

Características do Solo e sua Interação com as Plantas 2

Leonardo Tullio
(Organizador)



Atena
Editora
Ano 2019

Leonardo Tullio
(Organizador)

Características do Solo e sua Interação com as Plantas

2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
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. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C257	Características do solo e sua interação com as plantas 2 [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Características do Solo e sua Interação com as Plantas; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-717-8 DOI 10.22533/at.ed.178191710 1. Ciência do solo. 2. Solos e nutrição de plantas. 3. Solos – Pesquisa – Brasil. I. Tullio, Leonardo. II. Série. CDD 625.7
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A produtividade de uma cultura é reflexo de sua nutrição, plantas bem nutridas suportam fatores externos indesejáveis, como o ataque de pragas e doenças.

É através do solo que a planta consegue suprir suas necessidades, podendo também ser através de suprimentos extras aplicado pelo homem. Neste contexto, conhecer as interações entre solo e plantas é primordial para a produção sustentável.

O manejo adequado do solo contribui significativamente para a planta, sendo o solo o principal agente de interação onde ocorrem uma diversidade de reações que melhoram a sustentabilidade do sistema.

Os elementos químicos que afetam a nutrição das plantas passam por diversas etapas, sendo elas: o contato do nutriente com as raízes, transporte, redistribuição e metabolismo das plantas, assim qualquer interação pode refletir em condições favoráveis para as plantas.

Neste segundo volume encontra-se reunidos os mais diversos trabalhos na área, sendo gerado conhecimento e resposta dessas interações. São ao todo 24 artigos de várias regiões e as mais variadas metodologias de análise, testando e verificando os benefícios da relação solo/planta.

Espero que esses resultados sejam muito úteis e proveitosos em discussões aprofundadas na área da agricultura.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AGREGAÇÃO DO SOLO E ATRIBUTOS QUÍMICOS EM ÁREAS COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS	
Nivaldo Schultz Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto Sandra de Santana Lima Melania Merlo Ziviani Shirlei Almeida Assunção Marcos Gervasio Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.1781917101	
CAPÍTULO 2	13
ATRIBUTOS DO SOLO CONDICIONANTES DO PROCESSO EROSIVO	
Carlos Roberto Pinheiro Junior Nivaldo Schultz Marcos Gervasio Pereira Wilk Sampaio de Almeida João Henrique Gaia-Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.1781917102	
CAPÍTULO 3	25
CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS E LIMITAÇÕES DE USO EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA NA BAIXADA LITORÂNEA FLUMINENSE, RJ	
Carlos Roberto Pinheiro Junior Marcos Gervasio Pereira Eduardo Carvalho da Silva Neto Ademir Fontana Otavio Augusto Queiroz dos Santos Renato Sinquini de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.1781917103	
CAPÍTULO 4	38
CONSERVAÇÃO DO SOLO EM ASSENTAMENTO DE REFORMA AGRÁRIA VISANDO A RECOMPOSIÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
Flávia Lima Moreira Carlos Alberto Casali Anna Flávia Neri de Almeida Elisandra Pocogeski Bruna Schneider Guimarães Graciele Ferreira da Rosa Isabela Araújo Peppe Amanda Cristina Beal Acosta Letícia de Alcântara Dores Kauê de Oliveira Guatura André Francisco Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.1781917104	
CAPÍTULO 5	46
PROCESSOS EROSIVOS NA REGIÃO DO MÉDIO VALE PARAÍBA, RIO DE JANEIRO	
João Henrique Gaia-Gomes	

Marcos Gervasio Pereira
Carlos Roberto Pinheiro Junior
DOI 10.22533/at.ed.1781917105

CAPÍTULO 6 59

DIA DE CAMPO SOBRE MANEJO DE SOLO PARA CAPACITAÇÃO DE ESTUDANTES DE AGRONOMIA EM EXTENSÃO RURAL

Bruna Schneider Guimarães
Carlos Alberto Casali
André Francisco Ferreira
Raquel da Silva Bartolomeu
Bruna Larissa Feix
Matheus Plucinski Nardi
Graciele Ferreira da Rosa
Isabella Araújo Peppe
Amanda Cristina Beal Acosta
Leticia de Alcântara Dôres
Flávia Lima Moreira

DOI 10.22533/at.ed.1781917106

CAPÍTULO 7 67

QUALIDADE DE FORMAÇÃO DO TORRÃO DE MUDAS DE RÚCULA EM FUNÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS PROVENIENTE DA COMPOSTAGEM DE GLICERINA BRUTA ASSOCIADA À RESÍDUOS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS

Estela Mariani Klein
Francielly Torres dos Santos
Thainá Raiana Andreis Blauth
Jaqueline dos Santos Gonçalves Poder
Natália Lucyk Calory
Jonathan Dieter

DOI 10.22533/at.ed.1781917107

CAPÍTULO 8 71

PARÂMETROS FITOMÉTRICOS DE MUDAS DE RÚCULA EM FUNÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS PROVENIENTE DA COMPOSTAGEM DE GLICERINA BRUTA ASSOCIADA À RESÍDUOS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS

Estela Mariani Klein
Francielly Torres dos Santos
Thainá Raiana Andreis Blauth
Luana Cristina de Souza Garcia
Jonathan Dieter

DOI 10.22533/at.ed.1781917108

CAPÍTULO 9 75

INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO E DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Tamarindus indica* L

Alcilene Batista de Camargo
Juliana Garlet
Laura Araujo Sanches

DOI 10.22533/at.ed.1781917109

CAPÍTULO 10 84

SUBSTRATOS A BASE DE RESÍDUOS DO BENEFICIAMENTO DA ERVA-MATE NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Jacaranda micrantha Cham*

Monica Lilian Rosseto

Juliana Garlet

DOI 10.22533/at.ed.17819171010

CAPÍTULO 11 92

USO DE BIODÉTRITO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTO DE SERINGUEIRA (*Hevea Spp.*)

Douglath Alves Corrêa Fernandes

Marcos Gervasio Pereira

Anderson Ribeiro Diniz

Joel Quintino de Oliveira Junior

Sidinei Julio Beutler

Ana Carolina de Oliveira Souza

DOI 10.22533/at.ed.17819171011

CAPÍTULO 12 106

VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DA *Senna occidentalis* (L.) LINK EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Rose Benedita Rodrigues Trindade

Sidnei Azevedo de Souza

Maria do Carmo Vieira

DOI 10.22533/at.ed.17819171012

CAPÍTULO 13 111

SINTOMATOLOGIA DE DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E FERRO E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE MASSA SECA EM MUDAS DE IPÊ AMARELO *Tabebuia serratifolia* CULTIVADAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

Ricardo Falesi Palha de Moraes Bittencourt

Italo Marlone Gomes Sampaio

Erika da Silva Chagas

Vivian Christine Nascimento Costa

Gabriel Anderson Martins dos Santos

Alyam Dias Coelho

Stefany Priscila Reis Figueiredo

Hozano de Souza Lemos Neto

Mário Lopes da Silva Júnior

DOI 10.22533/at.ed.17819171013

CAPÍTULO 14 119

ADUBOS VERDES ANTECEDENDO A CULTURA DO MILHO COM O USO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA

Alexandre Daniel de Souza Junior

Andreza Cássia de Sousa Moura

Diogo Motta Arruda

Eduardo Raphael Pimentel

Leonardo Mota Seibel

Mário de Cézare

Rodrigo Merighi Bega

DOI 10.22533/at.ed.17819171014

CAPÍTULO 15 130

HÁ AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DA SOJA E RENTABILIDADE NA ASSOCIAÇÃO ENTRE ADUBAÇÃO NITROGENADA NA "SEMEADURA" E INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium*?

Higo Forlan Amaral
Walace Galbiati Lucas

DOI 10.22533/at.ed.17819171015

CAPÍTULO 16 139

DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM MILHO SOB NÍVEIS DE POTÁSSIO

Dargonielsin de Andrade Milhomem
Weder Ferreira dos Santos
Lucas Carneiro Maciel
Osvaldo José Ferreira Junior
Eduardo Tranqueira da Silva
Elias Cunha de Faria
Saulo Lopes Fonseca
Débora Rodrigues Coelho
Geisiane Silva Cobas

DOI 10.22533/at.ed.17819171016

CAPÍTULO 17 148

DESENVOLVIMENTO DE SORGO FORRAGEIRO EM TIPOS E COMBINAÇÕES DE ADUBOS FOSFATADOS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO

Thaynara Garcez da Silva
Antonio Nolla
Adriely Vechiato Bordin
Suzana Zavilenski Fogaça
Janyeli Dorini Silva de Freitas
Claudinei Minhano Gazola Júnior
Luiz Felipe Vasconcelos de Paula

DOI 10.22533/at.ed.17819171017

CAPÍTULO 18 158

Annona crassiflora POSSUI ATIVIDADE INSETICIDA SOBRE OS OVOS DE LEPIDÓPTEROS-PRAGA?

