.

Tais resultados corroboram em parte com os encontrados por Santos et al., (2008) que em condições semelhantes, trabalharam com diferentes dosagens de N e S para as variáveis produtividade e percentagem de fibra em solo arenoso no Oeste da Bahia. Contudo, a queda na percentagem de pluma que resultou na diferença significativa pode está associada a alta pressão de fatores bióticos num tratamento específico na fase inicial do florescimento.

Forma de Aplicação	Doses (kg/ha)					Média
	00	22	44	66	88	
Lanço	0,4400a	0,4400a	0,4500a	0,4500a	0,4366b	0,4433a
Linha	0,4433a	0,4466a	0,4433a	0,4400a	0,4533a	0,4453a
Média	0,4416	0,4433	0,4467	0,4450	0,4450	
CV %	1,90					
DMS	0,0145*					00,65**

* Significância da forma de aplicação dentro das dosagens; ** Significância da forma de aplicação dentro da dose para as médias. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de tukey a 5 % de probabilidade.

TABELA 3. Percentagem de pluma do algodão, quando submetido a diferentes dosagens (00; 22; 44; 66 e 88 kg ha⁻¹) e formas de aplicação (lanço e linha) de S elementar.

A variável produtividade não apresentou diferença significativa para os fatores dosagem e forma de aplicação conforme (Tabela 4). Resultado semelhante foi verificado por Santos et al., (2008) que trabalhou com diferentes dosagens de N e S em condições semelhantes e por Silva Filho et al., (2007) que avaliou a resposta em produtividade do algodoeiro submetido a diferentes dosagens e forma de aplicação do sulfato de amônio que também contém S.

Forma de Aplicação	Doses (kg/ha)					Média
	00	22	44	66	88	
Lanço	136,45	164,52	154,39	152,25	152,24	151,97
Linha	146,00	146,39	150,29	157,11	133,92	146,74
Média	141,23	155,46	152,34	154,68	143,08	
CV %	10,87					
DMS	27,85*					12,46**

* Significância da forma de aplicação dentro das dosagens; ** Significância da forma de aplicação dentro da dose para as médias.

Tabela 4. Produtividade em arrobas por hectare do algodão em caroço, quando submetido a diferentes dosagens (00; 22; 44; 66 e 88 kg ha⁻¹) e formas de aplicação (lanço e linha) de S elementar.

O fato de não ter apresentado significância pode está associado ao teor de S no solo em condições suficientes, já que Malavolta (2006) relata aumento próximo a 40 % em resposta do algodoeiro a aplicação de S.

O peso médio do capulho (Tabela 5), também não apresentou significância quando submetido a diferentes dosagens e forma de aplicação do S. Com isso é necessário mais pesquisas com esse elemento para essa variável, já que não foi encontrado trabalho reportando o efeito do S para essa característica.

Forma de Aplicação	Doses (kg/ha)					Média
	00	22	44	66	88	
Lanço	4,4633	4,7333	4,6233	4,8500	4,6566	4,6653
Linha	4,7366	4,9033	4,8600	4,8500	4,9500	4,8600
Média	4,6000	4,8183	4,7417	4,8500	4,8033	
CV %	6,0400					
DMS	0,4390*					0,1963**

* Significância da forma de aplicação dentro das dosagens; ** Significância da forma de aplicação dentro da dose para as médias.

Tabela 5. Peso médio de capulho do algodão em grama, quando submetido a diferentes dosagens (00; 22; 44; 66 e 88 kg ha⁻¹) e formas de aplicação (lanço e linha) de S elementar.

Diante disso, a dosagem de 80 kg ha⁻¹ em qualquer forma de aplicação e fonte atende a demanda da cultura sem nenhuma restrição nas características de produção aqui mencionadas, Tabela 1. No entanto, Rosolem et al., (2007) chama atenção para considerar na tomada de decisão, valores das camadas inferiores, textura, matéria orgânica, histórico e necessidades da cultivar, caso disponha de referência apenas da camada (0 – 20) cm, orienta considerar a partir de 10 mg dm⁻³ como adequado.

4. CONCLUSÕES

Para as condições estudadas, o enxofre elementar não influenciou de forma significativa nas características produtivas quando aplicado em diferentes dosagens e formas de aplicação na cultura do algodoeiro, porém em termos dos padrões exigidos pela indústria têxtil, todas as características avaliadas apresentaram valores satisfatórios às exigências do mercado.

REFERÊNCIAS

AIBA. Evolução Algodão Oeste Bahia 1995 a 2011. Disponível em: <http://www.aiba.org.br/_resources/media/pdf/evolucao_algodao_oeste_bahia.pdf>. Acesso em 20 jan. 2014.

CARVALHO, L. P. et al. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de algodoeiro originários de matérias silvestres. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 47, n. 271, p. 303-310, 2000.

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B.; STAUT, L. A. Nutrição, calagem e adubação do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. **Algodão no Cerrado do Brasil**. 2° Ed. Associação

Brasileira dos Produtores de Algodão – ABRAPA. Aparecida de Goiânia- GO: Mundial gráfica, 2011. 1082p.: il 22cm.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2009.

FERREIRA, D. F. Programa computacional Sisvar - UFLA, versão 5.3, 2010.

HOROWITZ, N.; MEURER, E. J. Uso do enxofre elementar como fertilizante. **Informações agronômicas**, Piracicaba, n. 112, p. 4-7, 2005.

HOOGERHEIDE, E. S. S. et al. Correlações e análise de trilha de caracteres tecnológicos e a produtividade de fibra de algodão. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.42, n.10, p.1401-1405, out. 2007.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**, São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

PEREIRA, A. Algodão: novas cultivares transgênicas. **Cotton expo**, 2011, São Paulo, 2011.

RORIZ, E. J. S. Publicação eletrônica (informações pessoais). Mensagem recebida por < elder.roriz@yahoo.com.br > recebido em 03 de jun. 2013.

ROSOLEM, C. A.; ZANCANARO, L.; TESSARO, L. C. Nitrogênio e Enxofre na Cultura do Algodão In: **Simpósio sobre Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira** Piracicaba - SP, 2006 p.341-347. INPI Brasil, 2007 720p.: il.

SANTOS, F. C. et al. Adubação de Manutenção com Nitrogênio e Enxofre para o Algodoeiro Cultivado em solo arenoso do Cerrado Baiano In: **II Simpósio Internacional Savanas Tropicais**, 2008, Brasília. **ParlaMundi**, Brasília - DF, 2008.

SILVA FILHO, J. L. S.; PEDROSA, M. B.; SANTOS, J. B. **Pesquisa do algodoeiro no Oeste da Bahia – safra 2005/2006**. Campina Grande, 2007. 170p. (Embrapa Algodão: Documentos, 164).

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publications in Climatology**, New Jersey, Drexel Ins. of Thechnology, 1955. 104p.

ABSTRACT: The cotton is one of the most cultivated species in the West of Bahia, located in the Cerrado biome. The predominant soils of this biome present deficiency of bases, organic matter and essential elements like Phosphorus (P) and Sulfur (S). For this crop, the S participates in numerous metabolic compounds, plant defense, increases seed weight and productivity. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of the different dosages and forms of application of elemental sulfur on the productive characteristics of cotton in the West of Bahia. The experiment consisted of a 5 x 2 factorial, in a randomized block design, with five dosages (0.00, 22.00, 44.00, 66.00 and 88.00 kg ha⁻¹ of elemental sulfur) and two application forms (haul and line) with three replicates. The experiment site was the Warpol farm located in Roda Velha, São Desidério - BA in the 2012/2013 harvest. The variables of production, average weight of boll, percentage of feather and productivity were analyzed. The dose factors and the form of application did not present significance for the analyzed variables. However, there was a significant interaction of the application form within the dosage of 88.00 kg ha⁻¹ for the variable pen percentage. For the studied conditions, the use of elemental sulfur does not respond to statistically differentiable levels to the productive characteristics.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum*, productivity, plumage percentage.

CAPÍTULO XXIII

EFEITO DO PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM HÍBRIDOS DE SORGO EM ÁREA DE CANA-DE-AÇÚCAR

**Bruno Nicchio
Bárbara Campos Ferreira
Gustavo Alves Santos
Lucélia Alves Ramos
Hamilton Seron Pereira
Gaspar Henrique Korndörfer**

EFEITO DO PARCELAMENTO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM HÍBRIDOS DE SORGO EM ÁREA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Bruno Nicchio

Louisiana State University (LSU), School of Plant, Environmental, and Soil Sciences/Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Baton Rouge – Louisiana, USA.

Bárbara Campos Ferreira

Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Programa de Pós-Graduação em Agronomia,

Uberlândia – Minas Gerais

Gustavo Alves Santos

Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Instituto de Ciências Agrárias

Uberlândia – Minas Gerais

Lucélia Alves Ramos

Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Instituto de Ciências Agrárias

Monte Carmelo – Minas Gerais

Hamilton Seron Pereira

Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Instituto de Ciências Agrárias

Uberlândia – Minas Gerais

Gaspar Henrique Korndörfer

Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Instituto de Ciências Agrárias

Uberlândia – Minas Gerais

RESUMO: A cultura do sorgo vem ganhando destaque no cenário agrônomo nos últimos anos e os estudos manejo de adubação são de grande importância. O parcelamento da adubação nitrogenada é uma prática usual no meio agrícola para esse fim. Nesse sentido, o trabalho objetivou avaliar a produtividade, o ATR (açúcar total recuperado) e o teor de nitrogênio (N) foliar de dois híbridos de sorgo submetidos a parcelamentos de adubação nitrogenada. O experimento foi montado em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3 sendo dois híbridos (sacarino e biomassa) e três parcelamentos da adubação nitrogenada sendo 20+70, 45+45 e 90+0 (dose de N na semeadura + dose de N em cobertura, kg ha⁻¹). Aplicando-se a dose de N conforme o recomendado, 1/3 na semeadura e 2/3 em cobertura, resultou em maior produtividade do que a obtida no tratamento onde foram aplicados 45 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 45 kg ha⁻¹ de N na cobertura. O parcelamento da dose de nitrogênio não interferiu no teor de açúcar total recuperado assim como no teor de nitrogênio foliar de ambos os híbridos de sorgo. O sorgo sacarino apresentou menores valores de ATR, porém, foi mais eficiente na absorção de N em comparação ao sorgo biomassa. O híbrido de sorgo

sacarino apresentou melhor resposta para N parte aérea quando se aplicou 45 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 45 kg ha⁻¹ de N na cobertura. Porém, híbrido de o sorgo biomassa apresentou melhor resposta quando aplicado 90 kg ha⁻¹ de N na semeadura.

PALAVRAS-CHAVE: nitrogênio, produtividade e *Sorghum bicolor* L. Moench.

1- INTRODUÇÃO

A indústria sucroenergética busca potencializar a produção de etanol em uma mesma área e por isso, a utilização da cultura do sorgo em sucessão ou em rotação com a cana-de-açúcar pode otimizar o parque industrial sem a necessidade de substituição da maquinaria (CUNHA; SEVERO FILHO, 2010).

Existem cinco tipos de sorgo: granífero, forrageiro, silageiro, vassoura e sacarino. O tipo granífero, possui maior área cultivada, e constitui basicamente um ingrediente para rações utilizadas na alimentação de aves, suínos e bovinos (TESINI, 2003). No sorgo do tipo forrageiro, sua biomassa é utilizada na produção de silagem e já o sorgo-vassoura, para confecção de vassouras e artesanatos; o sorgo-pastejo originou-se do cruzamento entre *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* (SAWAZAKI, 1998); e os sorgos sacarino e lignocelulose (biomassa), para produção de etanol de primeira e segunda geração, respectivamente (IEA, 2010).

Sorgo sacarino é a denominação dada às plantas da espécie *Sorghum bicolor* que apresentam elevada produção de massa verde, porte alto, colmos suculentos e com elevados teores de açúcares fermentáveis no caldo, o que pode proporcionar fermentação alcoólica para produzir energia concentrada com bases renováveis (SOUZA, 2001; QUEIROZ *et al.*, 2013).

Segundo PURCINO (2011), o cultivo do sorgo biomassa surge como tecnologia potencialmente muito mais promissora que os capins e o eucalipto, pois a espécie pode atingir produtividade de 150 t ha⁻¹ de massa fresca, em um ciclo de apenas cinco meses, com cultivo totalmente mecanizável. Adicionalmente, o sorgo biomassa pode ser propagado via sementes, gerando um custo operacional menor (MAY *et al.*, 2011).

Como se trata de uma fonte de energia de origem vegetal, tal qual a cana-de-açúcar, se faz necessário o desenvolvimento de técnicas e manejos para a cultura do sorgo, de forma que indiquem os melhores cultivares, ou aqueles mais adaptados para as regiões de plantio, como tipos e doses de fertilizantes a serem empregados, épocas e modos de aplicação, entre outros.

A cultura do sorgo vem sendo recentemente estudada e ganhando importância no cenário agrônomo, pois possui uma matéria-prima de alta qualidade e pode ser empregado pelas usinas do setor sucroenergético tanto na

fabricação de etanol celulósico quanto na produção de açúcar, tornando-se uma possível alternativa a cana-de-açúcar.

Como toda planta, o sorgo é exigente em nitrogênio, elemento essencial para seu desenvolvimento já que exerce importantes funções nos processos fisiológicos da planta. De tal modo, a adubação nitrogenada deve ser manejada da melhor forma a fornecer esse nutriente de forma adequada a cultura. O parcelamento da adubação nitrogenada é uma alternativa bastante utilizada para esse fim, além de diminuir as perdas do nutriente que é tão dinâmico no solo.

A introdução do sorgo, amparada por técnicas de manejo, pode promover sucesso da cultura, com custos compatíveis com a realidade do setor e sustentável sob os pontos de vistas econômico, social e ambiental (RAMOS, 2014).

Deste modo, este trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade, o ATR (açúcar total recuperado) e o teor de nitrogênio (N) foliar de dois híbridos de sorgo submetidos a parcelamentos de adubação nitrogenada em área de cana-de-açúcar.

2- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em novembro de 2013 em área de cultivo comercial da Bioenergética Aroeira (Tupaciguara-MG) em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3 sendo dois híbridos (sacarino e biomassa) e três parcelamentos da adubação nitrogenada com quatro repetições. De acordo com a tabela 1, os parcelamentos consistiram de aplicações diferentes doses na semeadura (base) e em cobertura, a qual foi realizada de 30 a 35 DAS (dias após a semeadura).

Híbrido	Dose de N		TOTAL
	Semeadura	Cobertura (30 a 35 DAS)	
	----- kg ha ⁻¹ -----		
Biomassa (CB7520)	20	70	90
	45	45	90
	90	0	90
Sacarino (CB7290)	20	70	90
	45	45	90
	90	0	90

Tabela 1 - Dose de N e época de aplicação em cada tratamento, Bioenergética Aroeira, Tupaciguara, Minas Gerais.

O híbrido biomassa (CB 7520) e o sacarino (CB 7290) foram semeados com 18 sementes e 14 sementes m⁻¹, respectivamente. As parcelas experimentais

foram constituídas de oito linhas de 10 metros de comprimento e espaçadas de 0,65 metros.

Tratamentos e amostragem

Anteriormente a instalação do experimento a área era ocupada pela cultura da cana-de-açúcar. Para a eliminação da soqueira, a mesma foi dessecada e incorporada ao solo. A adubação foi feita com 1000m³ de vinhaça na área, oferecendo então 405 kg de N e 2,75 t ha⁻¹ de K₂O.

A adubação de semeadura (Figura 1) utilizada foi feita com a aplicação de 370 kg da mistura de dois adubos: 330 kg de Superfosfato Triplo (STF) (00-46-00) + 70 kg NH₄NO₃ (34-00-00), oferecendo então 20 kg ha⁻¹ de N e 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅. A aplicação do N em cobertura (Figura 2) foi realizada 30-35 dias após a semeadura (DAS) utilizando-se Nitrato de Amônio (NH₄NO₃ - 34% N) nas doses equivalentes ao que se desejava fornecer em cada tratamento (Tabela 1).



Figura 1. Detalhe da semeadura e adubação de base, Bioenergética Aroeira, Tupaciguara, Minas Gerais.



Figura 2. Detalhe da adubação de cobertura, Bioenergética Aroeira, Tupaciguara, Minas Gerais (30-35 DAS).

A colheita foi realizada aos 159 DAS com corte manual das plantas dos 6 m centrais das duas linhas centrais de cada parcela.

Características avaliadas

As características avaliadas foram o teor de nitrogênio foliar, produtividade e a quantidade de ATR (Açúcar Total Recuperado). O teor de N foliar foi determinado nas amostras dos terços médios, sem nervura central, das folhas +3 inteiramente abertas coletadas duas em cada linha da área útil da parcela no período de

emborrachamento do sorgo (EMBRAPA, 2008).

Para a determinação da produtividade, todas as plantas colhidas foram contadas e pesadas com o auxílio de uma balança portátil, sendo os resultados extrapolados para valores de produção em t ha⁻¹.

Ainda, dentre as plantas colhidas, foram amostradas 12, aleatoriamente, para serem submetidas à análise de N na parte aérea (EMBRAPA, 2008), no laboratório de fertilizantes da Universidade Federal de Uberlândia e análise tecnológica no laboratório da Bioenergética Aroeira, adotando-se a metodologia descrita por Copersucar (1980). Também foi calculado o Açúcar Teórico Recuperado (ATR) (kg TC⁻¹) conforme metodologia descrita por Tanimoto (1964). Com base no peso de cada parcela e análise de N na parte aérea, calculou-se o N extraído pelos híbridos de sorgo.

Análises Estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância, com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014). Sendo o teste F significativo, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância.

3-RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independente da distribuição de N utilizada, a produtividade de biomassa do sorgo não apresentou diferença estatística entre os híbridos testados (CB7520 x CB7290), a qual variou de 58,2 a 62,0 t ha⁻¹ (Tabela 2).

Parcelamento N	Híbrido*		MÉDIA
	Sacarino	Biomassa	
kg ha ⁻¹	t ha ⁻¹		
20 + 70	64,7	69,3	66,8 A
45 + 45	54,1	55,7	54,9 B
90 + 0	55,9	61,2	58,5 AB
MÉDIA	58,2 a	62,0 a	

DMS_{híbrido} = 6,9; DMS_{doses} = 10,8; CV (%) = 16,1.

*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância.

Tabela 2. Produtividade de híbridos de sorgo submetidos a diferentes parcelamentos de adubação nitrogenada, Bioenergética Aroeira, Tupaciguara, Minas Gerais.

O estudo das doses utilizadas no parcelamento, demonstrou que 20 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 70 kg ha⁻¹ de N na cobertura, resultou em maior

produtividade para ambos os híbridos (66,8 t ha⁻¹), apesar de não diferir da aplicação de todo N na semeadura. Resultados semelhantes foram obtidos por Martins et al., (2012), que, encontraram maiores produtividades de sorgo granífero nas combinações com maior dose de N na semeadura. Ao aplicar 200 kg ha⁻¹ de N em cobertura, Jardim et al. (2015) verificaram maior produção de massa fresca total de sorgo sacarino (BRS 506).

Os valores de ATR obtidos em ambos os experimentos podem ser observados na tabela seguinte (Tabela 3). A variação na distribuição do N não afetou o valor de ATR dos híbridos, sendo a variação do ATR das plantas cultivadas de 49,8 a 55,4 kg açúcar t⁻¹.

Parcelamento N	Híbrido*		MÉDIA
	Sacarino	Biomassa	
kg ha ⁻¹	kg açúcar t ⁻¹		
20 + 70	22,5	32,2	27,3 A
45 + 45	26,9	30,2	28,6 A
90 + 0	22,9	25,8	24,3 A
MÉDIA	24,1 b	29,4 a	

DMS_{híbrido}=4,6; DMS_{doses}=7,2; CV (%)= 24,1.

*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância.

Tabela 3 - Valores de ATR de híbridos de sorgo submetidos a diferentes parcelamentos de adubação nitrogenada, Bioenergética Aroeira, Tupaciguara, Minas Gerais.

Ao comparar os dois híbridos em estudo, o sorgo biomassa apresentou maior valor de ATR que o sacarino. A cultura do sorgo, principalmente biomassa e sacarino, vem sendo recentemente explorada, dessa forma são poucos os trabalhos encontrados na literatura que tratam da relação dos valores de ATR com a adubação nitrogenada. Assim, são relevantes as comparações da cultura do sorgo com culturas como a cana-de-açúcar e o milho.

Azeredo et al. (1986) e Trivelin et al. (2002), observaram que a adubação nitrogenada não afetou a qualidade tecnológica dos colmos da cana-de-açúcar. Ao mesmo tempo, esses resultados contrariam os de Silveira & Crocomo (1990), que constataram decréscimo no teor de sacarose em plantas que se desenvolveram na presença de alta concentração de N.

Segundo Vitti et al. (2007), com a aplicação dos adubos nitrogenados há diminuição nos teores de sacarose do caldo e prejuízo na pureza da cana-de-açúcar. Neste sentido, Malavolta (2006) relata que o uso de fertilizantes nitrogenados em cana-de-açúcar promove menor armazenamento de açúcar, pois os esqueletos carbônicos são consumidos induzindo a planta a vegetar mais.

Os valores encontrados de N foliar encontram-se na tabela abaixo (Tabela 4). O parcelamento de N não interferiu no teor de N foliar dos híbridos em questão,

sendo a variação no teor de N de 32,7 a 33,6 g kg⁻¹, mas, o sorgo sacarino apresentou maior teor de N foliar (33,9 g kg⁻¹) em comparação com o sorgo biomassa (31,8 g kg⁻¹).

Vale ressaltar que a faixa de teor de N considerada como adequado por Cantarella et al. (1997) é de 25-35 g kg⁻¹ para a cultura do sorgo granífero. Observa-se então que os valores estão dentro dessa faixa.

Parcelamento N	Híbrido*		MÉDIA
	Sacarino	Biomassa	
	N Foliar		
kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹		
20 + 70	34,0	31,5	32,7 A
45 + 45	33,3	31,3	32,3 A
90 + 0	34,5	32,7	33,6 A
MÉDIA	33,9 a	31,8 b	
DMS _{híbrido} =1,2; DMS _{doses} =1,9; CV (%)= 5,1.			
	N parte aérea		
kg ha ⁻¹	g kg ⁻¹		
20 + 70	7,8 a	8,7 a	8,3 A
45 + 45	8,7 a	7,0 b	7,9 A
90 + 0	7,8 b	9,5 a	8,6 A
MÉDIA	8,1	8,4	
DMS _{Híbrido} = 0,9; DMS _{Dose} = 1,3; CV= 14,5.			
	N extraído		
kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹		
20 + 70	153	192	172 A
45 + 45	145	124	134 A
90 + 0	139	182	161 A
MÉDIA	146 a	166 a	
DMS _{híbrido} = 33,1 ; DMS _{Dose} = 49,4; CV = 24,4.			

*Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,10 de significância.

Tabela 4. Teores de N foliar, N parte aérea e N extraído de dois híbridos de sorgo submetidos a diferentes parcelamentos de adubação nitrogenada, Bioenergética Aroeira, Tupaciguara, Minas Gerais.

Os teores de N na parte aérea também não diferiram entre as formas de aplicação, mas houve diferença entre os híbridos (Tabela 4). Com a aplicação metade no plantio e metade em cobertura, o teor de N na parte aérea foi maior para o híbrido sacarino (8,7 g kg⁻¹ de N), já quando aplicado todo no plantio os teores do nutriente foram maiores no híbrido biomassa com 9,5 g kg⁻¹ de N (Tabela 4).