Jéssica Terilli Lucchetta
Nahara Gabriela Piñeyro Ferreira
Débora Lopez Alves
Antônio de Souza Silva
Alessandra Fequetia Freitas
Fabricio Fagundes Pereira
Carlos Reinier Garcia Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.17819171018

CAPÍTULO 19 166

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) AO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES (*Pratylenchus brachyurus*)

Fernando Ferreira Batista
Thiago Patente Santana
Isabella Torres Lino de Sousa
Arthur Franco Teodoro Duarte

DOI 10.22533/at.ed.17819171019

CAPÍTULO 20	170
TRITERPENÓIDES DA FRAÇÃO HEXÂNICA DOS GALHOS DE <i>Platonia Insignis</i> Mart. (Clusiaceae)	
Rodrigo de Araujo Moreira Andreia Giovana Aragão da Silva Renato Pinto de Sousa Sâmya Danielle Lima de Freitas Mariana Helena Chaves	
DOI 10.22533/at.ed.17819171020	
CAPÍTULO 21	182
ECOFISIOLOGIA DE LAVOURAS CACUEIRAS NA REGIÃO DO XINGU: ESTUDO DE CASO EM MEDICILÂNIA/PA	
Jonatas Monteiro Guimarães Cruz Fabrício Menezes Ramos Luís Carlos Nunes Carvalho Possidônio Guimarães Rodrigues Patrícia Chaves de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.17819171021	
CAPÍTULO 22	197
EFEITO DE MALHAS COLORIDAS E POLÍMERO HIDROABSORVENTE NO TEOR DE CLOROFILAS EM PLANTAS MELANCIA	
Breno de Jesus Pereira Gustavo Araújo Rodrigues Fredson dos Santos Menezes	
DOI 10.22533/at.ed.17819171022	
CAPÍTULO 23	204
CARACTERIZAÇÃO DE CLONES DE BATATA-DOCE MANTIDOS NO BANCO DE GERMOPLASMA DA EMBRAPA HORTALIÇAS	
Rosa Maria de Deus de Sousa Geovani Bernardo Amaro José Ricardo Peixoto Michelle Sousa Vilela Paula Andreia Osorio Carmona Karim Marini Thomé Iriane Rodrigues Maldonade	
DOI 10.22533/at.ed.17819171023	
CAPÍTULO 24	216
DETERMINAÇÃO DE AMINOÁCIDOS E ASPECTOS NUTRICIONAIS EM SOJA TRANSGÊNICA EXPOSTA AO GLIFOSATO	
André Luiz de Souza Lacerda Cristiane Gonçalves de Mendonça Cristiane Regina Bueno Aguirre Ramos Daiana Schmidt Salette Aparecida Gaziola Ricardo Antunes Azevedo João Nicanildo Bastos dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.17819171024	

SOBRE O ORGANIZADOR.....226

ÍNDICE REMISSIVO227

AGREGAÇÃO DO SOLO E ATRIBUTOS QUÍMICOS EM ÁREAS COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS

Nivaldo Schultz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Sandra de Santana Lima

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Melania Merlo Ziviani

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Shirlei Almeida Assunção

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Marcos Gervasio Pereira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da vegetação arbórea e de gramíneas nas vias de formação e estabilidade dos agregados do solo, bem como nos atributos químicos e nas frações de carbono orgânico de agregados fisiogênicos e biogênicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico. Foram selecionadas 4 áreas na projeção das copas de diferentes espécies arbóreas e 4 áreas sob espécies distintas da família *Poaceae*. As amostras foram coletadas nas

camadas de 0-5 e 5-10 cm, e a fração dessas amostras retida entre as peneiras de 9,7 e 8,0 mm foi utilizada para fazer a avaliação dos agregados. Os agregados foram classificados em biogênicos e fisiogênicos e posteriormente avaliados quanto à estabilidade, formas de carbono orgânico e atributos químicos. Os agregados do solo apresentaram diferenças em função das coberturas vegetais, sendo verificado predomínio de agregados biogênicos nas áreas das espécies arbóreas, sendo que nesses foram quantificados os maiores valores de carbono orgânico total, com predominância de material de maior labilidade em comparação aos agregados fisiogênicos. Os agregados biogênicos, principalmente os provenientes das áreas sob espécies arbóreas, favorecem maior proteção e estabilização do carbono, assim como funcionam como potenciais reservatórios de nutrientes.

PALAVRAS-CHAVE: Estrutura do solo, solos de parques e jardins, agregados biogênicos

SOIL AGGREGATION AND CHEMICAL ATTRIBUTES IN AREAS WITH DIFFERENT VEGETATION COVER

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the influence of tree and grass vegetation on soil formation pathways and stability aggregate, as well as on the chemical attributes and

organic carbon fractions of physiogenic and biogenic aggregates of a Ultisols. Four areas were selected in the projection of the crowns of the different tree species and four areas under different species of the *Poaceae* family. The samples were collected in the 0.00-0.05 and 0.05-0.10 m layers, and the fraction of these samples retained between 9.7 and 8.0 mm sieves was used to evaluate the aggregates. The aggregates were classified as biogenic and physiogenic and subsequently evaluated for stability, organic carbon forms and chemical attributes. Soil aggregates showed differences as a function of vegetation cover, with a predominance of biogenic aggregates in the areas of tree species, where the highest total organic carbon values were quantified, with predominance of higher lability material compared to physiogenic aggregates. Biogenic aggregates, especially those from areas under tree species, proportion greater carbon protection and stabilization, as well as function as potential nutrient reservoirs.

KEYWORDS: Soil structure, park and garden soils, biogenic aggregates

1 | INTRODUÇÃO

As áreas verdes em centros urbanos são fundamentais no contexto paisagístico e sociocultural, proporcionando a aproximação de pessoas dos mais diversos setores da sociedade com a natureza. Esta função é apenas uma dos benefícios proporcionados ao cotidiano urbano, uma vez que possuem papel fundamental na retenção de grande parte da água das chuvas que cai sobre os ambientes urbanos, minimizando-se desta forma os problemas com a erosão, deslizamentos de terra e a inundação das partes mais baixas das cidades. No entanto, a função de infiltrar e drenar parte da água das chuvas tem relação estreita com os atributos físicos do solo.

Entre os atributos físicos do solo, a estrutura está diretamente relacionada com a formação e estabilidade dos agregados, os quais influenciam diretamente os atributos químicos, físicos e biológicos (Ribeiro et al., 2012). A estrutura do solo por meio de sua agregação determina a aeração, a infiltração, a drenagem, a retenção ou perda de nutrientes e a susceptibilidade à erosão (Ribeiro et al., 2012).

A formação dos agregados do solo ocorre por meio do arranjo das partículas unitárias areia, silte e argila, formando unidades compostas, através do processo de cimentação resultante da presença de íons e moléculas oriundos de processos físico, químicos e biológicos do solo (Ribeiro et al., 2012). Os principais fatores que favorecem a formação dos agregados do solo são o umedecimento e secagem, a expansão e contração, a ação física das raízes e de animais, a decomposição da matéria orgânica, ação de substâncias cimentantes produzidas por microrganismos e a presença de cátions adsorvidos ou na solução do solo (Brady & Weil, 2013).

Em relação às vias de formação, os agregados podem ser formados a partir de processos físicos e químicos e/ou processos biológicos, sendo denominados fisiogênicos quando por maior influência de reações físicas e químicas e biogênicos quando por maior ação de processos biológicos (Loss et al., 2014). A diferenciação

dos agregados é realizada em função de aspectos morfológicos, sendo os fisiogênicos angulares e/ou prismáticas, o que resulta da aproximação das partículas unitárias do solo em função dos ciclos de umedecimento e secagem, e pela ação dos agentes cimentantes do solo. Os agregados biogênicos são identificados por apresentarem formas arredondadas, relacionadas as atividades da fauna invertebrada, assim como, pela passagem pelo sistema intestinal das minhocas, somada a ação cimentante de exsudados das raízes das plantas (Batista et al., 2013; Loss et al., 2014).

Em relação à composição química, de modo geral, os agregados biogênicos possuem em relação aos fisiogênicos maiores teores de nutrientes, proporcionam maior proteção física da matéria orgânica e do carbono orgânico do solo e geralmente possuem maior estabilidade física em meio aquoso (Silva Neto et al., 2010). Segundo Loss et al. (2014) estas características tornam os agregados biogênicos sensíveis aos diferentes sistemas de uso e manejo do solo e por consequência potenciais indicadores de qualidade de solo. Entre os fatores que podem influenciar a formação e a composição química dos diferentes tipos de agregados, o tipo de vegetação é preponderante, principalmente pela ação mecânica das raízes e/ou pela excreção de substâncias com ação cimentante (Bronick & Lal, 2005).

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da vegetação arbórea e de gramíneas nas vias de formação e estabilidade dos agregados do solo, bem como nos atributos químicos e nas frações de carbono orgânico de agregados fisiogênicos e biogênicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área denominada Arvoredo do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada no município de Seropédica, RJ, a 22° 45' S e 43° 41' W, e à altitude de 33 m. O clima da região é tropical úmido Aw, de acordo com a classificação de Köppen e a pluviosidade anual média é de aproximadamente 1300 mm com temperatura média anual de 23 °C. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (Santos et al., 2018), localizado em área com relevo suave ondulado, utilizado como espaço de recreação, preservação e manutenção da fauna e flora. Em função de sua finalidade toda a área do Jardim Botânico é constantemente roçada e limpa com a retirada da grama cortada e de resíduos de podas das árvores, quando necessário.

Para o estudo foram selecionadas 8 áreas amostrais, à saber: 4 áreas sob influência de diferentes espécies arbóreas escolhidas aleatoriamente, Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata*), Monguba (*Pachira aquática*), Seringueira (*Hevea brasiliensis*) e Camboatá (*Matayba guianensis*); e 4 áreas adjacentes as árvores ocupadas com diferentes espécies da família *Poaceae*, com predomínio de distintas espécies de *Brachiarias* (*Urocloa* sp.), capim Rabo-de-burro (*Andropogon bicornis* L.) e grama

Batatais (*Paspalum notatum*). Cada área amostral corresponde a uma repetição por cobertura vegetal (árvores e gramíneas).

A amostragem foi realizada nas camadas de 0-5 e 5-10 cm de profundidade, em dezembro de 2017. Em cada camada foram coletadas 5 amostras simples indeformadas, compondo uma amostra composta por área amostral, totalizando 16 amostras. Após a coleta, as amostras foram submetidas a tamisação com conjunto de peneiras de 9,7 e 8,0 mm, ainda no campo, sendo os agregados retidos nesse intervalo utilizados para a identificação das vias de formação. Os agregados foram secos ao ar e posteriormente pesados.

A contribuição relativa, em massa, de cada tipo de agregado foi determinada com a pesagem de 100 g de cada amostra de agregados. Após a pesagem, estes foram examinados sob lupa binocular e separados manualmente conforme metodologia adaptada por Pulleman et al. (2005) a partir dos padrões morfológicos estabelecidos por Bullock et al. (1985). Estes foram classificados em: fisiogênicos (via fisiogênica), e agregados biogênicos (via biogênica) (Figura 1).

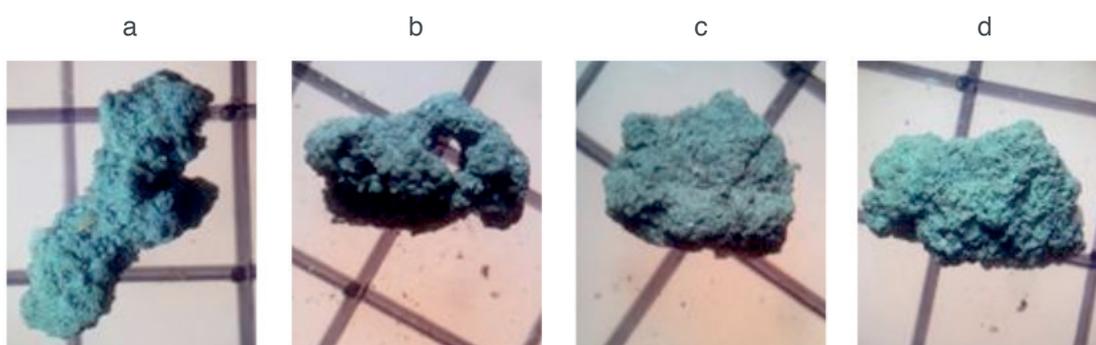


Figura 1. Agregados biogênicos sob as espécies arbóreas (a) e sob influência das espécies da família *Poaceae* (b); agregados fisiogênicos sob as espécies arbóreas (c) e sob influência das espécies da família *Poaceae* (d).

Foto: Autor.

Após a separação, uma parte das amostras de cada classe de agregados foi submetida à análise de estabilidade em água, utilizando-se a técnica de tamisação vertical, no aparelho de Yooder. A partir da massa de agregados foi calculado o diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados segundo Teixeira et al. (2017).

Outra parte foi destinada a caracterização dos atributos químicos e do carbono orgânico total (COT). Esta foi destorroada e passada por peneira de 2,00 mm de diâmetro de malha, obtendo-se assim a terra fina seca ao ar (TFSA). Neste material foram determinados os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Al^{3+} , H^+ , Al , P e pH em água segundo Teixeira et al. (2017). Os teores de COT foram determinados por oxidação via úmida segundo Yeomans & Bremner (1988). O carbono lábil (CL) foi quantificado via oxidação com solução de KMnO_4 0,02 mol L^{-1} segundo o método “POXC” descrito por Weil et al. (2003). O fracionamento granulométrico foi realizado segundo Cambardella & Elliott (1992). O nitrogênio total (NT) dos agregados do solo foi determinado pelo

método de combustão a seco, em analisador elementar Perkin Elmer 2400 CHN (Nelson & Sommers, 1996; Sato et al., 2014).

Os resultados foram submetidos a análise descritiva (média e erro padrão, com n=4), uma vez que, este é um estudo mensurativo, realizado com o uso de pseudorepetições, e não atende aos pressupostos de um experimento convencional.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A agregação do solo foi influenciada pela cobertura vegetal, com predomínio de agregados biogênicos em relação aos fisiogênicos na área de vegetação arbórea nas duas camadas avaliadas (Figura 2a). Na área de ocorrência das espécies da família poácea foi verificada similaridade entre os tipos de agregados na camada de 0-5 cm no solo, e predomínio dos fisiogênicos sobre os biogênicos na camada de 5-10 cm. Na camada de 0-5 cm, na área das espécies arbóreas, os agregados biogênicos predominaram com 70,5%, em relação aos fisiogênicos com 29,5%. Na camada de 5-10 cm, sob as mesmas espécies, os agregados biogênicos apresentaram participação de 63% e os fisiogênicos 37%. Na área de poáceas foi observada uma distribuição uniforme para os agregados biogênicos e fisiogênicos na camada de 0-5 cm, com 49,5% para os biogênicos e 50,5% para os fisiogênicos, e predomínio dos fisiogênicos em relação aos biogênicos na camada de 5-10 cm, com 37,5% para os biogênicos e 62,5% para os fisiogênicos.

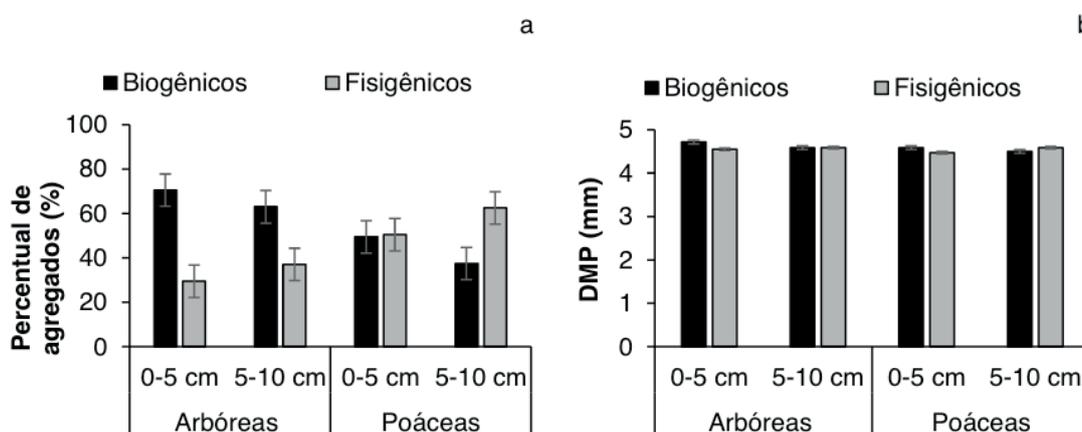


Figura 2. Proporção de agregados biogênicos e fisiogênicos (a) e diâmetro médio ponderado DMP (b) dos agregados de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, sob influência de diferentes coberturas vegetais nas camadas de 0-5 e 5-10 cm profundidade.