Para o N extraído, independente da forma distribuição do fertilizante, não houve variação entre os híbridos sacarino e biomassa, embora o sorgo biomassa tenha extraído em média 20 kg ha⁻¹ a mais de N (Tabela 4). Apesar da não diferença significativa, o tratamento com 20 + 70 kg ha⁻¹ de N apresentou maior extração de nitrogênio nos dois híbridos demonstrando um melhor aproveitamento do nitrogênio com este parcelamento.

Segundo Korndörfer (1994) a adubação é uma prática que interfere de diversas maneiras na qualidade na cultura da cana-de-açúcar e com isso, a adubação nitrogenada está associada a um maior crescimento vegetativo e, portanto, maior umidade na cana, o que pode reduzir o teor de sacarose dos colmos. Isso pode justificar os baixos teores de ATR, apresentados pelo sorgo sacarino, mesmo demonstrando maiores teores de N foliar e N parte aérea (Tabela 3 e Tabela 4).

O nitrogênio tem se mostrado como um limitador da produtividade do sorgo sacarino (SANTI *et al.*, 2006; FASABI, 1996; VELOSO, 1993), sendo, portanto, a finalidade da maioria dos trabalhos de nutrição com a cultura. Sua deficiência pode reduzir a produtividade da cultura (Johnston, 2000) e seu excesso pode causar danos ao ambiente (KESSEL *et al.*, 1993; GOSH; BHAT, 1998).

4- CONCLUSÕES

Aplicando-se a dose de N conforme o recomendado, 1/3 na semeadura e 2/3 em cobertura (20 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 70 kg ha⁻¹ de N na cobertura), foi observado maior produtividade do que a obtida no tratamento onde foram aplicados 45 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 45 kg ha⁻¹ de N na cobertura.

O parcelamento da dose de nitrogênio não interferiu no teor de açúcar total recuperado assim como no teor de nitrogênio foliar de ambos os híbridos de sorgo.

O sorgo sacarino apresentou menores valores de ATR, porém, foi mais eficiente na absorção de N em comparação ao sorgo biomassa.

O híbrido de sorgo sacarino apresentou melhor resposta para N parte aérea quando se aplicou 45 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 45 kg ha⁻¹ de N na cobertura. Porém, híbrido de o sorgo biomassa apresentou melhor resposta quando aplicado 90 kg ha⁻¹ de N na semeadura.

5- AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem pelo à CAPES, CNPq e FAPEMIG suporte financeiro durante o tempo de realização do experimento.

REFERÊNCIAS

AZEREDO, D. F.; BOLSANELLO, J.; WEBER, H.; VIEIRA, J. R. **Nitrogênio em cana-planta: doses e fracionamento**. STAB – Açúcar, Álcool e Sub-Produtos, Piracicaba, v. 6, p. 26-33, 1986.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. O. **Cereais**. Boletim Técnico Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas. 2. ed. 1997. p.45-47.

COPERSUCAR. **Amostragens e análise de cana-de-açúcar**. São Paulo: Centro de Tecnologia Copersucar, 1980. 37p.

CUNHA, S. P.; SEVERO FILHO, W. A. **Avanços tecnológicos na obtenção de etanol a partir de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench)**. Tecnológica, Santa Cruz do Sul, v. 14, p. 69-75, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília, Informação Tecnológica, 2009. 628p.

FASABI, J. A. V. **Carências de macro e micronutrientes em plantas de malva (*Urena lobata*), variedade BR-01**. 1996, 90f. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 1996.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons**. *Ciênc. agrotec.*, v.38, n.2, p. 109-112, 2014.

GOSH, B. C.; BHAT, R. **Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields**. *Environ. Pollut.*, v. 102, p. 123-126, 1998.

IEA. Internacional Energy Agency. **Sustainable Production of Second-generation Biofuels**. Paris: OECD/IEA, 2010. 221p.

JARDIM, C. A.; PEREIRA, S. A. P.; PEREIRA, J. G. B.; FRANCO, C. F.; MINGOTTE, F. L. C. **Adubação Nitrogenada na produção de sorgo Sacarimo BRS 506 para alimentação animal**. *Ciência & Tecnologia*, Jaboticabal, v.7, p. 37-41, 2015.

JOHNSTON, A. E. **Efficient use of nutrients in agricultural production systems**. *Common Soil Sci. Plant Ann.*, v. 31, p. 1599-1620, 2000.

KESSEL, C. V.; PENNOCK, D. J.; FARREL, R. E. **Seasonal variation in denitrification and nitrous oxide evolution at the landscape scale.** Soil Sci. Am. J., v. 57, p. 988-955, 1993.

KORNDÖRFER, G. H. **Importância da adubação na qualidade da cana-de-açúcar.** In: SÁ, M.E.; BUZZETI, S. Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas. São Paulo: Ícone, 1994. p.133-142.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARTINS, I. S.; FUKUDA, A. J.; JUNIOR, E. C. S.; FERREIRA, I.; CAZETTA, J. O. **Produtividade de sorgo safrinha sob diferentes combinações de adubação nitrogenada.** In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Águas de Lindóia, 2012.

MAY, A. et al. **Boas práticas agrícolas para o cultivo de sorgo sacarino.** Agroenergia, ano II, nº3, ago.2011. p.16-17.

PURCINO, A. A. C. **Sorgo sacarino na Embrapa: histórico, importância e usos.** Revista Agroenergia, v. 2, n. 3, p. 6, 2011.

QUEIROZ, T. R., et al. ENANGRAD. **Análise da viabilidade econômica e as potencialidades de produção de Biocombustível a partir do sorgo sacarino (*Sorghum bicolor*).** In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Anais... 2013, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo Florianópolis.

RAMOS, S. B. **Dose, parcelamento e modo de aplicação de nitrogênio em atributos nutricionais, agronômicos e tecnológicos de cultivares de sorgo sacarino.** 2014. 153f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2014.

SANTI, A.; CAMARGOS, S. L.; SCARAMUZZA, L. M. P.; SCARAMUZZA, J. F. **Deficiências de macronutrientes em sorgo.** Ciências Agrárias, Belém, v. 30, p. 228-233, 2006.

SAWAZAKI, E. **Sorgo forrageiro ou misto, sorgo granífero, sorgo vassoura *Sorghum bicolor* L. Moench.** In: FALH, J. L. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. 6. ed. Campinas: IAC, 1998. p. 44-49.

SOUSA, V.F. **Adaptabilidade e estabilidade de Cultivares de sorgo sacarino.** Janaúba, 2011. 53f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, 2001.

TANIMOTO, T. The press method of cane analysis. **Hawaiian Planter's Record**, Hawaii, v. 57, p. 133-150, 1964.

TESINI, J.R. **Desempenho produtivo aos 21 dias de corte submetidos a dietas formuladas com grãos de sorgo de diferentes cultivares.** 2003. 21p. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Uberlândia, 2003.

TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C.; OLIVEIRA, M. W.; GAVA, G. J. C.; SARRIÉS, G. A. **Utilização de nitrogênio e produtividade de cana-de-açúcar (cana-planta) em solo arenoso com incorporação de resíduos da cultura.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 26, p. 636-646, 2002.

VELOSO, C. A. C. **Deficiências de macro e micronutrientes e toxidez de alumínio e manganês na pimenteira-do-reino (Piper nigrun L.),** 1993. 145f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1993.

VITTI, A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; GAVA, G. J. C.; PENATTI, C. P.; BOLOGNA, I. R.; FARONI, C. E.; FRANCO, H. C. J. **Produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual da adubação e do sistema radicular.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 42, p. 249-256, 2007.

ABSTRACT: The sorghum crop has been showing prominence in the agronomic scenario in the last years and studies of fertilization management are of great importance. Partitioning of nitrogen fertilization is a usual practice in the agricultural environment for this purpose. In this sense, the objective of this work was to evaluate a productivity, TRS (total sugar recovered) and nitrogen content (N) on leaf, on plant and N uptake from two sorghum hybrids submitted to nitrogen fertilization. The experiment was set up in a randomized complete block design, in a 2 x 3 factorial scheme, two hybrids (saccharine and biomass) and three nitrogen fertilization plots were 20 + 70, 45 + 45 and 90 + 0 (N rate at sowing + rate of N in coverage, kg ha⁻¹). Applying the rate of N as recommended, 1/3 at sowing and 2/3 in coverage, resulted in higher productivity than that obtained in the treatment which 45 kg ha⁻¹ of N at sowing and 45 kg ha⁻¹ of N in the coverage.

Partitioning of the nitrogen dose did not interfere with the total sugar content recovered as well as the leaf nitrogen content of both sorghum hybrids. Saccharin sorghum presented lower TRS values, but was more efficient in N uptake compared to sorghum biomass. The sorghum hybrid showed the best response for N on plant

when 45 kg ha⁻¹ of N was applied at sowing and 45 kg ha⁻¹ of N in the cover. However, hybrid of biomass sorghum presented better response when applied 90 kg ha⁻¹ of N at sowing.

KEYWORDS: nitrogen, productivity and *Sorghum bicolor* L. Moench.

CAPÍTULO XXIV

ESTOQUES DE CARBONO ORGÂNICO EM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO E USO DA TERRA (SUTS)

**Janaína Ferreira Guidolini
Teresa Cristina Tarlé Pissarra
Maria Teresa Vilela Nogueira Abdo
Renata Cristina Araújo Costa**

ESTOQUES DE CARBONO ORGÂNICO EM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO E USO DA TERRA (SUTS)

Janaína Ferreira Guidolini

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Ciência do Sistema Terrestre, São José dos Campos, São Paulo.

Teresa Cristina Tarlé Pissarra

Universidade Estadual Paulista, Departamento de Engenharia Rural, Jaboticabal, São Paulo.

Maria Teresa Vilela Nogueira Abdo

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Pólo Centro-Norte, Pindorama, São Paulo.

Renata Cristina Araújo Costa

Universidade Estadual Paulista, Departamento de Engenharia Rural, Jaboticabal, São Paulo.

RESUMO: A substituição de ecossistemas naturais por sistemas agropecuários resulta, frequentemente, no declínio do teor de carbono (C) orgânico do solo, em função da redução do aporte, perdas por erosão e da taxa de decomposição da matéria orgânica. Baseando-se neste contexto, este trabalho teve por objetivo comparar os teores de matéria orgânica do solo (MOS), de carbono orgânico total (COT), e os estoques de carbono de um Argissolo Vermelho-Amarelo sob diferentes sistemas de manejo e uso da terra, sendo eles: mata nativa, área reflorestada com eucalipto, pastagem e sistema agroflorestal (SAF) com o cultivo de urucum e seringueira. As amostras deformadas para determinação da MOS e do COT foram coletadas no Polo Centro Norte (APTA), no município de Pindorama, SP, nas profundidades de 0,0 – 0,2 m e 0,2 – 0,4 m. Cada sistema de uso da terra (SUTs) foi dividido em cinco parcelas e, em cada parcela foram coletadas quatro amostras em cada profundidade. Os resultados obtidos mostraram que a mata nativa sobressaiu em relação aos demais SUTs (eucalipto, pastagem e SAF), apresentando maiores teores de MOS e COT e, conseqüentemente, um estoque de C no solo de 34,40 ton ha⁻¹ na profundidade de 0,0 – 0,2 m. Observou-se também, que o estoque de C do solo e a concentração de MOS e COT diminuíram ao longo do perfil do solo, apresentando maiores valores na camada superficial em todos os SUTs. Conclui-se que o manejo dos SUTs pode contribuir para uma melhor sustentabilidade agrícola, visto que esse influenciou os resultados.

PALAVRAS-CHAVE: manejo do solo, matéria orgânica, uso do solo.

1. INTRODUÇÃO

Os estoques de matéria orgânica do solo (MOS) nos diversos tipos de agroecossistemas são consequências da interação de fatores relacionados a ciclagem dos nutrientes. Com a expansão agrícola, houve desbalanço nos estoques de matéria orgânica.

O declínio no estoque de MOS após a conversão de florestas nativas em sistemas agrícolas causou diversos prejuízos ambientais (HOUGHTON *et al.*, 1991). Essa redução pode ser atribuída aos processos mais acelerados de mineralização da matéria orgânica e oxidação de carbono (C) orgânico do solo, às menores quantidades de aportes orgânicos em sistemas manejados comparativamente a florestas nativas e conseqüentemente ao aumento da erosão do solo em determinadas áreas.

Nos sistemas agrícolas, a dinâmica da MOS é influenciada não só pela seleção de culturas e formas de preparo do solo, mas também pela adição de fertilizantes químicos e materiais orgânicos, fatores que influenciam positivamente os processos biológicos de decomposição e mineralização da MOS.

O tipo de uso e o manejo realizado durante as práticas agrícolas geram alterações no solo, como a perda da estrutura original, fracionamento dos agregados maiores em unidades menores, redução dos macroporos e aumento de microporos e densidade. Os sistemas de manejo do solo com revolvimento em área total são os que mais degradam fisicamente o solo, em virtude disto, o teor de matéria orgânica é afetado, principal agente de formação e estabilização dos agregados (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Para a melhor compreensão sobre a relação existente entre os estoques de matéria orgânica do solo (MOS) e de carbono orgânico total (COT), foi realizada uma análise comparativa entre diferentes sistemas de manejo e uso da terra, visando compreender a dinâmica dos estoques entre os sistemas florestados (Mata, eucalipto e SAF) e não florestado – campo limpo (pastagem) sobre uma unidade de solo (Argissolo Vermelho-Amarelo).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Polo Centro Norte (APTA) situado no município de Pindorama, SP. Pela classificação da EMBRAPA (2013), o solo da área de estudo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo de textura arenosa média/abrupto.

Conforme a classificação de Köppen, o clima enquadra-se no tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A precipitação média anual é de 1258 mm; a temperatura média dos três meses de

verão é 23,8 °C e a temperatura média dos meses de inverno (junho, julho e agosto) é de 19,3 °C (ABDO, 2009).

Segundo o levantamento realizado por Lepsch e Valadares (1976), as altitudes do Polo Centro Norte variam de 498 a 594 m acima do nível do mar. O relevo é ondulado nas partes de altitudes maiores, passando a suave-ondulado nas altitudes menores. A maior parte dos declives está compreendida entre 2% e 10%, havendo pequenas áreas quase planas (0-2% de declive), nos topos das elevações e nas várzeas e algumas com declives entre 10% e 20%, próximas aos cursos d'água.

A análise comparativa entre os diferentes sistemas de manejo e uso da terra (SUTs) utilizou os sistemas florestados (Mata, eucalipto e SAF) e não florestado – campo limpo (pastagem), conforme descritos a seguir:

1) *Mata Nativa (testemunha)*: nesta área é composta por fragmentos florestais remanescentes do bioma Mata Atlântica, Floresta Estacional Semidecidual (Abdo, 2009). A região foi transformada em Reserva Biológica, o histórico da área não apresenta indícios de ações antrópicas ou atividades que alterem as características ambientais locais.

Os sistemas florestados foram:

2) *Área Reflorestada com Eucalipto*: esse talhão da espécie *Eucalyptus citriodora* foi plantado em 1979 no espaçamento de 2,00m x 3,00m com uma área de 19.920m² com 3320 plantas, a área nunca foi adubada e as roçadas anuais começaram em 2012.

3) *Sistema Agroflorestal (SAF)*: é composta por espécies florestais intercaladas com seringueira, acerola e urucum, o manejo contou com controle de mato por meio de arado e grade. O plantio das espécies arbóreas foi feito em sulcos após aração e gradagem da área, no espaçamento 3,5 x 2m. Não houve plantio da cultura anual entre as linhas de plantio das espécies arbóreas. A adubação e calagem para implantação foi 300 g de calcário e 200 g de superfosfato simples na cova das espécies arbóreas e sem adubação nas entrelinhas.

4) O sistema não florestado utilizado na análise foi a *pastagem*: área cultivada anteriormente com capim colômbio que em 1997, com a reforma da pastagem foi sistematizada com curvas de nível e plantio de *Brachiaria decumbens*. A área sofreu pisoteio de animais até 2010. Posteriormente, a área foi totalmente isolada. Não há histórico de adubação e, para controle do mato, foi aplicado o herbicida Thordon 245T em 2011 e 2014. O controle da altura das gramíneas é feito por uma roçada anual.

A análise da relação existente entre os estoques de matéria orgânica do solo (MOS) e de carbono orgânico total (COT), foi realizada utilizando amostras deformadas de solo, coletadas no período de outubro a novembro de 2014. As amostras foram coletadas em parcelas de 4x25m (5 parcelas por SUT) (Figura 1).

Em cada parcela, foram selecionados ao acaso quatro pontos amostrais, a uma distância média de 10m um do outro. Em cada ponto, foram retiradas duas amostras (0,0 – 0,2m e 0,2 – 0,4m), totalizando em oito amostras por parcela. As variáveis analisadas neste trabalho foram: MOS (g.cm^{-3}), COT (g.cm^{-3}) e os estoques de C do solo (ton.ha^{-1}). A metodologia utilizada para a análise de cada variável foi a descrita por RAIJ (2011).

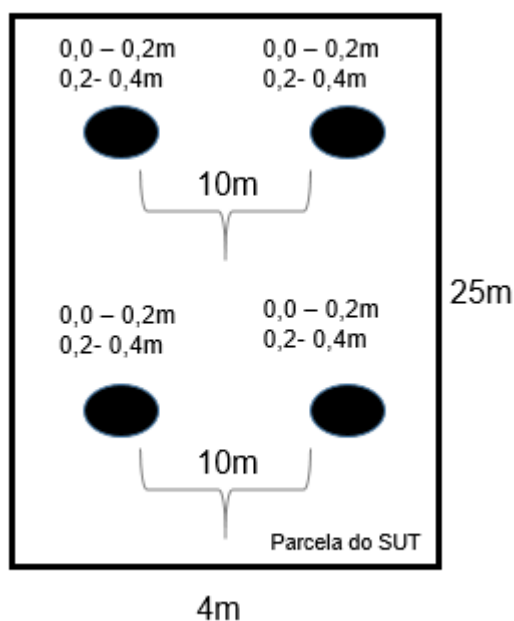


Figura 1 – Esquema da parcela amostral.

Os dados foram submetidos à análise de variância e para a comparação das médias dos atributos do solo dos SUTs estudados, foi realizado o teste de Tukey a 5 % de probabilidade, utilizando o pacote estatístico ASSISTAT 7.7 Beta (SILVA e AZEVEDO, 2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho são apresentados na **Tabela 1**. O maior teor de MOS foi observado na camada superficial do solo comparando-se à camada subsuperficial. Isso se deve à maior concentração de raízes naquela camada e à deposição superficial de resíduo da parte aérea do capim e a biomassa formada pela parte aérea do eucalipto e do SAF. Não houve diferença estatística entre os SUTs na profundidade de 0,2 – 0,4 m.

Regiões	SUTs	MOS	COT	Estoques de C
		(g.cm ⁻³)		(ton.ha ⁻¹)
0,0 - 0,2 m				
Florestada	Mata nativa	29,60 a	17,20 a	34,40
	Eucalipto	21,20 ab	12,32 ab	24,64
	SAF	20,20 b	11,74 b	23,48
Não florestada	Pastagem	21,60 ab	12,56 ab	25,12
	CV%	21,11	21,20	-
0,2 - 0,4 m				
Florestada	Mata nativa	20,20 a	11,72 a	23,44
	Eucalipto	19,60 a	11,38 a	22,76
	SAF	17,60 a	10,18 a	20,36
Não florestada	Pastagem	17,00 a	9,86 a	19,72
	CV%	17,38	17,31	-

SUT: Sistema de Uso da Terra; MOS: Matéria Orgânica do Solo; COT: Carbono Orgânico Total; C: Carbono; CV (%): Coeficiente de Variação.

Tabela 1. Matéria orgânica do solo (MOS), carbono orgânico total (COT), e estoques de carbono em Argissolo Vermelho-Amarelo sob diferentes sistemas de uso da terra (SUTs), nas profundidades de 0,0 - 0,2m e 0,2 - 0,4m.

O teor de COT diminuiu, em função do uso do solo, sendo os valores mais elevados observados em condições de mata nativa, seguidos da área de pastagem, eucalipto e SAF. Tal constatação pode ser atribuída à maior deposição de resíduos orgânicos nos solos sob mata (CRUZ *et al.*, 2014). Todavia, a diminuição do teor de COT nos solos sob cultivos pode ser atribuída também ao aumento do consumo do carbono prontamente disponível pela biomassa microbiana e, ainda, pelo sistema de produção e manejo adotados (JAKELAITIS *et al.*, 2008).

Apesar do teor de MOS e COT ter sido maior na mata nativa, a pastagem e o eucalipto foram estatisticamente semelhantes à mesma. Loss *et al.* (2014), estudando áreas de floresta convertidas em pastagens, observaram que a conversão de floresta em pastagem com 8 a 10 anos de uso com braquiária resulta em maiores os teores de COT e nitrogênio total na camada de 0-5 cm quando comparado com a área original de floresta. Isto tem sido atribuído ao sistema radicular fasciculado nas pastagens e ao ciclo mais intenso de renovação do sistema radicular devido ao constante pastoreio. Além disso, nos sistemas de pastagens têm sido comuns a observação de maiores teores de matéria orgânica quando a pastagem atinge a estabilidade de crescimento (acima de seis anos).

Não obstante a similaridade estatística entre as áreas de pastagem e área reflorestada com eucalipto com a mata nativa, as mesmas também foram consideradas similares ao SAF na camada superficial. Em comum, nessas áreas ocorrem um manejo inadequado do solo, como a exposição do solo (SAF) e manutenção deficiente dos nutrientes do solo a partir do uso de fertilizantes (SAF, pastagem e área reflorestada com eucalipto), além do revolvimento do solo. A

vegetação retira do solo a água e os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento. Se esses nutrientes não forem repostos, o solo sofrerá com a degradação de sua fertilidade, ao mesmo tempo que a produtividade irá reduzir.

A presença de componentes florestais arbóreos no SAF adicionados a uma grande biodiversidade de espécies propicia a deposição contínua de resíduos vegetais, o que facilita a manutenção da MOS e afeta diretamente os atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Em última análise, o SAF proporciona benefícios ambientais, como a conservação da biodiversidade, o sequestro de C e a melhoria no controle de qualidade da água (IWATA *et al.*, 2012). Apesar de todos os benefícios que o SAF traz para o solo, neste trabalho, concluiu-se que este tipo de sistema só funciona se for devidamente manejado. Quando isso não ocorre, os atributos do solo são alterados e a qualidade diminui, afetando diretamente a produtividade e a sustentabilidade agrícola.

5. CONCLUSÕES

A pesquisa concluiu que os estoques de estoques de matéria orgânica do solo (MOS) e de carbono orgânico total (COT) apresentaram diferenças significativas entre a mata nativa e o sistema agroflorestal sendo maior na mata nativa, na profundidade 0,0-0,2m. Na pastagem, sistema agroflorestal e área reflorestada com eucalipto, o estoque de carbono e MOS foram estatisticamente semelhantes na camada superficial.

Na profundidade de 0,2-0,4m não houve diferença estatística entre os SUTs analisados. Apenas foi observada a redução da MOS e do COT nos sistemas.