Médias de 4 repetições com as barras dos erros padrão.

O predomínio de agregados biogênicos nas áreas sob a vegetação arbórea pode ser decorrente de um aporte maior e constante de matéria orgânica das espécies arbóreas em comparação às poáceas. Além disso, o sombreamento das árvores forma um microclima que favorece a preservação da umidade do solo. Essa condição

beneficia a atuação da fauna do solo, a qual influencia diretamente na formação e estabilização da agregação do solo, favorecendo a via de formação dos agregados biogênicos (Rilling & Mummey, 2006; Brady & Weil, 2013). A manutenção da umidade de forma mais constante sob as copas das árvores reduz a amplitude dos ciclos de secagem e umedecimento do solo, desfavorecendo a via de formação dos agregados fisiogênicos em detrimento aos biogênicos (Brady & Weil, 2013).

Padrão similar ao observado nesse estudo, maiores valores de agregados biogênicos em área sob vegetação arbórea e sem manejo agrícola também foram observados por Fernandes et al. (2017), avaliando fragmentos da mata Atlântica em diferentes estádios de regeneração. Estes autores também verificaram que os agregados biogênicos apresentaram valores de estoque de carbono orgânico total (COT) superiores aos fisiogênicos, reforçando a hipótese de que a adição permanente de matéria orgânica é um dos fatores preponderantes na gênese dos agregados biogênicos.

Não foi observada diferença para os valores de estabilidade de agregados (DMP) em função das vias de formação ou tipo de cobertura vegetal (Figura 2b). Os valores de DMP quantificados foram superiores a 4 mm, o que indica elevada estabilidade dos agregados tanto para os biogênicos quanto para os fisiogênicos, independentemente das espécies vegetais. Os valores de DMP dos agregados biogênicos e fisiogênicos observados neste estudo são corroborados pelos encontrados por Rossi et al. (2016) avaliando diferentes sistemas de manejo agroecológico, especialmente os resultados verificados no sistema agroflorestal. O padrão observado por Rossi et al. (2016) e o verificado nesse estudo demonstra os benefícios das espécies arbóreas e a ausência de revolvimento do solo em sua agregação. De acordo com Briedis et al. (2012) e Tivet et al. (2013) agregados com valores de DMP superiores a 2 mm indicam solos de boa qualidade e com condições físicas favoráveis no que diz respeito a aeração, infiltração e redistribuição de água e estabelecimento do sistema radicular das plantas.

Os atributos químicos do solo, avaliados apresentaram pequena variabilidade em relação aos tipos de agregados, bem como em função da vegetação (Tabela 1). Na camada de 0-5 cm destacam-se os teores de Ca^{+2} e P que foram maiores nos agregados biogênicos sob a vegetação arbórea em comparação aos verificados na área de poáceas. Na camada de 5-10 cm foram verificados valores similares para os atributos químicos similares entre os agregados biogênicos e fisiogênicos, independente da cobertura vegetal.

O aumento do teor de Ca^{2+} nos agregados biogênicos pode ser um dos fatores que favorecem a sua formação em comparação aos fisiogênicos. O Ca^{+2} atua como agente floculante favorecendo a união das partículas unitárias. Maiores valores de Ca^{2+} nos agregados biogênicos em comparação aos fisiogênicos foram observados por Loss et al. (2014), avaliando diferentes combinações de rotação de culturas em sistema de integração lavoura-pecuária e uma área de vegetação de cerrado. Os

autores verificaram ainda que todos os atributos químicos dos agregados biogênicos foram superiores em relação aos fisiogênicos.

COB VEG	BIO	FIS	BIO	FIS	BIO	FIS	BIO	FIS
	0-5 cm							
VEG	pH		Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺	
	H ₂ O				cmol _c dm ⁻³			
ARB	5,07	5,07	3,90	2,65	1,90	2,05	0,01	0,01
	±0,25	±0,08	±0,64	±0,61	±0,19	±0,25	±0,00	±0,00
POA	5,23	5,24	2,05	2,05	2,62	2,07	0,01	0,01
	±0,13	±0,11	±0,23	±0,33	±0,10	±0,17	±0,00	±0,00
ARB	Al ³⁺	H + Al		K ⁺		P		
			cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³	
ARB	0,10	0,08	11,70	10,85	0,08	0,06	17,25	12,95
	±0,02	±0,02	±0,84	±0,87	±0,01	±0,01	±1,16	±1,74
POA	0,08	0,12	9,16	8,62	0,05	0,04	9,60	10,55
	±0,01	±0,03	±0,18	±0,13	±0,01	±0,01	±0,97	±0,70
5-10 cm								
ARB	pH		Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺	
	H ₂ O				cmol _c dm ⁻³			
ARB	5,05	5,02	1,85	1,37	1,93	1,50	0,01	0,01
	±0,10	±0,15	±0,39	±0,15	±0,25	±0,24	±0,00	±0,00
POA	5,04	5,04	1,53	1,28	1,93	1,85	0,01	0,01
	±0,07	±0,18	±0,12	±0,15	±0,02	±0,24	±0,01	±0,00
ARB	Al ³⁺	H + Al		K ⁺		P		
			cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³	
ARB	0,11	0,13	10,52	9,69	0,04	0,04	10,08	10,08
	±0,04	±0,06	±0,91	±1,04	±0,00	±0,01	±1,26	±1,11
POA	0,16	0,16	7,84	7,47	0,03	0,03	9,21	8,88
	±0,01	±0,05	±0,82	±0,70	±0,00	±0,01	±0,24	±0,19

COV VEG: Cobertura vegetal; ARB: Espécies arbóreas; e POA: Família *Poaceae*.

Médias de 4 repetições e desvio padrão da média.

Tabela 1. Atributos químicos de agregados biogênicos (Bio) e fisiogênicos (Fis) de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, sob influência de diferentes coberturas vegetais nas camadas de 0-5 e 5-10 cm de profundidade.

Os teores NT e COT apresentaram variação em função da cobertura vegetal e do tipo de agregados do solo, sendo os maiores valores observados nos agregados biogênicos da camada superficial sob a vegetação arbórea (Figura 3 a, b). Na camada de 0-5 cm sob a vegetação arbórea o teor NT nos agregados biogênicos foi

de $3,76 \text{ g kg}^{-1}$, ao passo que nos agregados fisiogênicos foi de $2,56 \text{ g kg}^{-1}$. Na área de poáceas os teores de NT variaram de $1,67$ a $1,70 \text{ g kg}^{-1}$ nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente. Na camada de 5-10 cm sob a vegetação arbórea o teor NT nos agregados biogênicos foi de $1,88 \text{ g kg}^{-1}$, e nos agregados fisiogênicos $1,24 \text{ g kg}^{-1}$; sob as poáceas os valores foram $1,78$ e $1,87 \text{ g kg}^{-1}$ nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente.

Quanto aos teores COT, na camada de 0-5 cm, na área de vegetação arbórea foram observados valores da ordem de $44,7 \text{ g kg}^{-1}$ nos agregados biogênicos $34,1 \text{ g kg}^{-1}$ nos fisiogênicos. Na área de poáceas os teores de COT estiveram entre $32,8$ e $28,3 \text{ g kg}^{-1}$ nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente. Na camada de 5-10 cm na área de arbórea foram verificados teores de $31,1 \text{ g kg}^{-1}$ nos agregados biogênicos e $28,6 \text{ g kg}^{-1}$ nos fisiogênicos; já na área das poáceas os valores estiveram entre $25,5$ e $22,7 \text{ g kg}^{-1}$ nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente.