Todo sistema agrícola deve manter o equilíbrio entre os atributos físicos e químicos do solo a fim de garantir a sustentabilidade desse recurso e a boa produtividade.

REFERÊNCIAS

ABDO, M. T. V. N. **Caracterização da vegetação arbórea e atributos do solo da reserva biológica de Pindorama, SP.** Tese. Doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, SP. 112 p., 2009.

CRUZ, D. L. S., et al. Atributos físico-hídricos de um Argissolo amarelo sob floresta e savana naturais convertidas para pastagem em Roraima. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 38:307-314, 2014.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, p. 353, 2013.

HOUGHTON, R. A.; SKOLE, D. L.; LEFKOWITZ, D. S. Changes in the landscape of Latin America between 1850 and 1985. II Net release of CO₂ to the atmosphere. **Forest Ecology and Management**, 38:173-199, 1991.

IWATA, B. F., et al. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 16:730-738, 2012.

JAKELAITIS, A., et al. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 38:118-127, 2008.

LEPSCH, I. F.; VALADARES, J. M. A. S. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Pindorama, SP. **Bragantia**, 35:13-40, 1976.

LOSS, A., et al. Fertilidade do solo e matéria orgânica em Vertissolo e Argissolo sob cobertura florestal e pastagem. **Comunicata Scientiae**, 5:1-10, 2014.

OLIVEIRA, V. S., et al. Distribuição de agregados e carbono orgânico em um Argissolo Amarelo distrocoeso em diferentes manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 14:907-913, 2010.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute. 420p., 2011.

SILVA, F. A. S. & AZEVEDO, C. A. V. de. **Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance**. IN: World Congress on Computers in Agriculture, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

ABSTRACT: The replacement of natural ecosystems by farming systems often results in a decline in the organic carbon (C) content of the soil, due to the reduction of the organic matter contribution, erosion losses and decomposition rate of organic matter. Based on this context, the objective of this work was to compare soil organic matter (SOM), total organic carbon (TOC), and carbon stocks of a Red-Yellow Argisol under different management and land use system. The evaluated areas were native forest, eucalyptus reforestation area, pasture and agroforestry system (AFS) with annatto and rubber tree. The deformed samples for determination of MOS and TOC were collected at the Polo Centro Norte (APTA), in the city of Pindorama, SP, at

depths of 0.0 - 0.2 m and 0.2 - 0.4 m. Each land use system (LUS) was subdivided into five plots with four sampling point for single data collection in each depth. The results showed that the native forest stood out about the other LUSs (eucalyptus, pasture, and AFS), presenting higher levels of SOM and TOC and, consequently, a soil C stock of 34.40 tons ha⁻¹ in the depth of 0.0 - 0.2 m. It was also observed that the soil C stock and the concentration of SOM and TOC decreased along the soil profile, presenting higher values in the surface layer in all LUSs. The conclusion was that the management of land use systems can contribute to a better agricultural sustainability once this influenced the results.

KEYWORDS: soil management, organic matter, land use.

CAPÍTULO XXV

GESSO AGRÍCOLA ASSOCIADO AO CALCÁRIO E PRODUTIVIDADE DE SEMENTES SECAS DE GUARANÁ

**Lucio Pereira Santos
Enilson de Barros Silva
Scheilla Marina Bragança
Lucio Resende**

GESSO AGRÍCOLA ASSOCIADO AO CALCÁRIO E PRODUTIVIDADE DE SEMENTES SECAS DE GUARANÁ

Lucio Pereira Santos

Pesquisador; Embrapa Amazônia Ocidental; Manaus, Amazonas.

Enilson de Barros Silva

Professor; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e do Mucuri;
Diamantina, Minas Gerais

Scheilla Marina Bragança

Pesquisadora; Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão
Rural; Linhares, Espírito Santo

Lucio Resende

Engenheiro Agrônomo; Agropecuária Jayoro Ltda; Presidente Figueiredo, Amazonas.

RESUMO: Com o objetivo de avaliar os efeitos do “gesso + calcário” sobre a produtividade de sementes de guaranazeiro, instalou-se um experimento em blocos casualizados, quatro repetições, parcela subdividida. Foram testados seis tratamentos de referência: 1 (sem gesso e sem calcário); 2 (sem gesso e calcário para $V = 50\%$); 3 ($0,5 \text{ t ha}^{-1}$ de gesso + calcário para $V = 50\%$); 4 ($1,0 \text{ t ha}^{-1}$ de gesso + calcário para $V = 50\%$); 5 ($1,5 \text{ t ha}^{-1}$ de gesso + calcário para $V = 50\%$); e, 6 ($2,0 \text{ t ha}^{-1}$ de gesso + calcário para $V = 50\%$), aplicados na superfície do solo, sem incorporação. A cultivar BRS CG Maués, em espaçamento $4,0 \times 4,0 \text{ m}$ ($625 \text{ plantas ha}^{-1}$). Nas parcelas, os tratamentos à Lanço e nas sub-parcelas, os localizados. Os tratos culturais seguiram o Sistema de Produção da Embrapa. A dose estimada de $0,666 \text{ t/ha}$ de gesso, associada à dose de $1,673 \text{ t/ha}$ de calcário, aplicados à lanço, elevou em 21% a produtividade de sementes em relação ao tratamento “sem gesso e sem calcário”, e em 28% em relação ao tratamento “sem gesso e calcário para $V = 50\%$ ”. A dose estimada de $0,310 \text{ t/ha}$ de gesso, combinada com a dose de $0,558 \text{ t/ha}$ de calcário, aplicadas de modo Localizado, elevaram em 18% a produtividade de sementes em relação ao tratamento “sem gesso e sem calcário”, e em 56% em relação ao tratamento “sem gesso e calcário para $V = 50\%$ ”. O calcário sozinho não aumentou a produtividade de sementes.

PALAVRAS-CHAVE: aplicação à lanço, aplicação localizada, *Paullinia cupana*.

1. INTRODUÇÃO

No estado do Amazonas o guaraná é cultivado principalmente em Latossolo Amarelo álico muito argiloso e, em Argissolos. Segundo Moreira & Malavolta (2002), 82, 75, 88 e 74% dos solos do Amazonas possuem teores baixos ou muito baixos de P, K, Ca e Mg, respectivamente. Afirmam que 93% destes solos possuem

saturação de bases inferior a 20%, e 76% possuem saturação por Al alta ou muito alta. Nessas condições a calagem é importante para diminuir a acidez, fornecer Ca e Mg às culturas, neutralizar Al, aumentar a disponibilidade de P, entre outros benefícios (Raij, 1991).

Por outro lado, a ação da calagem em cultivos perenes, que apresentam maiores dificuldades para a prática da incorporação do calcário, se dá em uma camada de poucos centímetros da superfície o que limita sua efetividade. Como o gesso agrícola, que é altamente solúvel em água, possui as propriedades de se deslocar ao longo do perfil do solo, de carrear as bases para a subsuperfície, e também de promover a modificação do alumínio para uma forma química não-tóxica à cultura, este insumo possui grande potencial para elevar a profundidade efetiva do solo, promovendo um aumento da exploração deste pelo sistema radicular.

Apesar da maioria das espécies cultivadas apresentarem melhor desempenho de produção na faixa de pH 5,5 a 6,5, para a cultura do guaraná, até o presente, não há resultados de pesquisa conclusivos sobre a calagem. Por sua vez, com relação à prática de gessagem, os estudos que vêm sendo conduzidos pela Embrapa Amazônia Ocidental são pioneiros.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do “gesso agrícola associado ao calcário”, aplicados de dois modos (à lanço e localizado), sobre a produtividade de sementes secas de guaraná.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Agropecuária Jayoro Ltda, no Município de Presidente Figueiredo/AM, em Latossolo Amarelo Distrófico. A altitude da área experimental é de 122 m; latitude de 1° 56' 30" S; longitude de 60° 02' 15" W; precipitação pluviométrica média anual de 2.500 mm, conforme Jayoro (1998), citada por Lopes et al. (Online). A temperatura média anual é de 25° C. O clima é do tipo “Afi”, segundo Köppen, (Boletim Agrometeorológico, 1998). As características químicas das amostras de solo coletadas antes das aplicações dos tratamentos são: pH 4,55; P 4,2 mg/dm³; K 65,33 mg/dm³; Ca 0,62 cmolc/dm³; Mg 0,53 cmolc/dm³; Al 0,95 cmolc/dm³; H+Al 5,53 cmolc/dm³; SB 1,3 cmolc/dm³; t 2,25 cmolc/dm³; T 6,84 cmolc/dm³; V 20,67%; m 40,96%; Fe 229,67 mg/dm³; Zn 3,83 mg/dm³; Mn 3,38 mg/dm³; Cu 1,02 mg/dm³. Utilizaram-se seis tratamentos de referência: 1 (sem gesso e sem calcário); 2 (sem gesso e calcário para V = 50%); 3 (0,5 t ha⁻¹ de gesso + calcário para V = 50%); 4 (1,0 t ha⁻¹ de gesso + calcário para V = 50%); 5 (1,5 t ha⁻¹ de gesso + calcário para V = 50%); e, 6 (2,0 t ha⁻¹ de gesso + calcário para V = 50%). O calcário dolomítico (PRNT 90) e o gesso foram previamente misturados e aplicados na superfície do solo, sem incorporação. A

cultivar avaliada foi o clone BRS CG Maués, com seis anos e meio de idade, em espaçamento 4,0 m x 4,0 m (625 plantas ha⁻¹), delineamento blocos casualizados, quatro repetições, unidades experimentais com oito plantas, em esquema de parcela subdividida; nas parcelas a aplicação à lanço e nas sub-parcelas, aplicação localizada. Ressalta-se que as doses dos tratamentos de referência, em t/ha, foram recalculadas levando-se em consideração o modo de aplicação, ou seja, para a aplicação a lanço, considerou-se uma área efetivamente aplicada por planta de 12 m², ao passo que para a aplicação localizada, esta área foi de 4 m². Então, no modo de aplicação à lanço (parcelas), apenas 7.500 m² da área de 1 ha receberam a mistura dos insumos, ao passo que no modo localizado, a área efetivamente tratada foi de apenas 2.500 m². Baseando-se nas áreas efetivamente aplicadas por planta, calcularam-se as verdadeiras quantidades aplicadas por hectare, multiplicando-se pelo número de plantas por hectare. O plantio, estabelecimento da lavoura e os tratos culturais foram realizados de acordo com o Sistema de Produção adotado pela Embrapa Pereira (2005), exceto as adubações, que a partir de 2011 foram modificadas e passaram a ser parceladas em três aplicações, da seguinte forma: 1^a 150 gramas de 17-17-17 + Líder 2 (0,13% Boro + 0,25% Zinco + 0,38% de Cobre + 0,6% de Manganês); 2^a 200 gramas de 24-00-24 + Líder 2; 3^a 250 gramas de 24-00-24 + Líder 2. A primeira aplicação foi realizada depois da poda de frutificação (maio), a segunda, 30 dias depois e, a última, 60 dias após a primeira. A localização dos fertilizantes foi mantida, de acordo com o sistema de produção recomendado pela Embrapa. Foram também realizadas adubações foliares: Sett (10% Cálcio + 2% Boro), 3 L/ha, três vezes; Start Mn (5% N + 0,35% B + 4,9% S + 0,3% Cu + 5% Mn + 3% Zn), 4 L/ha, em aplicação única; e, Stoller Cu (5% N + 2,9% S + 5% Cu + 1% Mn), 2 L/ha, também em aplicação única. As épocas das aplicações foliares foram no início da floração e por ocasião da formação dos chumbinhos. O volume de calda utilizado foi de 300 L/ha, e o equipamento de aplicação um pulverizador da Jacto “Jatão 600”, acoplado ao trator. Foi avaliada a produtividade de sementes secas, utilizando como fator de conversão o índice de rendimento médio obtido pela Jayoro na safra 2014, que foi 12,71%. Isto equivale a dizer que do total em peso de frutos colhidos, 12,71% se converteram em sementes secas. Os dados médios das produtividades de sementes secas, obtidos com os dois modos de aplicação da mistura “gesso + calcário”, foram submetidos à análise de variância usando-se o software PROG GLM e, posteriormente, realizaram-se as análises de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo teste de Scott-Knott (1974), as médias dos tratamentos não diferiram

entre si ($p > 0,05$). Por outro lado, a análise de regressão revelou que houve efeito significativo para produtividade de sementes secas ($p < 0,01$), quando a mistura “gesso + calcário” foi aplicada à lanço (**Figura 1**). Nesta figura, observa-se que a dose estimada de 0,666 t/ha de gesso (estimativa proporcional a área aplicada de cada planta de 12 m² x 625 plantas), associada à dose de 1,673 t/ha de calcário (o equivalente a $V = 50\%$, porém, recalculado para a área efetivamente aplicada), aplicados à lanço, proporcionaram uma produtividade máxima estimada de 777,05 kg/ha de sementes secas de guaraná, o que representa um aumento de 21% em relação ao tratamento “sem gesso e sem calcário” (615,21 kg/ha de sementes secas), e um acréscimo de 28% quando comparado com o tratamento “sem gesso e com calcário para $V = 50\%$ ” (558,21 kg/ha de sementes secas). Como no modo de aplicação a lanço a área considerada para recalculas as doses foi de 12 m² por planta, na realidade a área que realmente recebeu a aplicação, considerando 1,0 hectare, foi de 7.500 m². Esse procedimento levou à modificação das doses por hectare empregadas, considerando a área de cada planta que realmente recebeu as aplicações e multiplicando-se esta área pelo número de plantas (625). Por este raciocínio, as doses de gesso passaram a ser: 0,0; 0,375; 0,750; 1,125; e, 1,500 t/ha, ao passo que o calcário, que pela dose de referência significou 2,23 t/ha, passou a ser 1,673 t/ha.

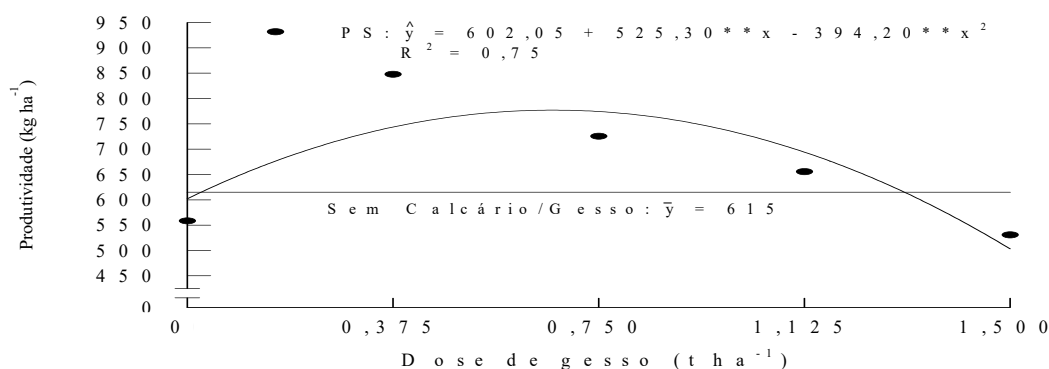


Figura 1 – Produtividade de sementes secas de guaraná em função de doses de gesso aplicadas a lanço, associadas ao calcário para $V = 50\%$.

Estas estimativas mostram que o calcário sozinho não promoveu aumento de produtividade de sementes, ao contrário, mostrou tendência de diminuí-la. Cravo et al. (1996) trabalhando com calcário em guaranazeiro, verificaram que alguns genótipos tiveram aumento de produtividade, outros mantiveram-se estáveis, ao passo que alguns materiais apresentaram produção próxima de zero. Em ampla revisão de literatura realizada, observou-se que são escassos os trabalhos com calagem na cultura do guaraná, sendo que o trabalho de referência mais importante, que é o Sistema de Produção: Cultura do Guaranazeiro no

Amazonas (Pereira, 2005), não recomenda a calagem para esta cultura justamente pelo motivo de ainda não existirem resultados de pesquisas conclusivos.

Por outro lado, quando se associou o calcário ao gesso, o efeito sobre a produção foi benéfico, presumindo-se que o gesso tenha promovido o deslocamento das bases (Ca; Mg; K) para as camadas subsuperficiais do solo, onde a umidade se mantém mesmo em condições de veranicos, modificando o alumínio da forma tóxica para a forma inativa, o que poderá ter tido reflexos positivos no crescimento das raízes em profundidade. Por sua vez o calcário, além de ter fornecido os nutrientes Ca e Mg, teria promovido um pH mais favorável para a disponibilização dos macronutrientes e de alguns micronutrientes na solução do solo, levando a aumentos das absorções deles.

Para o modo de aplicação localizado do “gesso + calcário”, também houve efeito significativo da produtividade de sementes secas ($p < 0,01$) (**Figura 2**).

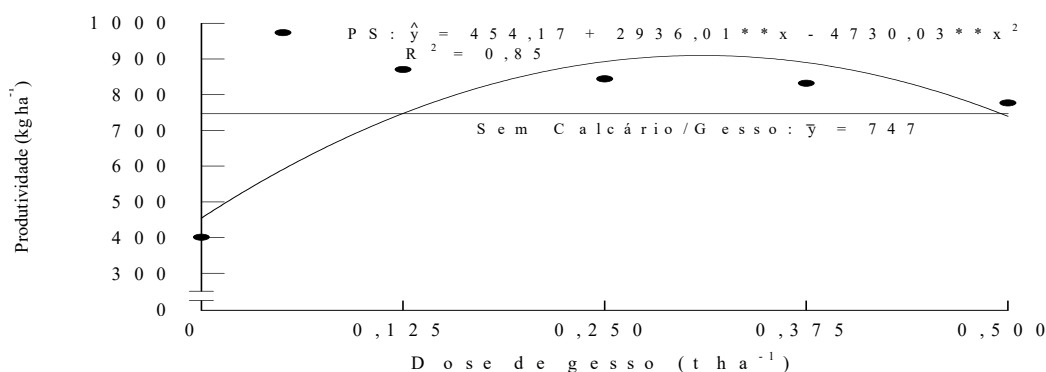


Figura 2 – Produtividade de sementes secas de guaraná em função de doses de gesso aplicadas localizadas, associadas ao calcário para $V = 50\%$.

Na **Figura 2**, observa-se que a dose estimada de 0,310 t/ha de gesso (tendo como referência 625 plantas com área efetivamente aplicada por planta de 4 m²), associada a dose de calcário necessária para promover uma saturação de bases de $V = 50\%$ (0,558 t/ha considerando 625 plantas e área/planta de 4 m², recalculada à partir da dose de referência de 2,23 t/ha de calcário em área total de 10.000 m²), proporcionou uma produtividade máxima estimada de 909,78 kg/ha de sementes secas de guaraná, o que representa um aumento de 18% em relação ao tratamento “sem gesso e sem calcário” (746,72 kg/ha de sementes secas), e um acréscimo de 56% quando comparado com o tratamento “sem gesso e com calcário para $V = 50\%$ ” (400,76 kg/ha de sementes secas).

Na realidade, a área efetivamente aplicada neste modo (localizado) foi de 2.500 m², em relação à área de 1,0 ha, o que proporcionou grandes economias dos insumos (calcário + gesso), e também de mão de obra para aplicação. Desta

forma, podemos afirmar, com os dados até aqui obtidos, que a aplicação do “calcário + gesso” do modo localizado é mais eficiente do que do modo à lanço, por ter proporcionado uma elevação da produtividade 17,08% à mais (132,73 kg), com a aplicação de uma dose de gesso 53,45% menor (0,310 t/ha contra 0,666 t/ha). Todos os comentários feitos para a aplicação a lanço são também válidos aqui para a aplicação localizada, destacando que, neste último modo de aplicação, o calcário sozinho mostrou um efeito depressor ainda maior, provavelmente devido à maior concentração do insumo na região onde também se concentram cerca de 70% das raízes absorventes, fato este que, aparentemente, não é favorável à planta de guaranazeiro.

Utilizando aplicações superficiais e sem incorporação da mistura “calcário + gesso” em guaranazeiro, com doses de 0,0 t/ha⁻¹; 0,5 t/ha⁻¹; 1,0 t/ha⁻¹; e, 1,5 t/ha⁻¹, associadas à dose de calcário para elevar a V = 50%, Santos et al. (2010) compararam as médias obtidas das aplicações dos tratamentos com as médias do solo original, demonstrando que essa associação promoveu grandes mudanças nos atributos químicos do solo ao longo do perfil, já no primeiro ano após as aplicações dos tratamentos, tais como aumentos de K, de 46,26% na camada de 40 – 60 cm; elevação do Ca de 69,23% para a camada de 60 – 80 cm; aumentos de Mg de 320,00% na camada 20 – 40 cm; incrementos da saturação por bases (V%) de 72,65%; 144,79%; 161,97%; e, 153,63%, respectivamente, nas camadas de 0 – 20 cm; 20 – 40 cm; 40 – 60 cm; e, 60 – 80 cm; reduções da porcentagem de saturação por alumínio (m%) de 25,61%; 19,42%; 24,38%; e de 25,64%, respectivamente, nas camadas de 0 – 20 cm; 20 – 40 cm; 40 – 60 cm; e de 60 – 80 cm, dentre outras constatações importantes.

4. CONCLUSÕES

O calcário sozinho não aumenta a produção de sementes secas de guaranazeiro.

A aplicação do “calcário + gesso” do modo localizado é mais eficiente do que do modo à lanço.

Os dados obtidos até o presente mostram que a dose de gesso mais favorável à produção é a de 500 gramas/planta, associada à dose de calcário que eleva a V% para 50, aplicadas localizadas, em área/planta de 4 m², na superfície do solo e sem incorporação.

REFERÊNCIAS

BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO. Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1998. 23 p.

CRAVO, M.S.; BUENO, N.; COSTA JÚNIOR, R.C.; RIBEIRO, J.R.C. Efeito do calcário em clones de guaraná. In: XXII REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 1996, Manaus. **Resumos Expandidos**. Campinas: SBCS, 1996. p. 626-27.

LOPES, M. C.; SALES, P. C.; FERRAZ, J. [Online]. Estoques de carbono em solos de áreas degradadas e reflorestadas com espécies nativas na Amazônia Central. <http://www.cemac-ufla.com.br/trabalhospdf>

MOREIRA, A. & MALAVOLTA, E. **Varição das propriedades químicas e físicas do solo e na matéria orgânica em agroecossistemas da Amazônia Ocidental (Amazonas)**. Relatório de Pesquisa. Piracicaba: CENA/USP. 2002. 79p.

PEREIRA, J. C. R. (Editor). **Cultura do guaranazeiro no Amazonas**. (4. Ed.). Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 40 p. (Sistemas de produção; 2).

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991.343p.

SANTOS, L.P.; BRAGANÇA, S.M.; SILVA, E. de B; FREGONESI, F.R. Dinâmica de nutrientes e atributos químicos do perfil do solo em função da aplicação de gesso agrícola na cultura de guaranazeiro em formação no Estado do Amazonas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS. 29, 2010. Anais. Guarapari: SBCS, 2010. CD-ROM.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, n.3, p.507-12, 1974.

ABSTRACT: In order to evaluate the effects of the plaster + limestone on the yield of guaraná seeds, a randomized block experiment was carried out, four replications, subdivided plot. Six reference treatments were tested: 1 (without gypsum and without limestone); 2 (without gypsum and limestone for V = 50%); 3 (0.5 t ha⁻¹ of gypsum + limestone for V = 50%); 4 (1.0 t ha⁻¹ of gypsum + limestone for V = 50%); 5 (1.5 t ha⁻¹ of plaster + limestone for V = 50%); and 6 (2.0 t ha⁻¹ of gypsum + limestone for V = 50%), applied to the soil surface, without incorporation. The cultivar BRS Maués, spaced 4.0 x 4.0 m (625 plants ha⁻¹). In the plots, the treatments at Lanço and in the subplots, the localized ones. The cultural dealings followed the Embrapa Production System. The estimated dose of 0.666 t / ha of gypsum, associated to the dose of 1.673 t / ha of limestone, applied to the haul, increased seed yield by 21% in relation to the treatment "without gypsum and without limestone" and 28% in relation to the treatment "without gypsum and limestone for V = 50%". The estimated dose of 0.310 t / ha of gypsum, combined

with a dose of 0.558 t / ha of limestone, applied in a localized manner, increased seed yield by 18% in relation to the treatment "without gypsum and without limestone" and in 56% in relation to the treatment "without gypsum and limestone for V = 50%". Limestone alone did not increase seed productivity.

KEYWORDS: application to the haul, localized application, *Paullinia cupana*.

ANEXOS

Fotografias

Crédito: Lucio Pereira Santos



Figura 3 – Primeiro Experimento de “Calcário + Gesso” instalado na Agropecuária Ltda.



Figura 4 – Vista Geral do Experimento de “Calcário + Gesso” na Agropecuária Jayoro Ltda, com as aplicações dos tratamentos.



Figura 5 – Aplicação de “Calcário + Gesso” do modo à lanço, em experimento conduzido pela Embrapa Amazônia Ocidental na Agropecuária Jayoro Ltda.



Figura 6 – Aplicação de “Calcário + Gesso” do modo à lanço, em experimento conduzido pela Embrapa Amazônia Ocidental na Agropecuária Jayoro Ltda.



Figura 7 – Aplicação de “Calcário + Gesso” do modo localizado, em experimento conduzido pela Embrapa Amazônia Ocidental na Agropecuária Jayoro Ltda.



Figura 8 – Aplicação de “Calcário + Gesso” do modo localizado, em experimento conduzido pela Embrapa Amazônia Ocidental na Agropecuária Jayoro Ltda.

CAPÍTULO XXVI

MARCHA DE ABSORÇÃO DE MICRONUTRIENTES PARA O MELOEIRO FERTIRRIGADO

**Fernando Sarmiento de Oliveira
Flávio Sarmiento de Oliveira
Josinaldo Lopes Araujo Rocha**

MARCHA DE ABSORÇÃO DE MICRONUTRIENTES PARA O MELOEIRO FERTIRRIGADO

Fernando Sarmiento de Oliveira

Centro de Ciências Agrárias e Florestais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Mossoró – Rio Grande do Norte

Flávio Sarmiento de Oliveira

Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Pombal – Paraíba

Josinaldo Lopes Araujo Rocha

Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Pombal – Paraíba

RESUMO: O uso da fertirrigação permite o parcelamento de micronutrientes no programa de adubação do meloeiro, o qual deve ser embasado com informações de exigências nutricionais em períodos determinantes para a produtividade da cultura. Assim, objetivou-se determinar a marcha de absorção de micronutrientes do meloeiro cultivado sob fertirrigação. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados com 9 tratamentos e quatro repetições. Cada bloco (repetição) foi constituído por uma área de 2,0 m x 27 m, onde foram alocadas 9 parcelas experimentais, contendo 20 plantas, sendo 10 por fileira. Foram coletadas plantas em intervalos de sete dias, iniciando-se aos sete dias após o transplântio (DAT), até os 63 DAT. Em cada período foram avaliados os acúmulos de B, Fe, Mn, Zn e Cu em diversas partes das plantas. Ao final do experimento as folhas representam o principal dreno de B, Fe e Mn, sendo exigidos em maiores quantidades na época vegetativa, enquanto que os frutos apresentam maior preferência por Zn e Cu, no final do ciclo. Os acúmulos dos micronutrientes no meloeiro fertirrigado ‘Goldex’ apresentam a seguinte ordem decrescente: Fe > Mn > Zn > B > Cu.

PALAVRAS-CHAVE: *Cucumis melo*, eficiência nutricional, acúmulo de nutrientes

1. INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é o mais exigente em nutrientes entre as cucurbitáceas (MELO et al., 2013). O manejo da adubação é um dos principais fatores que determinam a produtividade da cultura.

Apesar da importância da cultura no agronegócio do estado do Rio Grande do Norte, principal produtor e exportador nacional, as recomendações de nutrientes

são baseadas ainda em tabelas ou trabalhos não criteriosos, em condições edafoclimáticas distintas do estado (CRISÓSTOMO et al., 2002).

O conhecimento das curvas de absorção de micronutrientes pela cultura nas diferentes fases fenológicas é fundamental para a definição de um programa de adubação mais eficiente onde o fornecimento de nutrientes é feito nos momentos de maior requerimento pela cultura e, em se tratando de cultivos sob fertirrigação tal nutrição mineral pode ser facilmente fornecida em quantidades e concentrações de nutrientes específicos exigidos pela cultura ao longo do ciclo (GURGEL; GHEYI; OLIVEIRA, 2010).

Com base no exposto, o trabalho objetivou determinar a marcha de absorção de micronutrientes do meloeiro cultivado sob fertirrigação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização, clima e solo

O experimento foi conduzido no período setembro a novembro de 2014, em área pertencente à Empresa Ecofértil Agropecuária LTDA, localizada a 5,0 Km da cidade de Governador Dix-Sept Rosado, microrregião Açu-Apodi do Estado do Rio Grande do Norte. A área experimental acha-se a 5°25'30" de Latitude Sul e 37°31'50" de Longitude Oeste e altitude de 41 m. O clima de acordo com a classificação climática de Köppen é do tipo BSw', semiárido muito quente, apresentando uma precipitação média anual de 406 mm.

O solo da área foi classificado como CHERNOSSOLO RÊNDZICO (EMBRAPA, 2006), tendo apresentado na camada de 0-20 cm, antes da instalação do experimento, os seguintes atributos: pH (CaCl₂) = 6,5; P = 2,58 mg dm⁻³; K⁺ = 0,75 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 17,3 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 4,8 cmol_c dm⁻³; Cu²⁺=0,20 mg dm⁻³; Fe²⁺=6,25 mg dm⁻³; Mn²⁺=35,98 mg dm⁻³; Zn²⁺= 4,28 mg dm⁻³; Na⁺= 0,4 cmol_c dm⁻³; Al³⁺= 0,1 cmol_c dm⁻³; H⁺+Al³⁺= 1,0 cmol_c dm⁻³; matéria orgânica = 13,6 g kg⁻¹; areia = 311 g kg⁻¹; silte= 446,6 g kg⁻¹; argila = 241,7 g kg⁻¹; densidade do solo = 1,3 g cm⁻³; densidade de partículas= 2,42 g cm⁻³ e porosidade total (%)= 49,9. As análises químicas e físicas foram realizadas de acordo com o método descrito em Embrapa (1997).

2.2 Delineamento e condução do experimento

O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados com 9 tratamentos, correspondentes a 9 períodos de avaliação, com quatro repetições. Cada bloco (repetição) foi constituído por uma área de 2,0 m x 27 m onde foram

alocadas 9 parcelas experimentais constituídas por uma área de 2,0 x 3,0 m, contendo 20 plantas, sendo 10 por fileira. A parcela útil para fins de coleta de dados e observações foi constituída por quatro plantas, tomando-se as duas centrais de cada fileira.

Após uma gradagem com grade aradora, foram levantados os canteiros e posteriormente inserido o *mulching*, seguido do transplântio das mudas de melão amarelo, híbrido 'Goldex', obtidas em bandejas de poliestireno expandido (Isopor®).

O controle das pragas e plantas daninhas foi realizado empregando-se produtos registrados para a cultura no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

As plantas foram nutridas via fertirrigação, com sistema de gotejamento, onde ao final do ciclo da cultura foram fornecidos a cultura, os seguintes adubos e as respectivas quantidades: 155 kg de ureia, 103, 5 kg MP44 (17%N e 44% P₂O₅), 101 kg de MAP, 116 kg de nitrato de potássio, 115 kg de nitrato de cálcio, 107 kg de sulfato de magnésio e 53 kg de ácido fosfórico, 106 kg de cloreto de potássio e 58 kg de sulfato de zinco.

O manejo da irrigação foi realizado com base na estimativa da evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) conforme método proposto pela FAO (ALLEN et al., 2006).

2.3 Variáveis avaliadas

Durante 63 dias, em intervalos de sete dias foram coletados em cada parcela experimental, amostras de plantas. Após a coleta foi feito o fracionamento da seguinte forma: nos períodos de 07 e 14 dias após o transplântio (DAT) as plantas não foram subdivididas em partes; nos períodos 21 e 28 DAT as plantas foram divididas em folhas e caule; a partir dos 35 DAT as plantas foram subdivididas em folhas, caule e frutos.

As partes individualizadas, obtidas em cada período, foram lavadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 - 70°C até peso constante. Posteriormente, foram pesadas em balança analítica, obtendo-se a massa seca de folha, caule e fruto. Após, o material de cada parte foi moído em moinho tipo Willey para a determinação dos teores de B, Cu, Fe, Mn, e Zn, no extrato da digestão nítrico-perclórica destes tecidos conforme metodologia descrita em Malavolta et al. (1997). Os acúmulos em cada parte foram obtidos pela multiplicação do teor do nutriente pela respectiva massa seca do órgão.

2.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão, ao nível de 5% de significância, com auxílio do programa estatístico SAEG 9.0 (SAEG, 2007), considerando-se os acúmulos de nutrientes as variáveis dependentes e as épocas de coleta a variável independente. As curvas de acúmulos de nutrientes pelo meloeiro foram ajustadas a partir do *Table Curve 3D* v.4.0 (SYSTAT SOFTWARE Inc, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que os micronutrientes B, Fe e Mn tiveram acúmulo lento até os 14 DAT, enquanto que, Zn e Cu até os 21 e 28 DAT, respectivamente. Os acúmulos de Fe e Zn intensificaram-se de forma contínua até o final do ciclo. Por outro lado, B, Mn e Cu apresentaram acúmulos máximos ao longo do período de avaliação (Figura 1).

As curvas de acúmulos de B e Cu apresentaram valores máximos, respectivamente, de 182 e 54 g ha⁻¹ aos 49 DAT, sendo observada redução da taxa de acúmulo após este período (Figura 1). Quanto às quantidades acumuladas nas partes da planta, verificou-se que, apesar da redução dos acúmulos nas folhas a partir de 49 DAT, estas foram ainda o principal dreno de B ao final do ciclo, com 48% do total acumulado (Figura 1A). Na planta, o boro tem função no crescimento do tubo polínico, nos processos de frutificação, no metabolismo do AIA, RNA e nitrogênio, além de atuar na lignificação e estruturação da parede celular (MARSCHNER, 1995). Para o Cu, as folhas acumularam 15% do total pela planta (Figura 1B).

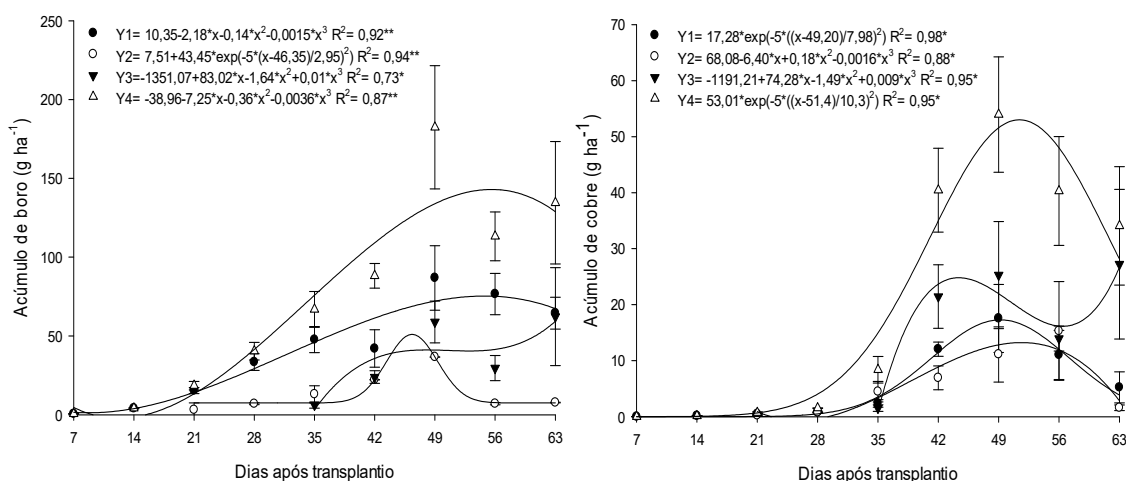
Ao final do ciclo, os frutos foram o principal compartimento de acúmulo para o Cu, com cerca de 80% do total extraído (Figura 1B). A maior demanda de Cu nesta parte se deve ao importante papel no metabolismo de carboidratos, proteínas e parede celular (MARSCHNER, 1995). Para o B, os frutos representaram 46% do total acumulado. Por outro lado, os menores acúmulos de B e Cu foram verificados no caule, com valores respectivos de 6 e 5% do total absorvido pelas plantas (Figura 1).

O maior acúmulo de Fe foi encontrado aos 63 DAT, com valor de 1290 g ha⁻¹. As folhas contribuíram com a maior parte acumulada, alocaram 533,4 g ha⁻¹ (41,3% do total). Isto se deve ao papel do Fe como componente de cloroplastos, enzimas e proteínas no processo fotossintético no órgão de maior atividade fisiológica (MARSCHNER, 1995). Os frutos e o caule acumularam, respectivamente, 427,9 e 328,9 g ha⁻¹, cerca de 33,2 e 25,5% do total ao final do ciclo (Figura 1C).

Para o Mn, a maior exigência ocorreu aos 35 DAT, onde acumulou 338 g ha⁻¹. Após este período observou-se redução do acúmulo nas partes vegetativas da cultura. As folhas representaram o principal dreno deste nutriente, com acúmulo máximo de 215,4 g ha⁻¹ (64% do total). Para o caule, registrou-se maior acúmulo aos 35 DAT, com 80,3 g ha⁻¹ (24% do total). Por outro lado, ao final do ciclo, os frutos acumularam sua maior quantidade, ultrapassando o caule (6%), com 21,3% do total acumulado (Figura 1D). O maior acúmulo de Mn nas folhas está relacionado ao papel deste nutriente em processos fotossintéticos e enzimáticos na planta, como a síntese de clorofila e fotólise da água (MARSCHNER, 1995).

Quanto ao Zn, o acúmulo máximo foi verificado aos 63 DAT, com o valor de 256 g ha⁻¹. Os frutos foram o principal compartimento do nutriente ao final do ciclo, com cerca de 52%, seguido pelas folhas (41%) e caule (7%) (Figura 1E). A tendência de maior acumulação no órgão reprodutivo está associada à função do Zn na síntese de proteínas e enzimas que, são essenciais na formação de flores e frutos (MARSCHNER, 1995).

Observou-se que, ao final do período de avaliação (63 DAT) o Fe foi o micronutriente mais acumulado, seguido de Mn, Zn, B e Cu. Resultados semelhantes foram observados por outros autores em melancia (VIDIGAL; PACHECO; FACION, 2007) e melão (KANO et al., 2010; MELO et al., 2013).



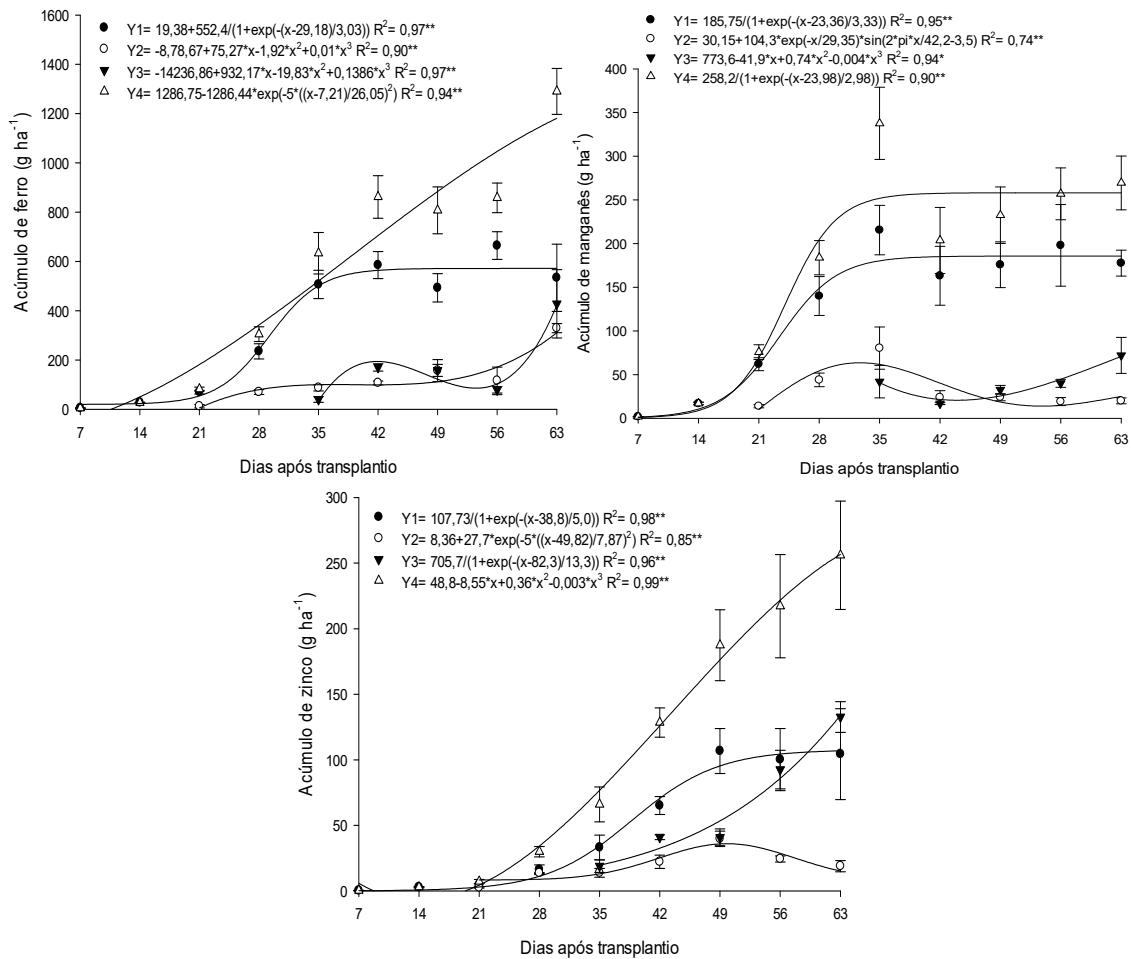


Figura 1. Acúmulo de boro (A), cobre (B), ferro (C), manganês (D) e zinco (E), na folha (Y1), caule (Y2), fruto (Y3) e total (Y4) em meloeiro, híbrido 'Goldex' fertirrigado.

4. CONCLUSÕES

Ao final do experimento as folhas representam o principal dreno de B, Fe e Mn, sendo exigidos em maiores quantidades na época vegetativa, enquanto que os frutos apresentam maior preferência por Zn e Cu, no final do ciclo.

Os acúmulos dos micronutrientes no meloeiro fertirrigado 'Goldex' apresentam a seguinte ordem decrescente: Fe > Mn > Zn > B > Cu.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Ecofertil Agropecuária LTDA pela infraestrutura e recursos na realização deste trabalho.

Ao CCTA/UFCG pelo apoio logístico no transcórreer do trabalho.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G. et al. **Evapotranspiración del cultivo**. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma: FAO, 2006. 298p.

CRISÓSTOMO, L. A. et al. **Adubação, Irrigação, Híbridos e Práticas Culturais para o Meloeiro no Nordeste**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 21 p. (Circular Técnica, 14).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1997. 212p. (EMBRAPA – CNPS. Documentos, 1).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 212p.

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA F. H. T. **Acúmulo de matéria seca e nutrientes em meloeiro produzido sob estresse salino e doses de potássio**. Revista Ciência Agrônômica, v. 41, p. 18-28, 2010.

KANO, C. et al. **Acúmulo de nutrientes pelo meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido**. Semina: Ciências Agrárias, v. 31, p. 1155-1164, 2010.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MELO, D. M. et al. **Nutrient accumulation in 'Fantasy' net melon cultivated on substrate**. Semina: Ciências Agrárias, v. 34, n. 4, p. 1673-1682, 2013.

SAEG. **Sistema para Análises Estatísticas**. Versão 9.0. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

SYSTAT SOFTWARE INC. **Table Curve 3D v4.0**. 2002.

VIDIGAL S. M.; PACHECO D. D.; FACION C. E. **Crescimento e acúmulo de nutrientes pela abóbora híbrida tipo Tetsukabuto.** Horticultura Brasileira, v. 25, n. 3, p. 375-380, 2007.

ABSTRACT: The use of fertigation allows micronutrients to be parceled out in the melon fertilization program, which should be based on information of nutritional requirements in periods that are determinant for crop productivity. The objective of this study was to determine the micronutrient absorption march of the melon under fertirrigation. The experiment was installed in a randomized complete block design with 9 treatments and four replications. Each block (repetition) consisted of an area of 2.0 m x 27 m, where 9 experimental plots were allocated, containing 20 plants, being 10 per line. Plants were collected at seven-day intervals, starting seven days after transplanting (DAT), up to 63 DAT. In each period the accumulations of B, Fe, Mn, Zn and Cu in several parts of the plants were evaluated. At the end of the experiment the leaves represent the main drain of B, Fe and Mn, being required in larger quantities in the vegetative season, whereas the fruits showed higher preference for Zn and Cu at the end of the cycle. The micronutrient accumulations in the fertirrigated Goldex melon showed the following decreasing order: Fe > Mn > Zn > B > Cu.

KEYWORDS: *Cucumis melo*, nutritional efficiency, accumulation of nutrients

CAPÍTULO XXVII

PRODUTIVIDADE DE TRIGO IRRIGADO EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE INOCULAÇÃO COM AZOSPIRILLUM BRASILENSE VIA FOLIAR

**Fernando Shintate Galindo
Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho
Salatiér Buzetti
Mariana Gaioto Ziolkowski Ludkiewicz
João Leonardo Miranda Bellotte**

PRODUTIVIDADE DE TRIGO IRRIGADO EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE INOCULAÇÃO COM *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* VIA FOLIAR

Fernando Shintate Galindo

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos.

Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos.

Salatiér Buzetti

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos.

Mariana Gaioto Ziolkowski Ludkiewicz

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos.

João Leonardo Miranda Bellotte

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos.

RESUMO: Recentemente a inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar tem sido alvo de pesquisas, no entanto, são escassos os trabalhos com inoculação via foliar nas culturas em geral, principalmente com relação ao melhor momento de aplicação para obter melhor desempenho agrônômico da cultura do trigo. Objetivou-se com este trabalho estudar o desempenho agrônômico da cultura do trigo irrigado no Cerrado em função de diferentes épocas de aplicação de *A. brasilense* via foliar. Os tratamentos consistiram na aplicação de *Azospirillum brasilense* via foliar nos seguintes níveis: Testemunha, 12, 24, 36, 48 e 60 dias após emergência (d.a.e.), avaliando-se a altura de plantas, comprimento de espigas, número de espiguetas por espiga, grãos chochos e espigas por metro, massa de 100 grãos, peso hectolítrico e produtividade de grãos. O comprimento de espigas foi influenciado pela época de aplicação, contudo a altura de plantas, número de espiguetas por espiga, grãos chochos e espigas por metro, massa de 100 grãos, peso hectolítrico e produtividade não foram influenciados pela época de aplicação de *A. brasilense* via foliar.