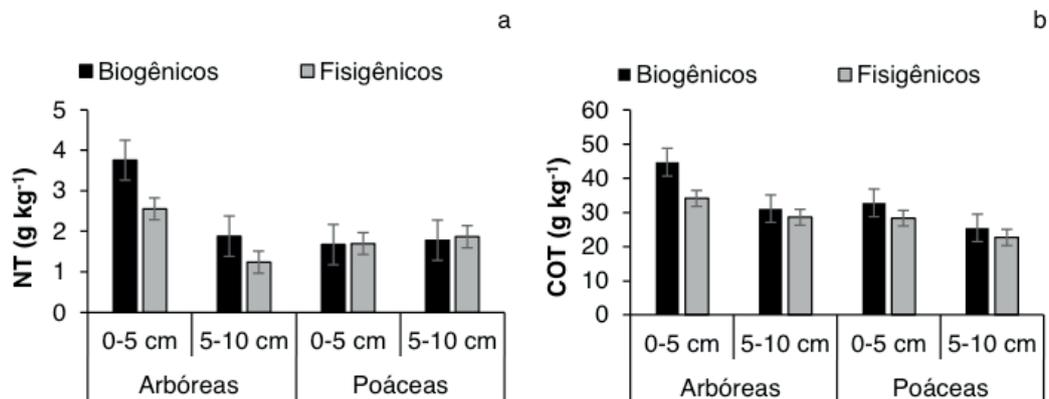


Figura 3. Nitrogênio total – NT (a), carbono orgânico total – COT (b) de agregados biogênicos e fisiogênicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, sob diferentes coberturas vegetais nas camadas de 0-5 e 5-10 cm de profundidade.

Médias de 4 repetições com as barras dos erros padrão.

Os resultados dos teores de NT e COT mostram que os agregados biogênicos favorecem o acúmulo de NT e COT, em relação aos fisiogênicos, especialmente na camada superficial do solo. A superioridade da via de formação dos agregados biogênicos em detrimento aos fisiogênicos associado aos maiores teores de NT e COT nestes agregados é um indicador de que a presença de espécies arbóreas é de fundamental importância para a conservação do solo e no estoque de carbono no solo.

O aporte de matéria orgânica constante pelas copas das árvores, associado à ciclagem de nutrientes e ao microclima formado pelas copas das árvores provavelmente sejam os fatores determinantes no aumento dos teores de NT e COT nestas áreas. Elevados teores de COT nos agregados biogênicos em relação aos fisiogênicos foi relatado por Batista et al. (2013); Loss et al. (2014); Silva Neto et al. (2016) e Fernandes et al. (2017), avaliando áreas com diferentes coberturas vegetais.

Quanto aos teores de carbono orgânico particulado (COp), carbono orgânico associado aos minerais (COam) e o carbono lábil (CL) verificou-se que os maiores valores ocorreram nos agregados biogênicos na área de vegetação arbórea na camada de 0-5 cm de profundidade (Figura 4 a, b, c). Na camada de 0-5 cm, sob a vegetação arbórea foram observados valores de 24,1 e 17,1 g kg⁻¹ de COp nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente; na camada de 5-10 cm os agregados biogênicos apresentaram valores de 13,7 g kg⁻¹ e os fisiogênicos de 10,0 g kg⁻¹ de COp.

Na área de poáceas na camada de 0-5 cm quantificaram-se valores de COp de 16,5 g kg⁻¹ nos agregados biogênicos e 15,1 g kg⁻¹ nos fisiogênicos. Para a camada de 5-10 cm o teor de COp esteve entre 13,1 e 8,9 g kg⁻¹ nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente. A superioridade dos valores de COp nos agregados biogênicos em comparação aos fisiogênicos observada neste estudo é um indicativo de que esta classe de agregados proporciona maior estabilização e proteção desta fração do carbono no solo em comparação aos agregados fisiogênicos.

Segundo Bayer et al. (2004), o acúmulo do COp torna-se maior em função do tempo de não revolvimento do solo, o que se observa por exemplo em área de sistema plantio direto. Valores de COp similares aos observados neste estudo foram verificados por Loss et al. (2014) em áreas sob floresta secundária e pastagem na região sudoeste do Paraná, ambas com mais de 30 anos de estabelecimento.

Para os valores de COam quantificou-se 20,6 g kg⁻¹ nos agregados biogênicos e 17,0 g kg⁻¹ nos agregados fisiogênicos na camada de 0-5 cm na área de vegetação arbórea. Já na camada de 5-10 cm nessa mesma área foram verificados valores entre 17,5 e 18,5 g kg⁻¹ de COam nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente. Sob as poáceas, na camada de 0-5 cm foram verificados 16,3 g kg⁻¹ de COam nos agregados biogênicos e 13,1 g kg⁻¹ nos agregados fisiogênicos, ao passo que na camada de 5-10 cm os valores de COam foram de 12,7 e 13,8 g kg⁻¹ nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente. Loss et al. (2014) afirmam que os elevados valores de COam em áreas de floresta secundária e pastagem são resultantes da constante adição de serapilheira na área de floresta secundária e em função da renovação do sistema radicular fasciculado na área de pastagem.

O CL nos agregados na área de arbóreas foi de 0,88 g kg⁻¹ nos biogênicos e 0,73 g kg⁻¹ nos fisiogênicos na camada de 0-5 cm de profundidade; na camada de 5-10 cm foram observados valores de 0,61 e 0,44 g kg⁻¹ de CL nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente. Na área de poáceas, o padrão observado para o CL foi de valores de 0,64 (via biogênica) e 0,61 g kg⁻¹ (via fisiogênica) na camada de 0-5 cm e 0,56 (biogênicos) e 0,61 g kg⁻¹ (fisiogênicos) na camada de 5-10 cm de profundidade.

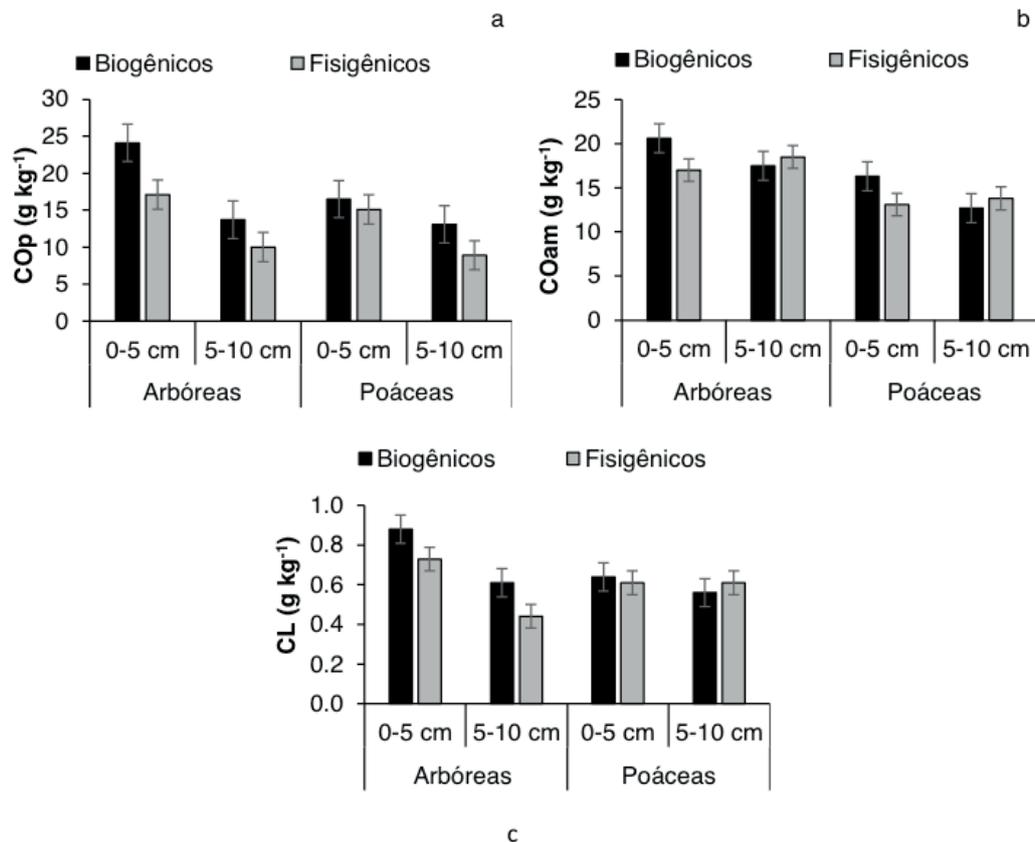


Figura 4. Carbono orgânico particulado – COp (a); carbono orgânico associado aos minerais – COam (b) e carbono lábil – CL (c) de agregados biogênicos e fisiogênicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, sob influência de diferentes coberturas vegetais nas camadas de 0-5 e 5-10 cm de profundidade.

Médias de 4 repetições com barras dos erros padrão.

Para as três frações de C avaliadas (COp, COam e CL) verificou-se que os maiores valores ocorreram nos agregados biogênicos da camada de 0-5 cm de profundidade na área de arbóreas. O aumento das três frações de C nos agregados biogênicos em relação aos fisiogênicos, associado ao fato de os agregados biogênicos predominarem no solo (Figura 2) reforça a hipótese de que o aporte constante de matéria orgânica e a ação dos organismos decompositores em função do microclima proporcionado pelo sombreamento das árvores favorece a via de formação dos agregados biogênicos.