PALAVRAS-CHAVE: *Triticum aestivum*, bactéria diazotrófica, aplicação via foliar, trigo no cerrado

1- INTRODUÇÃO

A região do Cerrado do Brasil Central tem grande potencial para a expansão da cultura de trigo, por oferecer ótimas condições de clima e solo, posição estratégica de mercado e capacidade de industrialização, além de poder ser colhido na entressafra da produção dos estados do Sul e da Argentina e, com características superiores de qualidade industrial para panificação. A produção final da cultura é definida em função da cultivar utilizada, da quantidade de insumos e das técnicas de manejo empregadas (Teixeira Filho et al., 2011).

Na cultura do trigo irrigado, na região Centro-Oeste, a maior parte do custo de produção da lavoura é com a compra de adubo (14%), com destaque para os adubos nitrogenados, seguido da semente com 12,5% do custo de produção da cultura (Cánovas & Silva, 2000).

As projeções são de que, nos próximos anos, haverá um incremento substancial no uso de fertilizantes no Brasil para atender à intensificação da agricultura e à recuperação de áreas degradadas. É fundamental, portanto, encontrar alternativas para o uso mais eficiente dos fertilizantes e, nesse contexto, alguns microrganismos, como as bactérias fixadoras de N atmosférico e as bactérias promotoras do crescimento de plantas podem desempenhar um papel relevante e estratégico para garantir altas produtividades a baixo custo e com menor dependência da importação de adubos (Hungria, 2011).

A bactéria *A. brasilense* tem grande potencial de resposta em associação com gramíneas. O interesse na utilização dessa bactéria capaz de contribuir para a nutrição de plantas tem aumentado e tende a aumentar nos próximos anos, devido ao alto valor financeiro investido anualmente com fertilizantes e em relação ao que se chama de Agricultura Sustentável (Hungria et al., 2010).

Essas bactérias podem atuar no crescimento da planta através da produção de substâncias promotoras de desenvolvimento (auxinas, giberelinas e citocininas) as quais proporcionam melhor crescimento radicular (Okon & Vanderleyden, 1997) e por consequência terão maior absorção de água e nutrientes (Correa et al., 2008) resultando em uma planta mais vigorosa e produtiva (Bashan et al., 2004; Hungria, 2011)

Usualmente a inoculação com *A. brasilense* proporciona incremento de massa seca, de acúmulo de N nas plantas e produtividade de grãos, principalmente se a associação for entre bactéria e genótipos não melhorados e em condições de baixa disponibilidade de N (Okon & Vanderleyden, 1997). O estado nutricional da planta, a qualidade dos exsudatos, a existência de microrganismos competidores e a escolha da estirpe também são fatores que podem influenciar na interação entre a planta e a bactéria e afetar a eficiência da FBN (Quadros, 2009).

A maioria das respostas positivas, em termos de aumento de produtividade de grãos, à inoculação de *Azospirillum*, são, geralmente observadas em condições

subótimas de fertilizantes, especialmente nitrogenados, havendo nesses casos, um uso mais eficiente do fertilizante nitrogenado disponível (Fages, 1994).

As pesquisas relacionadas à eficiência do uso de inoculantes a base de *A. brasilense* foram negligenciadas por muitos anos devido à inconsistência dos resultados que vinham sendo obtidos, sendo que recentemente voltaram a ser o foco de muitos pesquisadores em função da necessidade do desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável. (Dobereiner, 1992). Cavallet et al. (2000), verificaram que o uso de inoculante no milho além de aumentar em 17% o comprimento médio das espigas também proporcionou incremento significativo na produtividade da cultura. Da mesma forma, Sandini & Novakowski (2011) constataram que a inoculação de *A. brasilense* sem aplicação de nitrogênio de base aumentou em 2048 kg ha⁻¹ (14,98%) a produtividade do milho. Basi et al. (2011) constataram que a inoculação com *A. brasilense* (estirpes Abv5/Abv6) nas sementes ou no sulco de semeadura incrementou a produtividade da cultura do milho, independentemente da dose de N aplicada em cobertura.

Para a cultura do trigo em condições experimentais semelhantes, Rodrigues et al. (2012) e Barbieri et al. (2012) não verificaram resposta a inoculação com *A. brasilense*. Tais resultados elucidam o grande potencial produtivo e a necessidade de novas pesquisas relacionadas a utilização de *Azospirillum brasilense* nas culturas do milho e trigo na região de Cerrado.

A inoculação com *Azospirillum* é realizada de maneira similar a inoculação de sementes de soja com *Bradyrhizobium*. O produto pode ser aplicado na forma sólida (como turfa) ou na forma líquida, sendo mais comum via sementes. (Hungria et al., 2010).

Recentemente a inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar tem sido alvo de pesquisas, no entanto, são escassos os trabalhos com inoculação via foliar nas culturas em geral, principalmente com relação ao melhor momento de aplicação para obter melhor desempenho agrônômico da cultura do trigo. Em vista de tais informações, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico da cultura do trigo irrigado no Cerrado em função de diferentes épocas de aplicação de *A. brasilense* via foliar.

2-MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, localizada em Selvíria – MS, com altitude de 335 m. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, textura argilosa, segundo classificação da EMBRAPA (2013), o qual foi cultivado por culturas anuais há mais de 27 anos, sendo os últimos 10 anos em sistema plantio direto e a cultura anterior à semeadura do milho foi a aveia. A precipitação durante

o ciclo da cultura foi de 152,3 mm, enquanto que a temperatura média e a umidade relativa do ar média foi de 22,9 °C e 67,4%, respectivamente. Na Figura 1 são observados os dados climáticos de precipitação, umidade relativa do ar média, temperatura mínima, média e máxima durante o experimento. O tipo climático na região é Aw, segundo Köppen caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

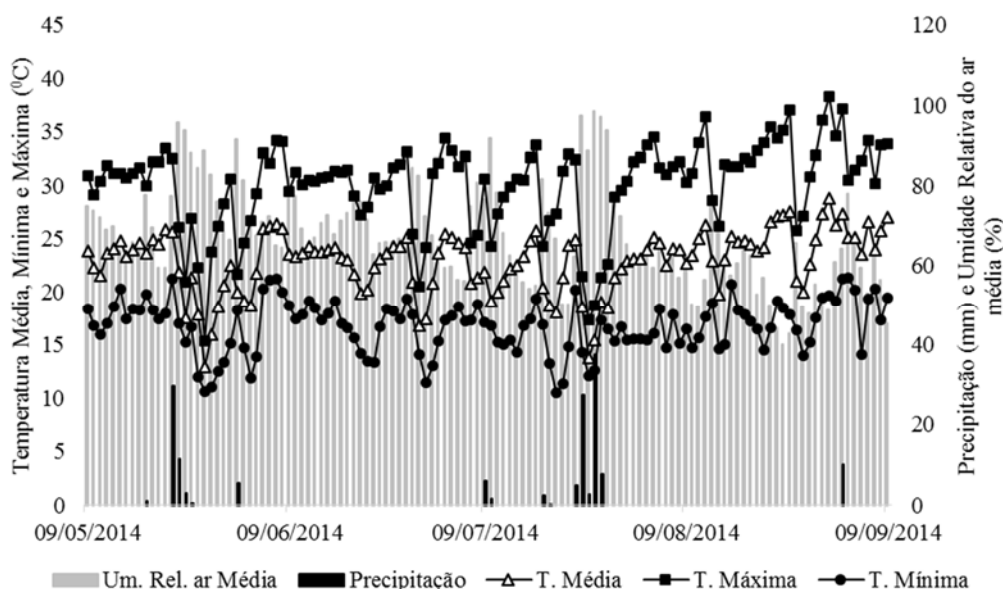


Figura 1 - Dados climáticos levantados junto à estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP. Período de Maio/2014 a Setembro/2014.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições, sendo que os tratamentos consistiram na aplicação de *Azospirillum brasilense* estirpes Abv5 Abv6 (garantia de 2×10^8 UFC/ml) via foliar por meio de uma bomba de gás carbônico com vazão de 300 L ha^{-1} na dose de 0,250 L de inoculante (líquido) por hectare nos seguintes níveis: Testemunha, 12, 24, 36, 48 e 60 dias após emergência (d.a.e.). As parcelas do experimento apresentavam 6 m de comprimento com 13 linhas de plantas de trigo espaçadas de 0,17 m, com área útil da parcela as 6 linhas centrais, excluindo-se 0,5 m das extremidades.

Os atributos químicos do solo na camada arável determinados antes da instalação do experimento, segundo metodologia proposta por Raij et al. (2001) apresentaram os seguintes resultados: 13 mg dm^{-3} de P (resina); 6 mg dm^{-3} de S- SO_4 ; 23 g dm^{-3} de M.O.; 4,8 de pH (CaCl_2); K, Ca, Mg, H+Al = 2,6; 13,0; 8,0 e 42,0 $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente; Cu, Fe, Mn, Zn (DTPA) = 5,9; 30,0; 93,9 e 1,0 mg dm^{-3} , respectivamente; 0,24 mg dm^{-3} de B (água quente) e 36% de saturação por bases.

Com base na análise de solo e com o intuito de elevar a saturação por bases a 70%, conforme recomendação de Cantarella et al. (1997), foram aplicados 2,5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT = 88%), 65 dias antes da semeadura do milho, cultura antecessora ao trigo. Na adubação de semeadura do trigo foram fornecidos 400 kg ha⁻¹ da 08-28-16, o que equivale a 32 kg ha⁻¹ de N, 112 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 64 kg ha⁻¹ de K₂O para todos os tratamentos, baseado na análise do solo e na exigência da cultura do trigo. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada no dia 26/06/2014, 35 d.a.e., utilizando-se 100 kg ha⁻¹ de N, tendo-se como fonte de nitrogênio a ureia (45% nitrogênio). A aplicação foi realizada manualmente, distribuindo-se o fertilizante sobre a superfície do solo (sem incorporação), ao lado e aproximadamente 5 cm das fileiras, a fim de se evitar o contato do fertilizante com as plantas, o que poderia provocar a desidratação e morte das células. Após a adubação de cobertura a área foi irrigada por aspersão (lâmina de aproximadamente 13 mm) para minimizar as perdas de N por volatilização da amônia.

A condução dos experimentos foi em sistema plantio direto, a cultivar utilizada foi a CD 116. A semeadura mecânica foi realizada no dia 16/05/14, com emergência de plântulas 6 dias após semeadura, no dia 22/05/2014, sendo semeadas 80 sementes por metro. A área foi irrigada por um sistema de aspersão do tipo pivô central, com lâmina de água média de 13 mm e turno de rega de aproximadamente 36 horas. A colheita foi efetuada manualmente no dia 09/09/2014, 110 dias após a emergência do trigo.

Foram realizadas as seguintes avaliações i) Comprimento de espiga nas diferentes épocas de aplicação de *Azospirillum brasilense* via foliar (tratamentos); ii) altura de plantas nos diferentes tratamentos, definida como sendo à distância (m) do nível do solo ao ápice da espiga, excluindo-se as aristas; iii) Número de espigas por metro, determinado pela contagem de espigas em um ponto de 1 m de fileira na área útil de cada parcela no momento da colheita, utilizando uma régua graduada de 1 metro. Foram coletadas 10 espigas de trigo na ocasião da colheita de cada tratamento para contagem do: iv) número de espiguetas por espiga, v) número de grãos chochos, vi) massa de 100 grãos, determinada em balança de precisão 0,01g, convertida a 13% de umidade (base úmida), vii) Massa Hectolétrica, obtida em balança de 0,25 L, corrigida a 13% de umidade e posteriormente convertida em kg 100 L⁻¹, e viii) Produtividade de grãos, determinada pela coleta das plantas contidas nas 6 linhas úteis de cada parcela. Após a trilha mecânica, os grãos foram quantificados e os dados transformados em kg ha⁻¹ a 13% de umidade (base úmida).

Utilizou-se para análise estatística o programa SISVAR. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e regressão polinomial para épocas de aplicação de *Azospirillum brasilense* via foliar.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 encontram-se os resultados da análise de variância e as médias referentes as variáveis: Altura de plantas, comprimento de espigas, número de espiguetas por espiga, número de grãos chochos, massa de 100 grãos, peso hectolítrico, número de espigas por metro e produtividade.

Épocas de aplicação	Alt. de planta (cm)	Comprimento de espigas (cm)	Espiguetas por espiga	Grãos chochos	100 grãos (g)	Peso Hectolítrico (kg 100 L ⁻¹)	Esp. por metro	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Testemunha	85,10 a	7,17 a	13,93 a	2,08 a	3,95 a	84,84 a	87,00 a	3436,77 a
12 d.a.e.	85,35 a	7,22 a	14,00 a	2,15 a	3,90 a	84,13 a	86,25 a	3107,73 a
24 d.a.e.	86,65 a	7,48 a	14,53 a	1,83 a	3,72 a	83,87 a	90,00 a	3264,93 a
36 d.a.e.	86,60 a	7,42 a	14,55 a	2,05 a	3,77 a	84,59 a	93,50 a	3429,82 a
48 d.a.e.	85,05 a	7,17 a	14,23 a	1,98 a	4,08 a	84,19 a	84,75 a	3235,32 a
60 d.a.e.	86,85 a	7,12 a	13,90 a	2,13 a	3,82 a	84,22 a	95,25 a	3292,02 a
Média Geral	85,93	7,26	14,19	2,03	3,87	84,31	89,46	3294,43
C.V. (%)	3,46	3,13	4,05	16,39	5,47	0,58	11,92	9,02

Tabela 1. Altura de plantas, comprimento de espigas, número de espiguetas por espiga, número de grãos chochos, massa de 100 grãos, peso hectolítrico, número de espigas por metro e produtividade de grãos de trigo, em função da época de aplicação de *Azospirillum brasilense* via foliar. Selvíria – MS, 2014.

Não houve diferença significativa para épocas de aplicação de *Azospirillum brasilense* via foliar na altura de plantas, número de espiguetas por espiga, número de grãos chochos, massa de 100 grãos, peso hectolítrico, número de espigas por metro e produtividade.

O comprimento de espigas foi influenciado pela época de aplicação, onde houve ajuste a função quadrática (Figura 2). O ponto de máxima da equação foi verificado aos 29 d.a.e., propiciando comprimento de espiga de 7,4 cm.

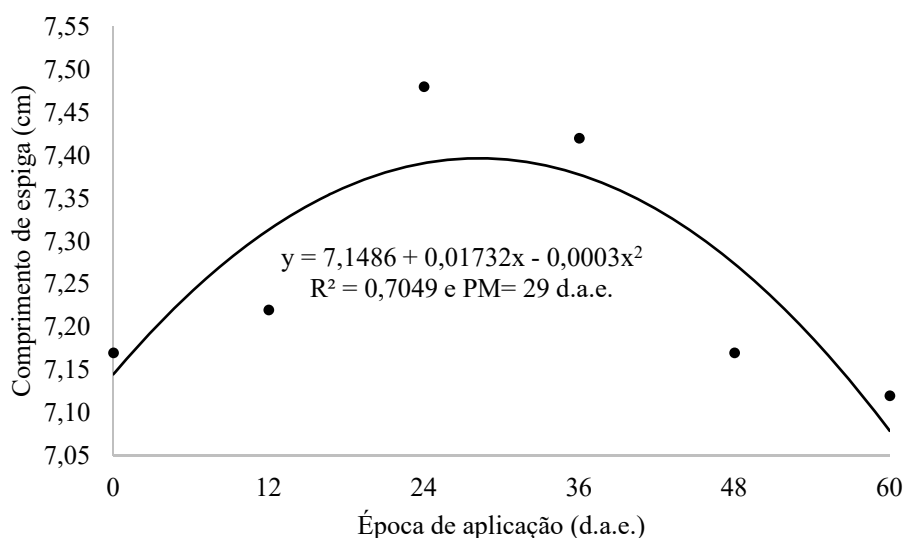


Figura 2. Comprimento de espiga em função da época de aplicação de *Azospirillum brasilense* via foliar. Selvíria – MS, 2014.

Embora não tenha sido verificado diferença estatística entre as épocas de aplicação de *A. brasilense*, o período compreendido entre 24 e 36 d.a.e. apresentou maiores valores, numericamente, para altura de plantas, número de espiguetas por espiga, número de grãos chochos, peso hectolétrico e número de espigas por metro, o que refletiu na maior produtividade numérica entre estas épocas, uma vez que a produtividade varia em função dos diversos componentes produtivos. Tal aumento numérico neste período pode ser explicado visto que, para a cultura do trigo, o período compreendido entre 24 d.a.e. e 36 d.a.e. é de extrema importância, uma vez que a cultura se encontra em perfilhamento pleno, fase de extrema importância para serem obtidas grandes produtividades.

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com Barbieri et al.(2012), que concluíram que a inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* não interferiu na altura de plantas, matéria seca, número de grãos por espiga, massa hectolétrica, massa de 1000 grãos e na produtividade de grãos de trigo irrigado na região do Cerrado.

Resultado semelhante encontrado por Rodrigues et al (2012), que verificaram que a inoculação com *A. brasilense* não influenciou a altura de plantas, matéria seca, o número de espigas por m², número de grãos por espiga, massa hectolétrica, massa de 1000 grãos e produtividade de grãos de trigo irrigado na região do Cerrado, embora numericamente a produtividade de trigo inoculado proporcionou a obtenção de 394 kg ha⁻¹ a mais de grãos em relação ao tratamento sem inoculação de sementes, discordando de Bashan et al. (2004), que demonstraram que o *Azospirillum* estimula o crescimento e a produtividade de plantas.

Diferentemente dos resultados verificados neste trabalho, Mendes et al (2011) concluíram que existiu eficiência agrônômica no uso da bactéria *Azospirillum brasilense* para a cultura do trigo, onde o peso hectolétrico e a produtividade de grãos de trigo foram influenciados positivamente pelo uso de *Azospirillum brasilense*, via tratamento de sementes e ainda segundo os autores, os tratamentos não reduziram os parâmetros de qualidade de farinha na cultivar avaliada. Portugal et al. (2012) estudando aplicação via foliar de *A. brasilense* na cultura do milho verificaram que o teor de N foliar, população final de plantas e a produtividade de grãos foram maiores quando houve a utilização da bactéria e, segundo os autores a inoculação via foliar pode ser uma opção para o produtor que não pode realizá-la via semente.

Tarumoto et al. (2012) estudando inoculação com *Azospirillum brasilense* e tratamento de sementes com defensivos agrícolas na produtividade de trigo irrigado na região do cerrado corroborando com os dados obtidos neste trabalho, também não verificaram influência da inoculação nos componentes de produção e a produtividade da cultura do trigo, já Santa et al. (2008) afirmaram que os efeitos estatisticamente significativos sobre a produtividade de grãos de trigo foram obtidos no tratamento inoculado e sem a adição de fertilização nitrogenada, aumentando o rendimento em 23,9% em relação ao controle. Porém Bashan et al. (2004) e Baldani et al. (1999) relataram que a ocorrência e a atividade destas bactérias no solo e na planta são fortemente influenciadas por estresses físicos (baixa umidade e alta temperatura), químicos (acidez e baixos teores de nutrientes e carbono) e biológicos (espécie vegetal não-hospedeira).

Concordando com os resultados obtidos neste trabalho, Ferreira et al (2014) estudando doses de nitrogênio em cobertura e doses de *Azospirillum brasilense* aplicados via foliar na cultura do trigo na região do Cerrado verificaram que não houve efeito de regressão em relação às inoculações foliares com *A. brasilense*, nem efeito de interação com as doses de N e ainda segundo os autores, ainda se encontram inconsistentes e escassos trabalhos que evidenciam alguma interação simbiótica via foliar em gramíneas, que possam evidenciar respostas significativas que mostrem a viabilidade ou a tendência de a bactéria diazotrófica penetrar no tecido da planta e processar o nitrogênio em seu interior, obtendo algum incremento de produtividade.

4- CONCLUSÕES

1. A época de aplicação de *A. brasilense* via foliar influenciou apenas o comprimento de espiga, onde o ponto de maior comprimento na função quadrática foi obtido aos 29 d.a.e.

2. De maneira geral, não houve diferença significativa para épocas de aplicação de *Azospirillum brasilense* via foliar nos componentes produtivos e produtividade de grãos de trigo.

REFERÊNCIAS

BALDANI, J. I.; AZEVEDO, M. S. de; REIS, V. M.; TEIXEIRA, K. R. dos S.; OLIVARES, F. L.; GOI, S. R.; BALDANI, V. L. D.; DOBEREINER, J. Fixação biológica de nitrogênio em gramíneas: avanços e aplicações. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R.; FAQUIN, V.; FURTINNI, A. E.; CARVALHO, J. G. (Ed.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Viçosa: SBCS; Lavras: UFLA-DCS, 1999. p. 621-666.

BARBIERI, M. K. F.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; PORTUGAL, J. R.; RODRIGUES, M.; GITTI, D. C. Nitrogênio em cobertura e inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* em trigo irrigado em sistema de plantio direto. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 6, Londrina – PR. **Anais... IAPAR**, 2012 p.1-5 (CD ROM).

BASHAN, Y.; HOLGUIN, G; de-BASHAN, L. E. *Azospirillum*-plant relations physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal of Microbiology**, v. 50, n. 8, p. 521-577, 2004.

BASI, S.; LOPES, E. C. P.; KAMINSKI, T. H.; PIVATTO, R. A. D.; CHENG, N. C.; SANDINI, I. E. *Azospirillum brasilense* nas sementes e no sulco de semeadura da cultura do milho. In.: Semana de Integração, Ensino, Pesquisa e Extensão **Anais...** Guarapuava: Anais da II SIEPE, 2011. 4 p.

CÁNOVAS, A. D.; SILVA, O. F. Aspectos econômicos da cultura do trigo em Goiás. **Safra: Revista do Agronegócio**, v.1, n. 2, p. 22-24, 2000.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. VAN; CAMARGO, C. E. O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1997, 285p. (Boletim técnico, 100).

CAVALLET, L. H.; PESSOA, A. C. dos S.; HELMICH, J. J.; HELMICH, P. R.; OST, C. F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000.

CORREA, O. S.; ROMERO, A. M.; SORIA, M. A.; DE ESTRADA, M. *Azospirillum brasilense*-plant genotype interactions modify tomato response to bacterial diseases, and root and foliar microbial communities. In: CASSÁN, F. D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) ***Azospirillum ssp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina***. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, p. 87-95, 2008.

DÖBEREINER, J. Fixação de nitrogênio em associação com gramíneas. In.: CARDOSO, E. J. B. N., TSAI, S. M., NEVES, M. C. P. ***Microbiologia do solo***. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 173-180, 1992.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3a ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353p.

FAGES, J. *Azospirillum* inoculants and field experiments, In: Okon, Y. (Ed.). ***Azospirillum Plant Associations***. USA : CRC Press. Pp: 88-105, 1994.

FERREIRA, J. P.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; KANEKO, F. H.; NASCIMENTO, V.; SABUNDJIAN, M. T. Inoculação com *Azospirillum brasilense* e nitrogênio em cobertura no trigo em região de Cerrado. ***Tecnologia & Ciência Agropecuária***, v. 8, n.3 p. 27-32, 2014.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2011. 37p. (EMBRAPA SOJA. Documentos, 325).

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M. S.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. ***Plant and Soil***, v. 331, n.1/2, p. 413-425, 2010.

MENDES, M. C.; ROSARIO, J. G.; FARIA, M. V.; ZOCHE, J. C.; WALTER, A. L. B. Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade da farinha. ***Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia***, v. 4, n.3, p. 95-110, 2011.

OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. ***Applied and Environment Microbiology***, v. 6, n. 7, p. 366-370, 1997.

PORTUGAL, J. R.; ARF, O.; LONGUI, W. V.; GITTI, D. C.; BARBIERI, M. K. F.; GONZAGA, A. R.; TEIXEIRA, D. S. Inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar associada à doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29, Águas de Lindóia-SP. **Anais...** Campinas: IAC/ABMS, 2012. p.1413-1419 (CD ROM).

QUADROS, P. D. **Inoculação de *Azospirillum spp.* em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul.** 2009. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas: IAC, 2001. 285p.

RODRIGUES, M.; ARF, O.; BARBIERI, M. K. F.; PORTUGAL, J. R.; RODRIGUES, R. A. F. Inoculação com *Azospirillum brasilense* e aplicação de regulador vegetal em trigo irrigado no cerrado. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 6, Londrina – PR. **Anais...** IAPAR, 2012 p. 1-5 (CD ROM).

SANDINI, I.; NOVAKOWISKI, H. J. Uso de inoculantes em milho safrinha. In.: XI Seminário Nacional de Milho Safrinha. **Anais...** Lucas do Rio Verde: Anais do XI Seminário Nacional de Milho Safrinha, Fundação Rio Verde, 2011 p. 67 - 81.

SANTA, O. R. D.; SANTA, H. S. D.; FERNÁNDEZ, R.; MICHELENA, G.; RONZELLI JÚNIOR, P.; SOCCOL, C. R. Influência da inoculação de *Azospirillum sp.* em trigo, cevada e aveia. **Ambiência** - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais, v. 4, n. 2, 2008.

TARUMOTO, M. B.; VAZQUEZ, G. H.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SILVA, P. H. F. Inoculação com *Azospirillum brasilense* e tratamento de sementes com defensivos agrícolas na produtividade de trigo irrigado na região do cerrado. In: Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 6, Londrina – PR. **Anais...** IAPAR, 2012 p. 1-5 (CD ROM).

TEIXEIRA FILHO, M. C. M. BUZETTI, S; ANDREOTTI, M; ARF, O; SÁ, M. E. Application times, sources and doses of nitrogen on wheat cultivars under no-till in the Cerrado region. **Ciência Rural**, v. 41, n. 8, p. 1375-1382, 2011.

ABSTRACT: Recently inoculation with *Azospirillum brasilense* in foliar application has been the subject of research, however, there are few studies with inoculation in the leaf of crops in general, especially with respect to the time of application for

better agronomic performance of wheat crop. The objective of this work was to study the agronomic performance of irrigated wheat in Cerrado for different application times of *A. brasilense* foliar. The treatments were consisted of applying foliar *Azospirillum brasilense* in the following levels: Witness, 12, 24, 36, 48 and 60 days after emergence (d.a.e.), evaluating the plant height, ear length, number of spikelets per tang, hollow grains and ears per meter, 100 grain mass, hectoliter weight and grain productivity. The ear length was influenced by the time of application, however, plant height, number of spikelets per spike, grains and voids spikes per meter, weight of 100 grains, test weight and yield were not influenced by the time of foliar application.

KEYWORDS: *Triticum aestivum*, diazotrophic bacteria, foliar application, wheat in cerrado.

CAPÍTULO XXVIII

TEORES FOLIARES DE MACRONUTRIENTES EM DIFERENTES MATERIAIS DE TOMATE INDUSTRIAL

**Joicy Vitória Miranda Peixoto
Emmerson Rodrigues de Moraes
Jordana Guimarães Neves
Regina Maria Quintão Lana
Abadia dos Reis Nascimento**

TEORES FOLIARES DE MACRONUTRIENTES EM DIFERENTES MATERIAIS DE TOMATE INDUSTRIAL

Joicy Vitória Miranda Peixoto

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias
Uberlândia - Minas Gerais

Emmerson Rodrigues de Moraes

Instituto Federal Goiano-Campus Morrinhos
Morrinhos - Goiás

Jordana Guimarães Neves

Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia
Goiânia - Goiás

Regina Maria Quintão Lana

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias
Uberlândia - Minas Gerais

Abadia dos Reis Nascimento

Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia
Goiânia - Goiás

RESUMO: A qualidade dos frutos de tomate é afetada quando o cultivo é realizado em condições de baixa nutrição. Esta quando equilibrada promove benefícios a planta como maior resistência aos estresses ambientais (BEZERRA et al., 2014). Assim, diante da importância da cultura do tomate e dos benefícios agregados a nutrição adequada, objetivou-se com este trabalho caracterizar o estado nutricional de diferentes materiais de tomateiro, quanto aos teores de macronutrientes foliar, além de selecionar linhagens eficientes quanto à sua absorção. O experimento foi conduzido no ano de 2014, na área experimental da Universidade Federal de Goiás. O delineamento foi em blocos completos casualizados, com 25 tratamentos e quatro repetições, sendo estes 22 linhagens e três híbridos comerciais. A quantificação dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) foi efetuada por meio de análise foliar de acordo com a metodologia descrita por Embrapa (2009). Os materiais não apresentaram diferença quanto a absorção de N, tampouco de P. Esses apresentaram teores nutricionais de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) acima do padrão adequado de recomendação. A maioria dos materiais apresentaram teores de potássio adequados. Quanto ao teor de S, todos exibiram quantidade abaixo do recomendado. Concluiu-se que todos os materiais possuem teores adequados de Ca e Mg, a linhagem CVR 3 possui eficiência quanto a absorção de K, enquanto CVR 9 é eficiente em Ca e a CVR 15 em magnésio.

PALAVRAS-CHAVE: nutrição, eficiência, qualidade

1. INTRODUÇÃO

A cultura do tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) para processamento industrial classifica-se como um importante produto do agronegócio, tanto a nível nacional quanto mundial. A matéria-prima representa a principal atividade geradora de renda para vários produtores (VILELA et al., 2012).

O manejo da fertilidade do solo pelo uso eficiente de corretivos e fertilizantes, dentre outros fatores da produção, proporciona um incremento de 50% na produção e produtividade das culturas. Os fatores relativos à planta como genética, a espécie, o cultivar, a eficiência de absorção de nutrientes, moléstias e pragas, alelopatia, plantas invasoras e manejo também influenciam na produtividade e no retorno econômico (NOVAIS et al., 2007). A produção de frutos de tomate é maximizada quando se tem conhecimento dos fatores como água, luz, CO₂, temperatura, genótipo, nutrição e manejo cultural, que influenciam no crescimento e desenvolvimento da cultura (BASTOS et al., 2013).

O entendimento da nutrição das plantas possibilita otimizar a produção, agregando maior qualidade ao produto e conseqüentemente à saúde humana (BASTOS et al., 2013). O K é o macronutriente de maior influência na qualidade do fruto, sendo que 93% dos minerais constituintes deste são representados pelo N, P e K. Estes elementos apresentam elevada translocação das folhas para os frutos, em que aproximadamente 60% do N e do K totais, numa planta adulta, estão contidos no fruto e 25% desses elementos estão presentes nas folhas. Enquanto a translocação do Ca das folhas para os frutos é baixa, sendo que cerca de 70% do Ca total fica retido nas folhas. O Mg possui uma distribuição mais uniforme nas folhas e nos frutos. Este possui efeito benéfico na fase de maturação dos frutos, principalmente em baixos níveis de K (ALVARENGA; COELHO, 2013).

Dentre os elementos essenciais para as plantas encontram-se N, P, K, Ca, Mg e S. Estes são importantes no processo de fotossíntese. O N está presente em aminoácidos, ácidos nucléicos e clorofila. O P dentre outros processos que ocorrem na planta, é importante na respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão e crescimento celular. O K contribui com o processo de abertura e fechamento estomático, sendo um importante regulador osmótico na planta. O Ca é essencial para o crescimento de meristemas e funcionamento dos ápices radiculares dentre outros. O Mg é um ativador de reações enzimáticas, sendo componente da molécula de clorofila, influencia na deslocação de carboidratos das folhas para outras partes da planta e estimula a captação e o transporte de P por esta. O S possui importância na produção de aminoácidos, proteínas e clorofila, compondo algumas vitaminas e hormônios da planta. Este elemento é responsável por melhorar o crescimento de raízes proporcionando maior vigor e robustez (NOVAIS et al., 2007).

Diante deste contexto objetivou-se com este trabalho avaliar o estado nutricional do tomateiro, quanto aos teores de macronutrientes, por meio da análise foliar além, de selecionar linhagens eficientes quanto à sua absorção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, localizada nas coordenadas geográficas 16°35'12" de latitude Sul, 49°21'14" de longitude Oeste de Greenwich, e 730 m de altitude, cuja a precipitação pluviométrica é de aproximadamente 1487,2 mm. Este contituiu-se de quatro repetições e 25 tratamentos, sendo 22 linhagens testadas (CVR 1, CVR 2, CVR 3, CVR 4, CVR 5, CVR 6, CVR 7, CVR 8, CVR 9, CVR 10, CVR 11, CVR 12, CVR 13, CVR 14, CVR 15, CVR 16, CVR 17, CVR 18, CVR 19, CVR 20, CVR 21 e CVR 22) e três híbridos comerciais AP-533, SVR-0453 e Kátia.

A área onde foi efetuado o plantio mensurou 2587,5 m². Cada parcela dimensionou três metros de comprimento por 7,5 metros de largura, sendo a area útil de 12 m² e composta pelas linhas de plantio central, constituindo-se como bordadura a primeira e ultima linha lateral e as plantas iniciais e finais de cada parcela. A área foi preparada no dia 28 de Junho de 2014 por meio de aração, gradagem e nivelamento. Conforme a análise de solo utilizou-se 1,0 t.ha⁻¹ de calcário dolomítico filler e na adubação de plantio o formulado 4-30-10 na dosagem de 1,0 t.ha⁻¹.

O transplante foi realizado no dia 12 de julho aos 37 dias após a semeadura (DAS). O espaçamento utilizado entre plantas foi de 0,50 m e entre linhas 1,5 m. Para adubação de cobertura aplicou-se 80 Kg de sulfato de amônio. Essa foi parcelada em duas épocas, sendo a primeira aos 29 dias após o transplante (DAT) e a segunda aos 55 DAT. A irrigação foi ministrada via gotejamento, de acordo com a evapotranspiração da cultura.

As amostras para análise foliar foram coletadas na época do florescimento conforme Malavolta et al.(1997). Essa foi realizada aos 64 DAT retirando-se a quarta folha a partir do ápice das hastes de dez plantas presentes na área útil. Essas foram colocadas em sacos de papel, devidamente identificados e levadas para o laboratório. A análise química foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Embrapa (2009).

Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Notificou-se (Tabela 1) diferença ($p < 0,01$) nos teores foliares de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) nos diferentes materiais de tomateiro. Enquanto para nitrogênio (N) e fósforo (P) não se observou diferença.

As linhagens CVR 3, CVR 1, CVR 2, CVR 4, CVR 5, CVR 6, CVR 7, CVR 8, CVR 11, CVR 16, CVR 19, CVR 20, CVR 21, CVR 22 e o híbrido Kátia não diferenciaram entre si quanto ao teor de K. No entanto, estes materiais, foram diferentes ($p < 0,01$) das linhagens CVR 9, CVR 10, CVR 12, CVR 13, CVR 14, CVR 15, CVR 17, CVR 18 e dos híbridos AP-533 e SVR-0453 que não diferenciaram entre si. Estes apresentaram menor teor de K foliar quando comparado ao primeiro grupo, além dos teores apresentar-se abaixo da quantidade recomendada para K (30-50 g.Kg⁻¹).

Observou-se diferença entre as linhagens CVR 5, CVR 6 e a CVR 14. As primeiras apresentaram maior teor foliar de K sendo respectivamente 33,25 g.Kg⁻¹ e 32,87 g.Kg⁻¹, enquanto a linhagem CVR 14 demonstrou 24,37 g.Kg⁻¹, sendo o material que apresentou o menor teor desse macronutriente.

Quanto ao teor de Ca foliar a linhagem CVR 7 diferenciou-se das demais que não apresentaram diferença entre si. Já para Mg os acessos CVR 4, CVR 6 e CVR 7 diferenciaram-se dos demais. Quanto ao enxofre o material que apresentou o maior teor foliar foi a CVR 9 com 1,20 g.Kg⁻¹ e a de menor teor a CVR 6 (0,47 g.Kg⁻¹). A linhagens CVR 9, CVR 10, CVR 11, CVR 14, CVR 15, CVR 17, CVR 18 e CVR 19 foram diferentes da CVR 6. Esta apresentou menor teor de enxofre foliar quando comparada as demais.

Asri e Sonmez (2012) verificaram aos 73 DAS do tomateiro, em cultivo sem solo, as quantidades de 43,0 g.Kg⁻¹ de N; 29,5 g.Kg⁻¹ de Ca e 6,7 g.Kg⁻¹ de Mg presentes na folha da planta de tomate. No presente trabalho obteve-se teores foliares de Ca e Mg maiores, ambos os elementos apresentaram-se acima do padrão adequado que para Ca é de 14-40 g.Kg⁻¹ e 4-8 g.Kg⁻¹ para Mg. Provavelmente esse incremento deve-se a aplicação do calcário visando o aumento da saturação de bases do solo para 80%. A linhagem CVR 9 quando comparada aos demais apresentou o maior teor de cálcio foliar, 51,12 g.Kg⁻¹ e a CVR 7 o menor teor, sendo este de 33,22 g.Kg⁻¹. A linhagem CVR 15 demonstrou 12,90 g.Kg⁻¹ de magnésio, sendo este o maior teor quando comparado aos demais materiais. Enquanto CVR 4, CVR 6 e CVR 7 tinham os menores teores, sendo estes respectivamente 9,05 g.Kg⁻¹, 9,17 g.Kg⁻¹ e 8,62 g.Kg⁻¹.

Betancourt e Pierre (2013) notificaram em tomateiro, extração total pela planta de 0,97 g de N, 0,358 g de P e 0,147 g de K, sendo a maior extração destes elementos realizada pelo fruto. Esses autores verificaram maior extração de cálcio e magnésio pelas folhas correspondendo respectivamente a 0,405 g e 2,603 g por planta.

Lima et al. (2011) avaliando a concentração foliar de nutrientes em tomateiro cultivado sob diferentes substratos e doses de ácido húmico verificaram a média de 7,1 g.Kg⁻¹ de enxofre em folhas. Mesmo com a aplicação em cobertura de sulfato de amônio que contém 21% de N e 24% de S, verificou-se que os teores de S obtidos no presente trabalho foram menores, além de não estarem dentro do padrão de concentração considerado adequado para o tomateiro, de 3 a 10 g.Kg⁻¹ (EMBRAPA, 2009). Isso provavelmente ocorreu devido o teor de enxofre no solo (3,4 mg.dm⁻³) estar dentro da faixa classificado como baixo (Alvarez et al., 1999). Além disso, segundo Epstein e Bloom (2006), as folhas geralmente são muitas vezes mais ativas na assimilação do enxofre do que as raízes.

4. CONCLUSÕES

Quanto ao teor de K, as linhagens CVR 1, CVR 2, CVR 3, CVR 4, CVR 5, CVR 6, CVR 7, CVR 8 e CVR 19 denotam estado nutricional adequado; Quanto aos teores de Ca e Mg, todos os materiais exibem estado nutricional recomendado;

A linhagem CVR 3 possui maior eficiência na absorção de K, enquanto a CVR 9 é mais eficiente na absorção de Ca, e CVR 15 na de Mg. Os materiais CVR (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 19) são eficientes na absorção de K, Ca e Mg.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Bayer CropScience, Capes e CVR Plant Breeding Ltda pelo apoio concedido.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M. A. R.; COELHO, F. S. Valor nutricional. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2 ed. Lavras: MG, 2013. cap. 2, p. 23-29.

ALVAREZ V, V. H.; NOVAIS, R. F. de; BARROS, N. F. de; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais** – 5º Aproximação. 20 ed. Viçosa: MG, s.n., 1999. p. 25-32.

ASRI, F. O.; SONMEZ, S. Effects of different potassium and iron levels on seasonal changes of nutrient concentrations of tomato plant grown in soilless culture. **African Journal of Agricultural Research**, Kenya, v. 7, n.1, p. 28-33, jan. 2012.

BASTOS, A. R. R.; ALVARENGA, M. A. R.; CARVALHO, J. G.; PINHO, P. J. Nutrição mineral e adubação, In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2 ed. Lavras: MG, 2013. cap 5, p. 63-130.

BETANCOURT, P.; PIERRE F. Macronutrient uptake for tomato crop (*Solanum lycopersicum* Mill var. Alba) under greenhouse conditions, at Quibor, Lara State, Venezuela. **Bioagro**, Barquisimeto, v. 25, n. 3, p. 181-188, 2013.

BEZERRA, M. A.F.; PEREIRA, W. E.; BEZERRA, F. T. C.; CAVALCANTE, L. F.; MEDEIROS, S. A. da S. Água salina e nitrogênio na emergência e biomassa de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Agropecuária Técnica**, Paraíba, v. 35, n. 1, p. 150-160, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. rev. e ampliada. Brasília: DF. Embrapa informação tecnológica, 2009. 627p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.; J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2 ed. Londrina: Planta, 2006. 403 p. Bibliografia: p.169-200.

LIMA, A. A.; ALVARENGA, M. A. R.; RODRIGUES, L.; CARVALHO, J.G. Concentração foliar de nutrientes e produtividade de tomateiro cultivado sob diferentes substratos e doses de ácidos húmicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 63-69, jan. – mar. 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.; C.; OLIVEIRA, S.; A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997, 319 p.

NOVAIS, R. F.; ALVARES V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. 1 ed. Viçosa: MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 107p.

VILELA, N. J.; MELO, P. C. T.; BOITEUX, L. S.; CLEMENTE, F. M. V. T. Perfil socioeconômico da cadeia agroindustrial no Brasil, In: CLEMENTE, F. M. V. T.;

BOITEUX, L.S. **Produção de tomate para processamento industrial**. 1 ed. Brasília: DF, 2012. cap. 1, p. 15-27.

Materiais ²	N ¹	P ^{1*}	K ¹	Ca ¹	Mg ¹	S ^{1*}
	(g.Kg ⁻¹)					
CVR 1	30,47 a	3,10 a	31,12 abc	42,47 ab	10,67 ab	0,82 abc
CVR 2	33,62 a	2,92 a	30,12 abc	35,82 ab	9,32 ab	0,62 bc
CVR 3	34,52 a	2,95 a	36,62 a	33,47 ab	9,75 ab	0,72 bc
CVR 4	30,20 a	3,17 a	31,62 abc	39,42 ab	9,05 b	0,87 abc
CVR 5	29,80 a	3,32 a	33,25 ab	39,70 ab	10,30 ab	0,77 abc
CVR 6	30,12 a	3,35 a	32,87 ab	37,02 ab	9,17 b	0,47 c
CVR 7	33,62 a	2,65 a	31,87 abc	33,22 b	8,62 b	0,62 bc
CVR 8	31,52 a	2,85 a	31,00 abc	37,95 ab	10,52 ab	0,75 bc
CVR 9	29,77 a	3,27 a	25,50 bc	51,12 a	11,97 ab	1,20 a
CVR 10	31,45 a	2,70 a	26,87 bc	47,45 ab	11,75 ab	1,02 ab
CVR 11	29,67 a	2,65 a	28,87 abc	39,90 ab	9,90 ab	0,92 ab
CVR 12	33,35 a	2,52 a	28,00 bc	39,95 ab	11,62 ab	0,75 bc
CVR 13	32,12 a	2,62 a	28,12 bc	42,25 ab	12,02 ab	0,77 abc
CVR 14	30,55 a	2,62 a	24,37 c	48,95 ab	11,85 ab	1,00 ab
CVR 15	29,42 a	2,72 a	25,62 bc	49,30 ab	12,90 a	0,92 ab
CVR 16	31,17 a	2,77 a	29,62 abc	41,95 ab	10,70 ab	0,87 abc
CVR 17	27,77 a	3,30 a	27,00 bc	45,30 ab	10,12 ab	0,97 ab
CVR 18	30,30 a	2,50 a	26,12 bc	47,07 ab	10,55 ab	1,00 ab
CVR 19	27,75 a	3,25 a	31,12 abc	41,45 ab	10,30 ab	1,05 ab
CVR 20	28,12 a	2,77 a	29,50 abc	42,62 ab	10,87 ab	0,80 abc
CVR 21	30,75 a	2,45 a	29,75 abc	39,17 ab	10,45 ab	0,87 abc
CVR 22	27,67 a	2,40 a	29,87 abc	45,27 ab	10,12 ab	0,80 abc
AP-533	31,85 a	2,60 a	25,25 bc	45,80 ab	11,85 ab	0,70 bc
SVR-453	30,02 a	3,07 a	27,50 bc	48,45 ab	10,37 ab	0,77 abc
Kátia	32,20 a	2,82 a	29,25 abc	35,32 ab	10,30 ab	0,75 bc
CV (%)	10,41	6,52*	10,50	15,69	12,53	6,39*
F	1,37	1,77	3,56	2,38	2,53	3,73
DMS	8,60	1,20	8,26	17,74	3,57	0,43

¹médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si ($p > 0,05$), pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. *Dados transformados pela função raiz quadrada + 0,5.

²linhagens CVR Plant Breeding Ltda. Híbridos experimentais (AP-533, SVR-0453: Seminis do Brasil e Kátia: Hazera Seeds).

Tabela 1. Teores de macronutrientes foliares em diferentes materiais de tomate rasteiro.

ABSTRACT: The quality of tomato fruit is affected when cultivation is carried out under conditions of low nutrition. This when balanced promotes benefits to the plant as greater resistance to environmental stresses (Bezerra et al., 2014). Thus, in view of the importance of tomato culture and the added benefits of adequate nutrition, this work aimed to characterize the nutritional status of

different tomato materials, as well as to select efficient lines for its absorption. The experiment was conducted in 2014, in the experimental area of the Federal University of Goiás. The experimental design was in randomized complete blocks, with 25 treatments and four replicates, being these 22 lines and three commercial hybrids. The quantification of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) and sulfur (S) levels was performed by foliar analysis according to the methodology described by Embrapa (2009). The materials did not present difference in the absorption of N, nor of P. These presented nutritional contents of calcium (Ca) and magnesium (Mg) above the appropriate standard of recommendation. Most of the materials had adequate potassium contents. As for the S content, all showed below the recommended amount. It was concluded that all materials have adequate Ca and Mg contents, the CVR 3 line has efficiency for absorption of K, while CVR 9 is efficient in Ca and CVR 15 in magnesium.