Os resultados indicam que a gênese de agregados biogênicos, principalmente nas áreas sob espécies arbóreas, favoreceu a proteção e estabilização do carbono e nitrogênio do solo, assim como se apresentam como potenciais reservatórios de nutrientes e das três frações de carbono avaliadas.

4 | CONCLUSÃO

As espécies arbóreas favorecem a via de formação de agregados biogênicos em relação as poáceas, principalmente na camada superficial do solo.

O DMP dos agregados não é influenciado pelo tipo de agregado, nem tampouco pela vegetação arbórea e espécies da família *Poaceae*.

Os agregados biogênicos do solo sob espécies arbóreas favorecem a estabilização e proteção do NT, COT, COp, COam e CL em relação aos agregados fisiogênicos.

REFERÊNCIAS

- BATISTA, I.; CORREIA, M.E.F.; PEREIRA, M.G.; BIELUCZYK, W.; SCHIAVO, J.A.; MELLO, N.A. Caracterização dos agregados em solos sob cultivo no cerrado, MS. **Semina. Ciências agrárias**, 33:1-10, 2013.
- BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39:677-683, 2004.
- BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 790p.
- BRIEDIS, C.; SÁ, J.C.M.; CAIRES, E.F.; NAVARRO, J.F.; INAGAKI, T.M.; BOER, A.; NETO, C.Q.; FERREIRA, A.O.; CANALLI, L.B.; SANTOS, J.B. Soil organic matter pools and carbon-protection mechanisms in aggregates classes influenced by surface liming in a no-till system. **Geoderma**, 170:80-88, 2012.
- BRONICK, C.J.; LAL, R. Soil structure and management: a review. **Geoderma**, 124:3-22, 2005.
- BRUSSAARD, L.; PULLEMAN, M.M.; OUÉDRAOGO, É.;MANDO, A.; SIX, J. Soil fauna and soil function in the fabric of the food web. **Pedobiologia**, 50:447-462, 2007.
- BULLOCK, P.; FEDEROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G.; TURSINA, T. **Handbook for soil thin section description**. Albrighton, England: Waine Research Publications. 1985. 152p.
- CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOTT, E.T. Particulate soil organicmatter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of American Journal**, 56:777-783, 1992.
- FERNANDES, J.C.F.; PEREIRA, M.G.; SILVA NETO, E.C.D.A.; CORREA NETO, T. A. Characterization of biogenic, intermediate and physicogenic soil aggregates of areas in the Brazilian Atlantic Forest. **Revista Caatinga**, 30:59-67, 2017.
- LOSS, A.; PERERIA, M.G.; COSTA, E.L.; BEUTLER, S.J. Soil fertility, physical and chemical organic matter fractions, natural ^{13}C and ^{15}N abundance in biogenic and physicogenic aggregates in areas under different land use systems. **Soil Research**. 52:685-697, 2014.
- NELSON, D.W.; SOMMERS, L.E. Total carbono, orgânico carbono and organic matter. p. 961-1010. In: BLACK, C.A., ed. **Methods of soil analysis**. Part 3. Chemical methods. Soil Science of America and American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, 1996.
- OKSANEN, J., BLANCHET, F. G., KINDT, R., LEGENDRE, P., MINCHIN, P. R., O'HARA, R. B. & WAGNER, H. **Vegan: Community ecology package**. R package version, 117-118, 2011.
- PULLEMAN, M.M.; SIX, J.; MARINISSEN, J.C.Y.; JONGMANS, A.G.; Earthworms and management affect organic matter incorporation and microaggregate formation in agricultural soils. **Applied Soil Ecology Amsterdam**, 29:1-15, 2005.

RIBEIRO, M.R.; OLIVEIRA, L.B.; ARAÚJO FILHO, J.C. **III Caracterização morfológica do solo**. In: KER, J.C.; CURTI, N.; SCHAEFER, C.E.G.; VIDAL-TORRADO, P. *Pedologia: fundamentos*. Visoça, MG: SBCS, 2012.

RILLING, M.C.; MUMMEY, D.L. Mycorrhizas and soil structure. **New Phytol.**171:41-53, 2006.

ROSSI, C.Q.; PEREIRA, M.G.; MOURA, O.V.T.; ALMEIDA, A.P.C. Vias de formação, estabilidade e características químicas de agregados em solos sob sistemas de manejo agroecológico, *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 51:1677-1685, 2016.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.

SATO, J.H.; FIGUEIREDO, C.C.; MARCHAO, R.L.; MADARI, B.E.; BENEDITO, L.E.C.; BUSATO, J.G.; SOUZA, D.M. Methods of soil carbon determination in Brazilian savannah soil. **Scientia Agrícola**, Brasília, 71:302-308, 2014.

SILVA NETO, L. F; PEREIRA, M.G; FERNANDES, J. C. F; CORRÊA NETO, T. A. Formação de agregados e matéria orgânica do solo sob diferentes tipos de vegetação na Floresta Atlântica do Sudeste do Brasil. **Semina: Ciência agrárias**. Londrina, 37:3927-3940, 2016

SILVA NETO, L.F; SILVA, I.F; INDA, A.V; NASCIMENTO, P.C; BORTOLO, L. Atributos físicos e químicos de agregados pedogênicos e de coprólitos de minhocas em diferentes classes de solos da Paraíba. **Ciência Agrotécnica**. 4:1365-1371, 2010.

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. (Org.). **Manual de métodos de análise de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573p.

TIVET, F.; SÁ, J.C.M.; LAL, R.; BRIEDIS, C.; BORSZOWSKI, P.R.; SANTOS, J.B.; FARIAS, A., EURICH, G.; DA CRUZ HARTMAN, D.; JUNIOR, M.N. Aggregate C depletion by plowing and its restoration by diverse biomass-C inputs under no-till in sub-tropical and tropical regions of Brazil. **Soil and tillage research**, 126:203-218, 2013.

WEIL, R.R.; ISLAM, K.R.; STINE, M.A.; GRUVER, J.B.; SAMSON-LIEBIG, SE. Estimativa de carvão activo para a avaliação da qualidade do solo: um método simplificado para laboratório e campo uso. **American Journal of Alternative Agriculture**. 18:3-17, 2003.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. **A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil**. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 19:1467-1476, 1988.

ATRIBUTOS DO SOLO CONDICIONANTES DO PROCESSO EROSIVO

Carlos Roberto Pinheiro Junior

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ), Seropédica - RJ

Nivaldo Schultz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ), Seropédica - RJ

Marcos Gervasio Pereira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ), Seropédica - RJ

Wilk Sampaio de Almeida

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Estado de Rondônia (IFRO),
Colorado do Oeste - RO

João Henrique Gaia-Gomes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ), Seropédica - RJ

RESUMO: A erosão é o processo de desprendimento, arraste e transporte de partículas do solo por ação da chuva ou do vento e constitui-se na principal causa da degradação das terras agrícolas. A estimativa das perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica por modelos como a Universal Soil Loss Equation - USLE (Equação Universal de Perdas de Solo) é imprescindível para o adequado planejamento de uso das terras. Dentre os fatores da USLE, a erodibilidade (Fator K) expressa a susceptibilidade natural do solo à ação erosiva e relaciona-se principalmente aos atributos

intervenientes na capacidade de infiltração e de armazenamento de água no solo e das forças de resistência do solo à ação da chuva e do escoamento superficial. O objetivo desse estudo foi discutir a influência dos atributos físicos, químicos e mineralógicos na erodibilidade, assim como as modificações promovidas pelo manejo. Solos com elevados teores de silte e/ou areia fina possuem alta erodibilidade, pois apresentam baixos teores de propriedade colóides e são pouco resistentes ao transporte pela enxurrada. A ação cimentante da matéria orgânica e dos óxidos de ferro favorece a formação de agregados estáveis, reduzindo a erodibilidade. Os principais atributos relacionados à erodibilidade e modificados pelas práticas de manejos são: o conteúdo de carbono orgânico, a densidade do solo, a estabilidade dos agregados, a porosidade (especialmente macroporos), que por sua vez modificam a condutividade hidráulica, a taxa de infiltração da água no solo e a sua permeabilidade. No Brasil, ainda existem poucos estudos relacionando os atributos do solo à erodibilidade, o que indica a necessidade de desenvolvimento de mais estudos com esse enfoque.

PALAVRAS-CHAVE: Erodibilidade; Susceptibilidade à erosão; Infiltração da água no solo; Compactação.