KEYWORDS: nutrition, efficiency, quality

Sobre os autores:

ABADIA DOS REIS NASCIMENTO Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Escola Superior de Ciências Agrárias de Rio Verde (2002). Mestrado e Doutorado em Produção vegetal pela Universidade Federal De Goiás (UFG). Realizou Pós-Doutorado na Embrapa Hortaliças. É professora efetiva da Universidade Federal de Goiás desde 2011 e atualmente Professora Adjunta III. É docente permanente dos Programas de Pós-Graduação em Agronomia e Agronegócio da UFG. Coordenadora do primeiro Curso de Especialização em Tomate para Processamento Industrial (UFG). Ministra a disciplina de Produção de Hortaliças para a Graduação e as Disciplinas de Produção de Hortaliças, Produção de sementes de Hortaliças e Cadeias Produtivas do Estado de Goiás para a Pós-Graduação. Desenvolve pesquisas na área da fitotecnia principalmente nas culturas do: tomate, alface, melancia, milho doce, pimenta e produção de mudas de hortaliças. Delegada da Associação Brasileira de Horticultura do Estado de Goiás.

ADILSON ALVES COSTA Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal da Paraíba (2004); Mestrado em Manejo de Solo e Água pelo PPGMS/UFPB (2007); Doutorando em Ciência do Solo pelo Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo (PPGCS/DSE/UFPA); Atua como professor Assistente, nível B, dedicação exclusiva, na Universidade do Estado da Bahia - UNEB, campus de Barreiras.

ADRIANA SILVA LIMA Professora da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) Pombal-PB, adrianasilvalima@gmail.com; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande; – Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras; – Mestrado em Solos e nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Lavras; Doutorado em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Lavras; – Pós Doutorado em Matéria Orgânica pela Universidade Federal de Lavras; – Grupo de pesquisa: Solo, água e Ambiente

AIRON JOSÉ DA SILVA Doutor em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco / UFRPE, Engenheiro Agrônomo e Licenciado em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco / UFRPE. Atualmente é professor Adjunto - A I da Universidade Federal de Sergipe - UFS, e ministra as seguintes disciplinas: Pedologia, Tópicos Especiais em Solos III, Análises Químicas de Interesse Agrícola e Adubação e Calagem. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Ciência do Solo, atuando principalmente nos

seguintes temas: Fertilidade do Solo, Química do solo, Salinidade do solo, nutrição mineral de plantas, Pedologia e Educação em solos.

ALBERTO DO NASCIMENTO SILVA Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB); Mestrado em Agronomia pela Universidade de Brasília (UnB); Doutorando em Agronomia pela Universidade de Brasília (UnB).

ALEXANDRE GOMES FONTES Professor do Instituto Federal do Espírito Santo – *Campus* Itapina; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo; Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense; Doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense; Grupo de pesquisa: Produção Vegetal; E-mail para contato: alexandre.fontes@ifes.edu.br

ALEXSANDRO OLIVEIRA DA SILVA Professor da Universidade Federal do Ceará; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFC; Graduação em Engenharia Agrônômica pela UFRPE; Mestrado em Agronomia (Irrigação e Drenagem) pela FCA UNESP; Doutorado em Agronomia (Irrigação e Drenagem) pela FCA UNESP; Pós Doutorado em Engenharia Agrícola (Irrigação e Drenagem) pela UFRPE (2015-2016); Grupo de pesquisa: Grupo de Pesquisa em Engenharia de Água e Solo – Semiárido; E-mail para contato: alexsandro@ufc.br

ANA CLAUDIA STOLL BORGES Graduação em Zootecnia pela Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.

ANDERSON MATHIAS HOLTZ Professor do Instituto Federal do Espírito Santo - *Campus* Itapina; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo; Mestrado em Entomologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa; Doutorado em Entomologia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa; Grupo de Pesquisa em Produção Vegetal; E-mail para contato: anderson.holtz@ifes.edu.br

ARACY CAMILLA TARDIN PINHEIRO Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB); Mestrado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV); Doutorado em andamento pela Universidade Federal de Viçosa (UFV); E-mail para contato: aracycamilla@hotmail.com

BÁRBARA CAMPOS FERREIRA Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Grupo de

Pesquisa “Silício na Agricultura (GPSi)”; E-mail para contato: barbaracampos11@hotmail.com.

BRUNO NICCHIO Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e Estudante de Intercâmbio do programa de Doutorado Sanduíche (CAPES) no Departamento de Ciência do Solo e Meio Ambiente da Universidade do Estado da Louisiana (LSU), Estados Unidos; Graduação em Agronomia pela Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT); Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Grupo de Pesquisa “Silício na Agricultura (GPSi)”; E-mail para contato: bruno_nicchio@hotmail.com.

CAMILA ADAIME GABRIEL Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade do Estado de Santa Catarina; Mestrado em Ciência do Solo pela Universidade do Estado de Santa Catarina

CAROLINA JOANA DA SILVA Professora da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT. Membro do corpo docente do Programa de Pós-graduação stricto sensu em Ciências Ambientais (PPGCA) e do Programa de Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, da Rede Bionorte; Graduação em História Natural pela Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT (1974); Mestrado em Biologia (Ecologia) pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA (1979); Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR (1990); Pós-Doutorado em Limnologia de Áreas Úmidas Tropicais pelo Instituto Max Planck de Limnologia, Plom, Alemanha (1999)

CÉLIA ALVES DE SOUZA Professora da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT; Membro do corpo docente do Programa de Pós-graduação stricto sensu em Ciências Ambientais (PPGCA), em Geografia (PPGGEO) e do Programa de Doutorado em Biotecnologia e Biodiversidade da Rede PRO-CENTRO-OESTE; Graduação em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (1993); Mestrado em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1998); Doutorado em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2004); Pós-Doutorado no Departamento de Solos na Universidade Federal de Viçosa (2006); Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq, Nível 2.

CHARLES CARDOSO SANTANA Graduação em Biologia pela Faculdade de Tecnologia e Ciências (FTC); Graduando em Engenharia Agrônoma pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB); Mestrado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB); E-mail para contato: santana.agr@hotmail.com.

CID TACAOCA MURASHI Professor e Coordenador do curso de Agronomia da Faculdade Católica do Tocantins. Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2002), mestrado em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2005) e doutorado em Agronomia - Sistema de Produção pela Universidade Estadual Paulista - Campus de Ilha Solteira - SP (2006). E-mail para contato: cid@catolica-to.edu.br

CLENE DOS SANTOS REIS Discente do curso de Agronomia da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, *Campus* de Chapadinha, Maranhão.

CLISTENES WILLIAMS ARAÚJO DO NASCIMENTO Engenheiro Agrônomo (Universidade Federal da Paraíba), Mestrado e Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas (Universidade Federal de Viçosa) e Pós-Doutorado (University of Massachusetts at Amherst, Estados Unidos). Atualmente é Professor Associado da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFRPE, Editor Assistente da Revista Brasileira de Ciência do Solo, Membro do Comitê de Agronomia do CNPq (CA-AG), assessor ad hoc da USP para a Comissão de Avaliação Setorial Ciências da Terra e pesquisador do CNPq. Desenvolve pesquisas na área de Química do Solo; Fitorremediação; Silício; e Reciclagem de resíduos na agricultura.

CRISTIANE DE SOUZA ARAÚJO Mestrado em Engenharia Sanitária, Especialista em Gestão Ambiental, Bacharel em Ecologia e Técnico em Meio Ambiente. Atua com consultoria ambiental em empresas privadas e públicas. Desenvolvendo atividades voltadas para área de saneamento ambiental, gestão ambiental, licenciamento, recuperação de áreas degradadas, monitoramento ambiental (água, efluentes, ar e solo), gerenciamento de resíduos sólidos, vigilância sanitária, implantação e manutenção do sistema de gestão ambiental ISO 14000, elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico e Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

DAVI JOSÉ SILVA Pesquisador da Embrapa Semiárido; Graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Lavras; Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa; Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa; Grupo de pesquisa: Manejo de água e nutrientes em videira de vinho no Semiárido; Fertirrigação em fruteiras tropicais; Vitivinicultura no Semiárido; E-mail para contato: davi.jose@embrapa.br

DAVID JOSÉ MIQUELLUTI Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria e doutorado em Agronomia, área de concentração em Estatística e Experimentação Agrônoma, pela Escola Superior de Agricultura Luis

de Queiroz, Universidade de São Paulo. Atualmente é professor titular da Universidade do Estado de Santa Catarina.

DAYANE LITTIG BARKER KLEM Graduação em Agronomia pelo Instituto Federal do Espírito Santo - *Campus* Itapina; Mestrado em Agricultura Tropical pela Universidade Federal do Espírito Santo; Grupo de pesquisa: Produção Vegetal; E-mail para contato: dayanelittig@hotmail.com

DENIS GUSTAVO DE ANDRADE SOUSA Agrônoma pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) - Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimantar (CCTA), Pombal-PB,

DIANA SUZETE NUNES DA SILVA Doutoranda em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); Engenheira Florestal pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT); Mestrado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); Bolsista de doutorado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); e-mail para contato: disuzete@hotmail.com

DURVAL DOURADO NETO Professor Colaborador da Fundação Getúlio Vargas, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Chefe do Departamento de Produção Vegetal, Professor Titular (2006) do Departamento de Produção Vegetal e Vice-Diretor da Esalq, Universidade de São Paulo. Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (1984). Mestre em Agronomia (Irrigação e Drenagem) [Esalq] pela Universidade de São Paulo (1989). Doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) [Esalq] pela Universidade de São Paulo (1992). Pós-Doutor em física do solo e modelagem em agricultura junto à Universidade da Califórnia (1993-1995) (Fapesp). Livre-Docente (1999) em Fitotecnia junto ao Departamento de Produção Vegetal [Esalq] da Universidade de São Paulo. Pesquisador Científico do CNPq (1A). E-mail para contato: ddourado@usp.br

EDUARDO PRADI VENDRUSCOLO Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Catarina (2012) e Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (2015). Atualmente é Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás (Produção Vegetal), com período sanduíche no Department of Food Science da Aarhus University em Årslev, Dinamarca, desenvolvendo estudos acerca do manejo de culturas de interesse comercial, utilização de tecnologias para amenização de estresses bióticos e abióticos, produção de mudas, utilização de produtos bioestimulantes, inoculação de bactérias diazotróficas e cultivo em ambiente protegido.

ELIAS ALMEIDA DOS REIS: Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB); Atualmente é técnico em comercialização - Centrais de Abastecimento do Distrito Federal AS; E-mail para contato: eliasreisstd@hotmail.com.

ELIAS DE SÁ FARIAS Professor no Centro Federal de Educação Tecnológico - CEFET, campus Varginha - MG; Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); Doutorado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

EMMERSON RODRIGUES DE MORAES Graduado em Agronomia pela Universidade Estadual de Goiás. Mestrado em Agronomia na área de solos e nutrição de plantas pela Universidade Federal de Uberlândia - UFU. Doutorado em Agronomia na área de Produção Vegetal pela Universidade Federal de Uberlândia - UFU. É Professor efetivo com dedicação exclusiva do quadro de docentes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Morrinhos. Trabalha com linha de pesquisa no Uso e Manejo dos solos em cana-de-açúcar e olericultura.

ENILSON DE BARROS SILVA Professor Associado IV do Departamento de Agronomia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), na cidade Diamantina, MG; Professor do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras - UFLA; Mestrado em Ciência do Solo, pela Universidade Federal de Lavras - UFLA; Doutorado em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Lavras - UFLA - 1999; Pós-Doutorado em Química e Fertilidade do Solo pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP.

ERNANDES SILVA BARBOSA Possui diploma de Técnico em Zootecnia pelo Instituto Federal Goiano - Campus Ceres (2010). Graduiu-se em Agronomia no ano de 2016 pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde foi bolsista de Iniciação Científica, trabalhando com atributos químicos do solo sob pastagem manejada com calagem e gessagem em superfície. Foi também monitor da disciplina fertilidade do solo, atuando com amostragem e coleta de solos para fins de recomendação de calagem e adubação corretiva. Atualmente é estudante do curso de Pós-Graduação em Fitotecnia pela UFRRJ, desenvolvendo o trabalho de pesquisa com impacto de herbicidas na fixação biológica de nitrogênio, junto à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

EVANDRO REINA Professor da Faculdade Católica do Tocantins. Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

(2003) e mestrado em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins. E-mail para contato: evandro.reina@catolica-to.edu.br

EVELYNNE URZÊDO LEÃO Professora da Faculdade Guaraí-IESC. Possui graduação em Agronomia pela Fundação Universidade Federal do Tocantins (2008), mestrado em Produção Vegetal pela Fundação Universidade Federal do Tocantins (2011) e doutorado em Agronomia (Proteção de Plantas) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2015), com realização de doutorado sanduíche pelo programa PDSE/CAPES na Itália (University of Turim). Bolsista de Pós-doutorado (PNPD/CAPES) pela Universidade Federal do Tocantins nos anos de 2015-2016. E-mail para contato: evelynnegpi@hotmail.com

FERNANDA NUNES DE ARAÚJO Agrônoma pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) - Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimantar (CCTA), Pombal-PB,

FERNANDA SILVEIRA LIMA Mestranda em Ciência Florestal pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

FERNANDO RAMOS DE SOUZA Possui graduação em Agronomia (2015) e mestrado em Fitotecnia (2017) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fertilidade do solo, trabalhando com amostragem e coleta de solos para fins de recomendação de calagem e adubação corretiva, trabalhou com adubação verde e controle de nematoides e manejo de plantas daninhas nas principais culturas de interesse econômico. Atualmente cursa doutorado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRRJ.

FERNANDO SARMENTO DE OLIVEIRA Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Campina Grande; Mestrado em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido; Doutorando em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido. E-mail para contato: fernandosarmentho@hotmail.com

FERNANDO SHINTATE GALINDO Doutorado em Agronomia – Sistemas de Produção pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho “UNESP”;

FLÁVIO SARMENTO DE OLIVEIRA Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Campina Grande; Mestrando em Horticultura Tropical pela Universidade Federal de Campina Grande. E-mail para contato: sarmentodeoliveira@yahoo.com

FRANCISCO DE ASSIS BRAGA Professor da Universidade Federal de Viçosa; Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras; Mestrado

em Solos e Nutrição de Plantas pela Escola Superior de Agricultura de Lavras; Doutorado em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa; Grupo de pesquisa: Recuperação de Áreas Degradadas e Gestão Ambiental; E-mail para contato: francisco.braga@ufv.br

GABRIEL LUIZ PIATI Mestrando em Produção Vegetal na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul (UFMS/CPCS), com bolsa pela Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT). Formado em Agronomia pela mesma instituição e Técnico em Agropecuária pelo Centro de Educação Profissional de Aquidauana (CEPA/UEMS). Tem experiência na área de agronomia, atuando principalmente nos seguintes temas: sistemas de produção de grandes culturas, estresse abiótico em plantas cultivadas, uso de bioestimulantes na agricultura, fixação biológica do nitrogênio e fertilidade do solo no cerrado.

GASPAR HENRIQUE KORNDÖRFER Professor titular aposentado do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Mestrado em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade de São Paulo (USP); Pós-Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade da Flórida (UF), Estados Unidos; Coordenador do Grupo de Pesquisa “Silício na Agricultura (GPSi)”; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq – Nível 2;

GENTIL CAVALHEIRO ADORIAN Professor da Faculdade Católica do Tocantins. Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi (2008). Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi (2011). Doutor em Ciências com área de concentração em Fitotecnia pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-ESALQ/USP (2014). E-mail para contato: gentil.cavalheiro@catolica-to.edu.br

GUSTAVO ALVES SANTOS Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Pesquisador do Grupo de Pesquisa “Silício na Agricultura (GPSi)”; E-mail para contato: asgustavo@yahoo.com.br.

GUSTAVO RIBEIRO BARZOTTO Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2016). Atualmente é mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Desenvolve pesquisas com ênfase em Nutrição de plantas e

Fitotecnia, atuando principalmente nos seguintes temas: utilização de silício e efeitos da inoculação de *Azospirillum brasilense* em culturas anuais.

HAMILTON SERON PEREIRA Professor associado do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia; Graduação em Agronomia pela Universidade de São Paulo (USP); Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade de São Paulo (USP); Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade de São Paulo (USP); Pós-Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade da Flórida (UF), Estados Unidos; Pós-Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Coordenador do Grupo de Pesquisa “Silício na Agricultura (GPSi)”; E-mail para contato: hspereira@iciag.ufu.br.

HELDO DENIR VHALDOR ROSA ARAN Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD; Mestrado em Agronomia pela UFGD; Graduação em Tecnologia em Produção de Grãos pela Universidade Federal de Goiás; Grupo de Pesquisa: Olericultura e Plantas Medicinais da UFGD; Bolsista de doutorado pela Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior - CAPES; E-mail: heldodenir@hotmail.com

HEVERTON PONCE ARANTES Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD; Graduação em Agronomia pela UFGD;

HUMBERTO ALENCAR PARAÍSO Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Minas Gerais – MG; Mestrando em Produção Vegetal pela Universidade Federal de Minas Gerais – MG; Engenheiro Agrônomo e mestrando em Produção Vegetal com ênfase em Produção de Hortaliças e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Minas Gerais. Participa do ensaio nacional de produção de grão-de-bico em parceria com a Embrapa-hortaliças e desenvolve metodologias alternativas para a avaliação da qualidade de sementes. humbertoagrocivil@yahoo.com.br

IARA ALMEIDA ROQUE Agrônoma pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) - Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimantar (CCTA), Pombal-PB,

ILTON AGOSTINI JÚNIOR Doutor em Ciência do Solo pela Universidade do Estado de Santa Catarina. Mestre em Manejo de Solo pela Universidade do Estado de Santa Catarina. Especialista em Gestão Ambiental pela faculdade Capivari. Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade do Planalto Catarinense. É Policial Militar Ambiental do Estado de Santa Catarina. Professor do Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial - SENAC. Professor da Universidade do Planalto

Catarinense - UNIPLAC. Professor no programa de Pós Graduação (lato sensu) pelo Instituto Educar Brasil. iltonpma@hotmail.com

INGREDY NATALY FERNANDES ARAÚJO Mestrando em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e graduanda em Engenharia Ambiental pela mesma instituição, possui graduação em Ciências e Tecnologia pela UFRN (2015), e curso técnico em Controle Ambiental pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) (2012). Atua na área de Planos Municipais de Saneamento Básico e desenvolve pesquisas na área de Meio Ambiente e Recuperação de Áreas Degradadas.

IRINEU EDUARDO KÜHN Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2015). Atualmente é mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Engenharia de Água e Solo.

ISAÍAS DOS SANTOS REIS Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão – UFMA; Mestrando em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Estadual Paulista – UNESP Jaboticabal; santos.isaias78@gmail.com.

JANAÍNA FERREIRA GUIDOLINI Graduação em Gestão Ambiental e Engenharia Agrônômica do Instituto Federal do Triângulo Mineiro-Campus Uberaba-MG. Mestrado em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- FCAV, Campus Jaboticabal-SP. Doutoranda em Ciência do Sistema Terrestre pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos-SP. Grupos de pesquisa: Laboratório de Biogeoquímica Ambiental (INPE) e Política de Uso do Solo (UNESP). E-mail para contato: janaguidolini@gmail.com

JECIMIEL GERSON BORCHARDT Graduação em Agronomia pelo Instituto Federal do Espírito Santo - *Campus Itapina*; Grupo de pesquisa: Produção Vegetal; Bolsista Produtividade em Pesquisa pela Fundação Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES); E-mail para contato: jecimielgerσονb@hotmail.com

JEFERSON DA SILVA ZUMBA Mestrado em Produção Agrícola pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns, Garanhuns – PE, jeferson_sz@hotmail.com

JÉSSYCA DELLINHARES LOPES MARTINS Doutorado em Agronomia pela UNESP/Campus Botucatu, dellinhares@hotmail.com

JOÃO FAUSTINO MUNGUAMBE Doutorando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); Graduação em Engenharia Florestal pela Universidad Pinar del Rio; Mestrado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

JOÃO LEONARDO MIRANDA BELLOTTE Graduação em Agronomia –Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho “UNESP”;

JOÃO PAULO FERREIRA DE OLIVEIRA Mestrado em Produção Agrícola pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns, Garanhuns – PE, joao-oliveira-jpf1@hotmail.com

JOICY VITÓRIA MIRANDA PEIXOTO Técnica em Agroindústria da área Agropecuária pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro. Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia. Mestrado em Agronomia - Área de concentração: Produção Vegetal pela Universidade Federal de Goiás. Doutoranda em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia.

JOMAR LIVRAMENTO BARROS FURTADO Docente do Curso de Zootecnia; Universidade Federal do Maranhão – UFMA, *Campus* de Chapadinha, Maranhão; Graduação em Química Industrial pela Universidade Federal do Maranhão – UFMA; Mestrado em Ciências Exatas/Química Analítica pela Universidade Federal do Maranhão – UFMA; Doutorado em Engenharia e Tecnologia Espacial / Ciências de Materiais e Sensores pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

JORDANA GUIMARÃES NEVES Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás (2015). Mestranda em Agronegócio pela Universidade Federal de Goiás (2018). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Extensão Rural e Produção de Hortaliças, atuando principalmente nos seguintes temas: nutrição, qualidade, produtividade e eficiência.

JOSINALDO LOPES ARAUJO ROCHA Professor Associado da Universidade Federal de Campina Grande; Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande; Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Campina Grande; Mestrado e Doutorado em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Lavras; E-mail para contato: jhosinal_araujo@yahoo.com.br

JULIO CÉSAR BIZARRETA ORTEGA Professor da UNILA (Universidade Federal da Integração Latino Americana); Graduação em Engenharia Civil pela Universidad Nacional de Ingeniería - Peru (2002); Mestrado em Engenharia Civil (Geotecnia) pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2009); Doutorando em

Engenharia Civil (Geotecnia) pela Pontifícia Universidade Católica de Rio de Janeiro; Grupo de pesquisa: Geotecnia Ambiental;

JÚLIO CÉZAR TANNURE FARIA Doutorando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Espírito Santo; Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

KARINA PATRÍCIA VIEIRA DA CUNHA Possui graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2004) e Doutorado em Ciências do Solo (2008) pela mesma instituição. Atualmente é Professora Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Departamento de Engenharia Civil - Área de Engenharia Ambiental. Tem experiência nas áreas de Agronomia e Botânica, com ênfase em Qualidade Ambiental do Solo, Fitorremediação e Anatomia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: Química Ambiental do Solo, Metais Pesados e suas Interações no Sistema Solo-Planta, Mecanismos de Tolerância de Plantas a Metais Pesados.

KÉSSIA RÉGINA MONTEIRO DE OLIVEIRA Agrônoma pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) - Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimantar (CCTA), Pombal-PB,

KLAUS REICHARDT Professor titular sênior aposentado do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da Universidade de São Paulo. Possui graduação em Agronomia pela Universidade de São Paulo (1963), doutorado em Agronomia pela USP em 1965, livre-docente em Física e Meteorologia pela USP em 1968, PhD em Ciência do Solo pela Universidade da Califórnia (1971) e Professor Titular em Física e Meteorologia pela USP em 1981. E-mail para contato: klaus@cena.usp.br

LEANDRO CARLOS Professor do Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde; Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); Mestrado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); Doutorado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); Pós doutorado em Engenharia Florestal Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; Pós doutorado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

LEANDRO GLAYDSON DA ROCHA PINHO Professor do Instituto Federal do Espírito Santo - *Campus* Itapina; Graduação em Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense; Doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense; Grupos de pesquisa: Produção

Vegetal, Pesquisas Avançadas no Uso de Resíduos na Agricultura, e Melhoramento Genético Vegetal

LETÍCIA MORO Professora do Centro de Educação Profissional Caetano Costa; Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade do Estado de Santa Catarina; Mestrado em Manejo do Solo pela Universidade do Estado de Santa Catarina; Doutorado em Ciência do Solo pela Universidade do Estado de Santa Catarina; E-mail para contato: leticia_moro@hotmail.com

LETÍCIA SEQUINATTO Graduada em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Mestrado em Ciência do Solo pela UFSM. Doutorado em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Pós-Doutorado em Ciência do Solo pela UFSM. Professora na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e atualmente é Professora Adjunto III no Departamento de Solos e Recursos Naturais, Centro de Ciências Agroveterinárias (Lages, SC) e no Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo como colaboradora e orientadora no mestrado e doutorado. Participa dos grupos de pesquisa CNPq "Caracterização de solos e relação solo planta" e "Manejo e Conservação de Solos Subtropicais e de água".

LILIANE DOS SANTOS SARDEIRO Graduada em Engenharia Agrônômica pela Universidade do Estado da Bahia - UNEB; Grupo de pesquisa: Grupo de Estudos Educação e sustentabilidade Alimentar – GEESA; Solos e Meio Ambiente – SOMA. E-mail para contato: lilianesardeiro@outlook.com.br

LUCAS AMARAL DE MELO Engenheiro Florestal e Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras, Mestre em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa. Engenheiro de Segurança do Trabalho pela UNILAVRAS. Foi professor do Departamento de Silvicultura do Instituto de Florestas da UFRuralRJ. Atualmente, é professor na área de Silvicultura do Departamento de Ciências Florestais da UFLA, tutor do Núcleo de Estudos em Silvicultura e coordenador do curso de graduação em Engenharia Florestal. Atua principalmente nos seguintes temas relacionadas à silvicultura: silvicultura de produção, propagação de plantas (sexuada e assexuada), métodos de melhoramento de plantas e implantação e condução de povoamentos florestais.

LUCAS YOSHIO NITTA Graduando em Agronomia pela Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

LUCÉLIA ALVES RAMOS Professora substituta do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Mestrado em Agronomia

pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Grupo de Pesquisa “Silício na Agricultura (GPSi)”; E-mail para contato: luceliaar@hotmail.com.

LUCIO PEREIRA SANTOS Pesquisador “A” da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa; Colaborador na disciplina ATU – 30 - Culturas Industriais no Amazonas, do Programa de Pós-Graduação Agricultura no Trópico Úmido, do Instituto Nacional de Pesquisas do Amazonas – INPA. Graduação em Engenharia Agrônômica pela Escola Superior de Agricultura e Ciências de Machado/MG – ESACMA (1984); Mestrado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras – UFLA (1993); Doutorado em Fitotecnia/Produção Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa – UFV (1999); Grupo de pesquisa Culturas Industriais do Amazonas; E-mail: lucio.santos@embrapa.br

LUCIO RESENDE Agrônomo na Empresa Agropecuária Jayoro Ltda – Jayoro (2012 a atual); Graduação em Engenharia Agrônômica pelo Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal – CREUPI/UniPinhal (2003). Responsável pela condução das lavouras comerciais da cultura do guaranazeiro da Jayoro, hoje considerado o maior plantio de guaraná em área contínua em todo o mundo.

LUD' MILLA MELÚCIO GUEDES Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais; Formada em Técnico em Informática. IFNMG Campus Januária- concluído em 2014; Formada em Técnico em Meio Ambiente. IFNMG- Campus Januária, concluído em 2012; Participação como membro do Núcleo de Estudos em Máquinas e Mecanização Agrícola e Produção de Energia (Nemmape) (2017); Participação como membro do Grupo de Estudos em Recursos Hídricos no Semiárido (GERHISA) (2017); Participação com cargo de Presidente na Empresa de Consultoria e Projetos Agrícolas e Ambientais Jr. (CPAAJR) (2017); Estagiou No Instituto Estadual de Florestas- IEF (2015), com principais atividades na área de Unidades de Conservação. e-mail: ludmelucio@gmail.com

LUÍS HENRIQUE BASSOI Pesquisador da Embrapa Instrumentação; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Irrigação e Drenagem) da FCA UNESP; Graduação em Engenharia Agrônômica pela ESALQ/USP; Mestrado em Agronomia (Irrigação e Drenagem) pela FCA UNESP; Doutorado em Ciências (Energia Nuclear na Agricultura) pelo CENA/USP; Pós Doutorado em Hydrology Program pela University of California, Davis; Grupo de pesquisa: Vitivinicultura de Precisão; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; E-mail para contato: luis.bassoi@embrapa.br

LUIZ RODRIGUES FREIRE Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1967), Mestrado em Manejo y Fertilidad de Suelos

- Facultad de Agronomía Universidad Católica de Chile (1971) e Doutorado em Agronomia, área de concentração Ciência do Solo, UFRRJ (2015). Aposentou-se no cargo de Professor Titular da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em agosto de 2015. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Agronomia, atuando principalmente nos seguintes temas: adubação verde, biota do solo, nutrição de plantas, adubação e calagem e utilização de resíduos em áreas agrícolas.

MÁCIO FARIAS DE MOURA Professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns, Garanhuns – PE, maciof@yahoo.com.br

MARCELO CARVALHO MINHOTO TEIXEIRA FILHO Professor da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho “UNESP”;

MARCIA APARECIDA SIMONETE Representante Técnica da Blumeterra Serviços e Comércio Ltda.; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas; Mestrado em Solos pela Universidade Federal de Pelotas; Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade de São Paulo; Pós-Doutorado pela Universidade do Estado de Santa Catarina.

MÁRCIO NEVES RODRIGUES Biólogo\Mestre em Ciência Agrárias; Especialista em Recursos Hídricos e Ambientais; Laboratório de Análise de Resíduos - ICA/UFMG; Possui graduação em Biologia pela Universidade Estadual de Montes Claros (2007). Mestrado em Ciências Agrárias e Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professor de Biotecnologia, atuando nas áreas de química e microbiologia. Analista responsável pelo Laboratório de Análises de Resíduos para Aproveitamento Agrícola da Universidade Federal de Minas Gerais. marcionrodrigues@gmail.com

MARCOS DE OLIVEIRA Mestrando em Produção Agrícola pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns, marcos.lvr2@gmail.com

MARI LUCIA CAMPOS Possui graduação em Agronomia pela Universidade do Estado de Santa Catarina. Mestrado em Manejo do Solo pela Universidade do Estado de Santa Catarina. Doutorado em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Lavras. Atualmente é professor titular do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Professor do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UDESC.

MARIA APARECIDA PEREIRA PIERANGELI Professora da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT; Membro do corpo docente do Programa de Pós-graduação stricto sensu em Ciências Ambientais (PPGCA); Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras (1985); Mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição

de Plantas) pela Universidade Federal de Lavras (1999); Doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Lavras (2003); Pós-Doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras (2012); E-mail para contato: mapp@unemat.br

MARIA DO CARMO VIEIRA Professor da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFGD; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa - UFV; Mestrado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela UFV; Doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela UFV; Pós-Doutorado em Ciências Agrárias pela Universidade Estadual de Maringá; Grupo de Pesquisa: Olericultura e Plantas Medicinais da UFGD; Bolsista Produtividade em Pesquisa pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq; E-mail para contato: mariavieira@ufgd.edu.br

MARIA TERESA VILELA NOGUEIRA ABDO Graduação em Engenharia Agrônoma pela Escola Superior de Agricultura Mestrado em Produção Vegetal - Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus Jaboticabal. Doutorado- Produção Vegetal - Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus Jaboticabal. Pós-Doutorado junto ao ISA - Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa (Desde agosto de 2017), desenvolvendo trabalhos junto ao grupo de investigação ForChange do Centro de Estudos Florestais. Desenvolve trabalho com Sistemas Agroflorestais, levantamento fitossociológico, conservação de solos, microbacias hidrográficas, educação ambiental e preservação ambiental. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Agronomia, atuando principalmente no seguinte temas: vigor, e análise de sementes florestais, recuperação de áreas degradadas, conservação de solos, reflorestamento e plantios mistos, sistemas agroflorestais e educação ambiental. Atualmente é pesquisadora científica nível V do Pólo Apta Centro Norte em Pindorama –SP. E-mail para contato: mtvilela@terra.com.br

MARIANA GAIOTO ZIOLKOWSKI LUDKIEWICZ Mestranda em Agronomia – Sistemas de Produção pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho “UNESP”;

MARILÉIA BARROS FURTADO Docente do Curso de Agronomia; Universidade Federal do Maranhão – UFMA, *Campus* de Chapadinha, Maranhão; Mestrado em Agronomia com área de Concentração Irrigação e Drenagem, pela Universidade Estadual Paulista – UNESP Botucatu; Doutorado em Agronomia com área de Concentração Irrigação e Drenagem, pela Universidade Estadual Paulista – UNESP Botucatu.

MARIVALDO VIEIRA GONÇALVES Graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns Garanhuns – PE, marivaldogoncalves@gmail.com

MARYZÉLIA FURTADO FARIAS Docente do Curso de Agronomia; Universidade Federal do Maranhão – UFMA, *Campus* de Chapadinha, Maranhão; Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão-UEMA; Mestrado em Agronomia, pela Universidade Estadual Paulista – UNESP Botucatu; Doutorado em Agronomia, pela Universidade Estadual Paulista – UNESP Botucatu; Grupo de pesquisa em Produção Vegetal no Cerrado Maranhense – PROCEMA.

NELSON VENTURIN Professor Sênior da Universidade Federal de Lavras; Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais; Graduação em Recursos Florestais e Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná; Mestrado em Silvicultura pelo Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensenanza; Doutorado em Ciência do Solo pela Universidade de São Paulo; Grupo de pesquisa: Silvicultura; Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq E-mail para contato: venturin@dcf.ufla.br

NÉSTOR ANTONIO HEREDIA ZÁRATE Professor da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFGD; Graduação em Ingenieria Agronómica pela Universidad de Guayaquil; Mestrado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela UFV; Doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela UFV; Pós-Doutorado em Ciências Agrárias pela Universidade Estadual de Maringá; Grupo de Pesquisa: Olericultura e Plantas Medicinais da UFGD; Bolsista Produtividade em Pesquisa pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq; E-mail para contato: nestorzarate@ufgd.edu.br

NICOLAY WOLFF RUPPIN Graduando em Agronomia na Universidade Federal de Minas Gerais – MG; Mobilidade Acadêmica para Universidade Federal de Viçosa. Estagiou no Grupo de Estudos e Soluções para Agricultura Irrigada (GESAI) na Universidade Federal de Viçosa-MG, estagiou na empresa Ceres Consultoria Agronômica na cidade de Primavera do Leste-MT, estagiou na Empresa Bomfim Trator Peças na cidade de Montes Claros-MG e estagiou na Fazenda Curral Novo em Bocaiúva-MG. Desenvolve pesquisas na área de análise de sementes, e também atua na produção e tecnologia de cereais. nicolaywr@hotmail.com

OCLIZIO MEDEIROS DAS CHAGAS SILVA Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2016). Título de Técnico em Agropecuária pelo Instituto Federal do Pará (2010). Foi membro do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão (CEPE) e do Diretório Central dos Estudantes (DCE) da

UFRRJ e do Núcleo Interdisciplinar de Extensão entre 2012 e 2013. Foi monitor da disciplina de Fertilidade do Solo entre 2015 e 2016, atuando com recomendação de calagem e de fertilizantes. Atualmente cursa Pós-Graduação em nível de mestrado em Ciências Florestais na UFLA, desenvolvendo pesquisas com dosagem de adubos fosfatados para espécies pioneiras e utilização da palha de café como substrato para produção de mudas de espécies florestais. E-mail para contato: omflorestal@hotmail.com

OSVALDIR FELICIANO DOS SANTOS Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2014) e mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela mesma instituição. Atualmente é doutorando em Agronomia (Irrigação e Drenagem) na UNESP / FCA. Com experiência na área de Agronomia, com ênfase em Irrigação, Fitotecnia e Bioquímica, atuando principalmente nos seguintes temas: Irrigação por gotejamento, estresse hídrico em culturas e biofortificação de nutrientes.

PATRÍCIA SOARES FURNO FONTES Professora do Instituto Federal do Espírito Santo – *Campus* Itapina; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo; Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense; Doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense; Grupo de pesquisa: Produção Vegetal E-mail para contato: patricia.fontes@ifes.edu.br

PAULO CEZAR CASSOL Professor da Universidade do Estado de Santa Catarina; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Mestrado em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Doutorado em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Pós-Doutorado pela Libera Università di Bolzano

PEDRO HENRIQUE LOPES SANTANA Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Minas Gerais; Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo; Departamento de solos e nutrição de plantas; Engenheiro Florestal graduado pela Universidade Federal de Minas Gerais e mestrando em Produção Vegetal com ênfase em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Espírito Santo. Foi bolsista de iniciação científica onde avaliou produção do eucalipto e atributos químicos e físicos do solo em sistema agrosilvipastoril. Foi monitor da disciplina de Conservação e Manejo do Solo do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG. Estagiou na Fazenda da Barra, onde coordenou projeto de implantação e manutenção de sistemas agrícolas e florestais.

Possui experiência em laboratório com pesquisas na área de solos, além de conhecimento em manejo e mensuração florestal; pedrohlopes@hotmail.com

PRISCILA RAMOS VIEIRA Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais; Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa; Departamento de recursos hídricos; Mestranda em Engenharia Agrícola, com área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais pela Universidade Federal de Viçosa. Graduada em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atuou como monitora bolsista nas disciplinas de Física I, Física II, Termodinâmica e Físico-química do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG. Desenvolveu pesquisa na área de plantas daninhas, em especial, analisando competição e características de sementes. Estagiou na empresa Ecotec Engenharia, onde realizou trabalhos de topografia, licenciamento e consultoria ambiental. Foi bolsista de atividades de extensão envolvendo elaboração de equipamentos didáticos. priscilaramos255@hotmail.com

RAFAEL DE SOUZA FÉLIX Graduando em Engenharia Agrônômica pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Grupo de pesquisa: Grupo de Agrometeorologia da Universidade do Estado da Bahia (GAMU). Bolsista de Extensão pela Pró-Reitoria de Extensão (PROEX). Email: rafasouza.1844@hotmail.com

RAFAEL MALFITANO BRAGA Doutorando da Universidade Federal de Lavras; Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais; Graduação pela Universidade Federal de Lavras; Mestrado em Ciências Florestais com ênfase em Solos Florestais pela Universidade Federal de Lavras; Doutorado em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Lavras com término previsto para fevereiro de 2019; Grupo de pesquisa: Solos Florestais; Paisagismo e Arborização Urbana Bolsista FAPEMIG de Pós-Graduação do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras; E-mail para contato: rafael.malfitano@hotmail.com

REGINA MARIA QUINTÃO LANA Professora Titular do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq nível 2. Coordenadora dos Grupos de Pesquisa em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas e Uso de Água Residuária em Sistemas Agrossilvipastoris. Graduada em Engenharia Agrônômica (1980), Mestrado (1983) e Doutorado (1988) pela Universidade Federal de Viçosa. Pós-Doutorado na Universidade da Flórida em Sistemas Agroflorestais (2011). Experiência na área de Agronomia, com atuação nas seguintes áreas de concentração: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, fertilizante organomineral, Avaliação do sistema solo e planta com fertilizantes orgânicos e inorgânicos produzidos com novas tecnologias. Recuperação de áreas degradadas em sistemas de pastagens; Avaliação de sistemas de produção de soja, milho e café. Estudo de micronutrientes e metais

pesados no solo e planta; Uso de resíduos orgânicos em sistemas de pastagem. Avaliação e implantação de sistemas agrossilvipastoris.

REGIS PEREIRA VENTURIN Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG); Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); Mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA).

REGYNALDO ARRUDA SAMPAIO Possui Licenciatura em Ciências pela Universidade Federal da Paraíba (1984), Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (1988), Mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa (1992) e Doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa (1996). Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal de Minas Gerais e membro consultor da Câmara de Ciências Agrárias I da Capes. regynaldo@terra.com.br

RENATA CRISTINA ARAÚJO COSTA Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- FCAV, Campus Jaboticabal-SP. Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- FCAV, Campus Jaboticabal-SP. Doutoranda em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- FCAV, Campus Jaboticabal-SP. Grupo de pesquisa: Política de Uso do Solo (UNESP). E-mail para contato: renata.criscosta@gmail.com

RENATO LUIZ GRISI MACEDO Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras (1982), graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (1985), mestrado em Agronomia (Fitotecnia de Plantas Perenes Tropicais) pela Universidade Federal de Lavras (1985) e doutorado em Engenharia Florestal (Ecossilvicultura) pela Universidade Federal do Paraná (1991) e pós doutorado em engenharia florestal (Sistemas Agroflorestais) pela Universidade Federal de Viçosa (2008). Atualmente é professor Titular do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras, atuando na pós-graduação.

RENATO LUIZ GRISI MACEDO Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), atuando na graduação e Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA); Graduação em Agronomia e em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); Mestrado em Agronomia (Fitotecnia de Plantas Perenes Tropicais) pela Universidade Federal de Lavras (UFLA); Doutorado em Engenharia Florestal (Ecossilvicultura) pela

Universidade Federal do Paraná; Pós doutorado em Engenharia Florestal (Sistemas Agroflorestais) pela Universidade Federal de Viçosa.

RICARDO LUIS LOURO BERBARA Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ-1983), MSc Ciências do Solo pela UFRRJ (1989) e PhD em Biologia do Solo - University of Dundee, Escócia (1995). Pesquisador CNPq e CNE Faperj. Coordena projetos internacionais junto ao Inter-American Institute for Global Change Research - National Science Foundation (Grant GEO-04523250); CAPES-MES (Cuba); PVE Universidad de Navarra - Espanha (CsemF) e Programa ALFA da Comunidade Européia.. É professor Titular da UFRRJ e participa dos cursos de Pós-Graduação em Ciência do Solo e Biotecnologia, ambos da UFRRJ. Atualmente é Reitor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

ROBSON GUALBERTO DE SOUZA Graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB);

ROGÉRIO CAVALCANTE GONÇALVES Professor da Faculdade Católica do Tocantins. Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Tocantins (2008) e mestrado em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins (2012).

SALATIÉR BUZETTI Professor da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho “UNESP”;

SANDRA MARA ALVES DA SILVA NEVES Professora da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT; Membro do corpo docente do Programa de Pós-graduação stricto sensu em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP) e em Geografia (PPGGE0); Graduação em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (1993); Mestrado em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1999); Doutorado em Ciências (Geografia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2006); Pós-Doutorado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2016); Grupo de pesquisa: Sensoriamento Remoto, Pesquisa e Ensino de Geografia – SERPEGEO.

SCHEILLA MARINA BRAGANÇA Pesquisadora do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER, antiga Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária – EMCAPA; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal do Espírito Santo – UFES; Mestrado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras – UFLA; Doutorado em Fitotecnia/Produção Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa – UFV. Participou da revitalização da cafeicultura no Estado do Espírito Santo (geração, validação e difusão de tecnologias). Atuou nas áreas: Genética e Melhoramento, Manejo e tratos Culturais da Lavoura

Cafeeira, Solos, Adubação e Nutrição Mineral do cafeeiro Conilon. Atualmente está aposentada.

SEBASTIÃO FERREIRA DE LIMA Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1995), mestrado em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal de Lavras (1997) e doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Viçosa (2001). Atuou no Curso de Agronomia da FACTU de Unaí-MG, sendo coordenador por 03 anos. Também atuou no curso de Agronomia da FEAD de Belo Horizonte-MG, sendo coordenador do curso por 06 meses. No UNICERP-Centro Universitário do do Cerrado Patrocínio em Patrocínio-MG, atuou de 2007 a 2009 nas disciplinas dos cursos de Agronomia, Ciências Biológicas, Enfermagem, Fisioterapia e Agronegócio. Também foi coordenador do curso de Agronomia por 1,5 anos e coordenador de pesquisa por 1 ano. Na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Campus de Chapadão do sul, atuou no cargo de engenheiro agrônomo de janeiro de 2010 até fevereiro de 2013. Atualmente é docente, professor adjunto, nessa mesma Instituição e localidade, desde fevereiro de 2013.

SILAS ALVES SOUZA Graduando em Engenharia Agrônômica pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Grupo de pesquisa: Grupo de Agrometeorologia da Universidade do Estado da Bahia (GAMU). Bolsista de Iniciação Científica pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB). Email: silas_candiba@hotmail.com

TÁCIO MAURO PEREIRA DE CAMPOS Professor da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; Graduação em Engenharia Civil pela Universidade de Brasília (1971); Mestrado em Engenharia Civil e em Mecânica dos Solos respectivamente pela PUC-Rio, em 1974, e pelo Imperial College, Londres, em 1980; Doutorado em Mecânica dos Solos pelo Imperial College, em 1984; Grupo de pesquisa: Geotecnia Ambiental; Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1a

TADEU CAVALCANTE REIS: Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal da Bahia (1996); Mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade de São Paulo (1998); Doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade de São Paulo (2002); Atualmente é professor adjunto da Universidade do Estado da Bahia, em Barreiras - BA, lecionando nos cursos de Agronomia e Ciências Biológicas

TÁDRIA CRISTIANE DE SOUSA FURTUNATO Mestre em Horticultura Tropical e Agrônoma pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) - Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), Pombal-PB,

TERESA CRISTINA TARLÉ PISSARRA Graduação em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista – UNESP. Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo e Produção Vegetal) da Universidade Estadual Paulista – UNESP. Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista – UNESP. Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista – UNESP. Pós-doutorado em Ciências Agrárias pela Universidade da Flórida – UFL, Estados Unidos da América. Grupos de pesquisa: Manejo Sustentável de Bacias Hidrográficas (IFTM); Nutrição e melhoramento florestal (UNESP); Política de Uso do Solo (UNESP). Bolsista produtividade em pesquisa, nível2, pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. E-mail para contato: teresap1204@gmail.com

VALCIR ROGÉRIO PINTO Professor da Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso - MT; Graduação em Geografia pela Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT; Mestrado em Ciências Ambientais pela Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT; E-mail para contato: valcirroger@hotmail.com

VANDER ROCHA LACERDA Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Minas Gerais – MG; Mestrando em Horticultura na Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP; Grupo de pesquisa: Propagação de plantas exóticas e nativas; Foi bolsista de intercâmbio acadêmico internacional durante um semestre pelo Programa AUGM (Associação de Universidades Grupo Montevideu) na Universidade Nacional de Asunción - Campus San Lorenzo, Paraguay. Foi presidente do Grupo de estudos em frutíferas durante um ano. Possui dois artigos publicados ambos como primeiro autor, e um aceito como coautor. Realizou estágio na UFRRJ em Melhoramento Vegetal em 2012 e na Empresa Horichapada (Bataticultura e Cebolicultura em Pivô) em 2017. vanderroxal@gmail.com

WILLIAN VIEIRA GONÇALVES Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD; Mestrado em Agronomia pela UFGD; Graduação em Agronomia pela UFGD; Grupo de Pesquisa: Olericultura e Plantas Medicinais da UFGD; Bolsista de doutorado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq; E-mail: willianvgoncalves@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-93243-69-1



9 788593 243691