ABSTRACT: Erosion is the process of detachment, dragging and transport of soil particles by rain or wind and is the main cause of land agricultural degradation. Estimation of soil, water, nutrient and organic matter losses by models such as the Universal Soil Loss Equation (USLE) are essential for proper land use planning. Among the USLE factors, erodibility (Factor K) expresses the soil's natural susceptibility to erosive action and is mainly related to the attributes involved in soil water infiltration and storage capacity and soil resistance forces to soil action rain and runoff. The objective of this study was to discuss the influence of physical, chemical and mineralogical attributes on soil erodibility, as well as the modifications caused by management. Soils with high levels of silt and/or fine sand have high erodibility, as they have no colloidal property and are poorly resistant to runoff. The cementing action of iron oxides favors the stable aggregates formation, reducing erodibility. The main attributes related to erodibility and modified by management practices are organic carbon content, bulk density, aggregate stability, porosity (especially macropores), which in turn modify hydraulic conductivity, water infiltration rate and soil permeability. In Brazil, there are still few studies relating soil attributes to erodibility.

KEYWORDS: Erodibility; Erosion susceptibility; Soil water infiltration; Compaction.

1 | INTRODUÇÃO

A erosão é o processo de desprendimento e arraste das partículas do solo, seja pela ação da água ou do vento, e constitui a principal causa de degradação das terras agrícolas (Pruski, 2009). A erosão pode ser dividida em geológica, manifestando-se como um processo natural de modificação da crosta terrestre, reconhecida apenas com o decorrer de longos períodos (Bertoni & Lombardi Neto, 2014), equilibrando-se com a taxa de formação do solo; ou antrópica (acelerada), quando as taxas de perda de solo ultrapassam níveis naturais, decorrentes do manejo inadequado dos mesmos.

Diversos são os problemas resultantes da erosão dos solos, como a perda de solo, água e nutrientes; redução na penetração de raízes e armazenamento de água; diminuição do potencial agrícola das terras para produção agropecuária; assoreamento, riscos de enchentes e poluição de rios, lagos e açudes (Jorge & Guerra, 2013).

As consequências da adoção de práticas de manejo nas quais o solo é constantemente revolvido e sua estrutura é destruída são a intensificação dos processos erosivos e a perda acentuada de nutrientes como P, K, Ca e Mg, o que eleva os custos da produção agrícola (Bertol et al., 2007). A erosão hídrica também é responsável por perdas de carbono orgânico, que por sua vez influencia em diversos processos, como a diversidade e atividade da biota, formação e estabilização dos agregados, infiltração e retenção da água no solo (Shukla et al., 2006; Loss et al., 2014).

O adequado manejo do solo para minimizar o processo erosivo depende do entendimento da interação de diversos mecanismos de ordem química, física, hidrológica e meteorológica, e diante da importância dos impactos econômicos e ambientais causados, a quantificação das taxas de erosão e sedimentação associadas aos tipos de manejo são relevantes para a estimativa das perdas, embora essas determinações possam ser onerosas e demoradas (Amorim et al., 2009).

Os distintos modelos desenvolvidos para a estimativa das taxas de erosão são importantes para o planejamento das práticas conservacionistas de manejo a serem adotadas nas áreas agrícolas. Para o melhor entendimento dos processos de desprendimento, transporte e deposição de partículas do solo, as primeiras pesquisas experimentais, nos Estados Unidos, consideravam o efeito de diferentes fatores como a chuva, o comprimento e a declividade da encosta, as características inerentes ao próprio solo, as práticas de conservação e as condições de uso e manejo dos solos (Amorim et al., 2009).

Dentre esses modelos de previsão de perda de solos, os empíricos são de maior aplicabilidade, embora sejam criticados por causa de algumas parametrizações sobre a dinâmica do sistema e a heterogeneidade da contribuição de cada fator relacionado ao processo erosivo (Merritt et al., 2003). A *Universal Soil Loss Equation - USLE* (Equação Universal de Perdas de Solo) é um dos modelos empíricos mais conhecidos e utilizados no mundo; nesse, os processos físicos envolvidos, como o desprendimento e transporte de partículas de solo são desconsiderados e apenas são discriminadas a influência dos fatores envolvidos no processo erosivo como chuva, comprimento e declividade da encosta, erodibilidade, uso e manejo do solo práticas conservacionistas adotadas (Amorim et al., 2009).

A erodibilidade expressa, quantitativamente, a suscetibilidade do solo à ação dos processos erosivos (Wischmeier & Smith, 1978), e constitui o fator K da USLE. A erodibilidade resulta da interação entre os atributos físicos, químicos, mineralógicos e biológicos do solo, influenciada sobretudo por aqueles que afetam a capacidade de infiltração, a permeabilidade do solo e sua capacidade de resistir ao desprendimento e transporte de partículas pela chuva e enxurrada (Wischmeier & Smith, 1978; Eduardo et al., 2013).

O primeiro método para estimativa da erodibilidade foi proposto por Wischmeier et al. (1971), em que foram combinadas propriedades físicas como granulometria, tipo de estrutura, classe de permeabilidade, e conteúdo de matéria orgânica resultando na construção de um nomograma, posteriormente adaptado e equacionada por Wischmeier e Smith (1978) (Eduardo et al., 2013). Para melhoria da estimativa da erodibilidade em solos sob clima tropical, Denardin (1990) propôs uma equação que considera a influência de atributos mineralógicos como teor de óxidos de ferro e alumínio, devido à sua atuação na floculação de partículas e agregação do solo.

Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi discutir a influência dos principais atributos físicos, químicos e mineralógicos relacionados à erodibilidade, e suas

implicações no planejamento do manejo conservacionista.

2 | PRINCIPAIS ATRIBUTOS RELACIONADOS À ERODIBILIDADE

2.1 Textura

Os solos com elevados teores de silte e areia muito fina possuem maior tendência de aumentar a erodibilidade, havendo redução paralelo ao aumento dos teores de areia muito grossa e de argila. Essa redução na erodibilidade decorrente da maior participação dessas frações ocorre devido à ação cimentante das partículas de argila, favorecendo a formação e estabilização dos agregados do solo, e a maior massa das partículas de areia, dificultando assim o seu arraste pela enxurrada (Wischmeier et al., 1971).

Os solos das regiões de clima semiárido do Nordeste do Brasil, quando se encontram em processo de desertificação, possuem várias características que os tornam mais susceptíveis aos processos erosivos, tais como elevados teores das frações silte e areia fina, pois essas não possuem propriedades coloidais e massa suficiente para favorecer a organização das partículas primárias do solo e resistir ao arraste pela enxurrada, respectivamente (Ribeiro et al., 2009). Para os autores, os elevados teores de sódio nessas regiões favorecem a dispersão das partículas de argila (Lima & Andrade, 2001).

A erodibilidade e a tolerância de perda dos solos são também alteradas pela relação textural entre os horizontes subsuperficiais e superficiais, conforme constatado para solos do Estado de São Paulo utilizando-se a equação de Boyocus (Bertoni & Lombardi Neto, 2014). Os autores verificaram menores valores de erodibilidade e maior tolerância as perdas de solo em Latossolos, Cambissolos, Nitossolos e Neossolos com relação textural igual ou inferior a 1,20. Valores elevados de relação textural, e também muitas vezes a presença de mudança abrupta ou transições abruptas (Santos et al., 2018), indicam solos altamente susceptíveis aos processos erosivos, pela rápida saturação dos horizontes superficiais, o que favorece o fluxo lateral da água ao longo da encosta e intensifica as perdas de solo (Arraes et al., 2010).

2.2 Mineralogia

Os atributos mineralógicos do solo interferem na erodibilidade principalmente pela ação cimentante dos óxidos de Fe e Al, que formam agregados de maior estabilidade e aumentam a capacidade do solo em resistir à erosão (valores baixos de erodibilidade), conforme correlação altamente significativa entre os teores de Feo (ferro extraído por oxalato de amônio ácido) e os valores de erodibilidade em Latossolos do Rio Grande do Sul (Nunes e Cassol, 2008).

A redução da macroporosidade e da porosidade total e o aumento da densidade

do solo também podem também ser influenciados pela composição mineralógica do solo, conforme verificado em Latossolo Vermelho caulínico em comparação a um Latossolo Vermelho caulínico-oxídico (Centurion et al., 2007), devido ao arranjo da caulinita que apresenta uma estrutura de predomínio de dimensões no eixo horizontal, contribuindo para a redução da porosidade (Ferreira et al., 1999), enquanto em solos oxídicos a formação de microagregados promove maior proporção de poros grandes e menor densidade do solo (Beutler et al., 2002).

Outro fator é a presença de elevados teores de argilas silicatadas do tipo 2:1, que ao se expandirem e contraírem-se alteram abruptamente a condutividade hidráulica e, conseqüentemente a permeabilidade do solo, podendo favorecer um maior escoamento superficial.

2.3 Horizontes coesos

Dos atributos morfológicos do solo, a presença de horizontes coesos altera significativamente a erodibilidade, pois modifica vários atributos físicos do solo. Segundo Jacomine (1996), os solos com horizontes coesos (ocorrem principalmente na unidade geomorfológica dos Tabuleiros Costeiros), são predominantemente formados a partir de sedimentos da Formação Barreiras, apresentando elevados teores de caulinita, consistência friável quando úmidos e forte coesão quando secos.

Em estudo realizado com Latossolo Amarelo de Tabuleiro Costeiro em Alagoas, Silva e Carvalho (2007) verificaram diversas modificações nos atributos físicos ao compararem os horizontes coesos (BA) e não coesos (Bw). Apesar de apresentarem a mesma classe textural, no horizonte coeso houve predomínio de argila fina com elevada superfície específica e maior força de atração entre as partículas, permitindo maior organização das mesmas, observando-se assim o aumento na densidade do solo. Esse padrão pode ser atribuído ao arranjo de forma laminar das partículas de caulinita (Ferreira et al., 1999).

Solos com horizonte coeso possuem um pequeno intervalo de equilíbrio entre as forças de coesão e adesão (faixa de friabilidade) (Silva & Carvalho, 2007), o que dificulta o seu manejo e a sua mecanização. Além disso, a maior coesão dificulta a penetração das raízes das plantas, que tendem a crescer lateralmente (Lima et al., 2004), condição que também restringe o fluxo vertical da água, reduz a permeabilidade do solo e pode elevar os riscos associados à erosão.

2.4 Matéria orgânica

O conteúdo de carbono orgânico do solo está diretamente relacionado à estabilidade da estrutura (agregados) e é fortemente influenciado pelo sistema de manejo do solo adotado (Almeida et al., 2016). Os sistemas conservacionistas de manejo do solo preconizam a adição de matéria orgânica e o não revolvimento do solo, a manutenção da arquitetura dos poros, devido ao aporte de raízes das culturas.

Segundo Loss et al. (2014), culturas com sistema radicular bem desenvolvido são capazes de explorar maiores profundidades do solo e aportar matéria orgânica via rizo-deposição e morte das suas raízes. Associado a isso, a ação da fauna do solo na fragmentação desses resíduos e na formação de galerias é favorecida, influenciando a aeração do solo, a taxa de infiltração da água e as trocas gasosas.

Adicionalmente, a manutenção da palhada na superfície do solo protege os agregados contra os impactos diretos das gotas de chuva, dissipa a energia dessas e reduz o salpicamento e a deposição das partículas nos poros superficiais (formação do selamento superficial), o que diminuiria drasticamente a taxa de infiltração da água, intensificando a erosão do solo (Valim et al., 2016).

Em áreas com rotação de culturas em sistema de plantio direto (SPD) (sem braquiária) e SPD associado à integração Lavoura-Pecuária (ILP), Loss et al. (2011), quantificaram maiores valores de diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados em área de ILP. Os autores afirmam que o sistema radicular da braquiária favoreceu a agregação do solo na área com uso dessa cultura.

Sistemas de manejo que favorecem a estabilidade da estrutura do solo em que são observados maiores valores de DMP e DMG minimizam as perdas de solo por erosão devido à boa agregação do solo, que aumenta a porosidade e a infiltração da água. Conseqüentemente o volume da enxurrada é reduzido, mesmo em condições de elevadas precipitações (Almeida et al., 2016; Valim et al., 2016).

2.5 Densidade e porosidade do solo

Entre os atributos físicos do solo que mais afetam a erodibilidade destacam-se a densidade do solo (D_s), a macro e microporosidade e a porosidade total, que são alterados por práticas de manejo adotadas (Lanzanova et al., 2007; Almeida et al., 2016; Valim et al., 2016). Esses atributos, em especial a macroporosidade, interferem diretamente na taxa de infiltração da água no solo e respondem significativamente as alterações no manejo (Valim et al., 2016).

Avaliando os atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto, Lanzanova et al. (2007), constataram aumento da D_s com o maior permanência dos bovinos na área e maior compactação na camada de 0,00-0,05 m. A redução no intervalo de pastoreio de 28 para 14 dias diminuiu significativamente a porosidade total do solo e a macroporosidade a valores inferiores ao limite crítico em todas as camadas (0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15m), aumentando o risco de deficiência de oxigênio às raízes, e reduzindo a continuidade dos poros e a permeabilidade do solo.

Segundo os mesmos autores, o padrão do sistema radicular pivotante da soja favoreceu o aumento da macroporosidade do solo em comparação com a cultura do milho, e apesar do menor aporte de matéria seca adicionada ao solo, houve uma melhoria nas taxas de infiltração da água.

A porosidade total e a distribuição de poros, estão diretamente relacionadas com a condutividade hidráulica saturada (K_{sat}), que por sua vez controla o fluxo de água no solo e a permeabilidade. Em solos de textura arenosa, tendem a se formarem poros de maior tamanho (macroporos), que facilitam o fluxo da água, contudo, a K_{sat} também é fortemente influenciada pela estrutura do solo. De acordo com Mesquita e Moraes (2004), solos de textura argilosa com estrutura bem desenvolvida, possuem K_{sat} similar a solos de textura arenosa.

3 | UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION - USLE (EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLO)

A Equação Universal de Perdas de Solo é um dos modelos mais conhecidos e utilizados para estimar a erosão entressulcos e no sulco, no qual são considerados os principais fatores envolvidos no processo erosivo como o clima, o solo, a topografia e o uso e o manejo do solo (Amorim et al., 2009). Essa equação foi proposta a partir da análise de estudos e observações de campo de longo período desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, sigla em inglês), do Serviço de Pesquisa Agrícola (ARS), do Serviço de Conservação do Solo (SCS) e da Universidade de Purdue, resultando na publicação do Agriculture Handbook 537: Predicting Rainfall Erosion Losses (Wischmeier & Smith, 1978).

A USLE é expressa por: $PS = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$, em que: PS é a perda de solo média anual ($t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); R é o fator erosividade ($MJ \text{ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); K é o fator erodibilidade ($t \text{ ha h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1} \text{ ha}^{-1}$); L é o fator de comprimento de encosta (m) S é o fator de declividade de encosta (%); C é o fator uso e manejo do solo (adimensional); e P é o fator práticas conservacionistas (adimensional).

3.1 Fator R - Erosividade

A chuva é considerada como o fator responsável pela energia necessária para ocorrência da erosão hídrica, tendo em vista que a ação direta das gotas de água sobre a superfície do solo favorece a formação do selamento superficial e conseqüentemente intensifica o escoamento superficial (Almeida et al., 2016; Valim et al., 2016). Esse fator considera o potencial erosivo da chuva, por meio do cálculo da sua energia cinética e sua intensidade máxima no período de 30 minutos consecutivos (EI30) (Wischmeier & Smith, 1978).

3.2 Fator K - Erodibilidade

A erodibilidade é a susceptibilidade do solo à ação dos processos erosivos (Wischmeier & Smith, 1978), o qual depende da interação de atributos físicos, químicos e mineralógicos (textura, tipo de estrutura, classe de permeabilidade e teor de matéria

orgânica), que influenciam diretamente a capacidade de infiltração e o armazenamento de água, a permeabilidade e a capacidade de resistir ao desprendimento e ao arraste de partículas (Wischmeier & Smith, 1978).

3.3 Fator LS - Comprimento e Declividade da Encosta

Assim como a erosividade, o fator topográfico (LS) também é considerado um agente ativo nos processos erosivos, pois controla toda a dinâmica da água na paisagem (Fanning & Fanning, 1989). O comprimento e a declividade da encosta atuam conjuntamente na intensificação da erosão hídrica, influenciando na distância percorrida e velocidade da enxurrada, e foram equacionados a partir de observações de parcelas padrão com 22,15 m de comprimento x 3,50 m de largura, em terço médio de encosta com 9% de declividade (Wischmeier & Smith, 1978).

3.4 Fator C - Uso e Manejo do Solo

O fator C da USLE representa o grau de proteção média à erosão de acordo com o tipo de uso (variando com a cultura e estágio de desenvolvimento da mesma) e manejo do solo. Os diferentes estágios de desenvolvimento da cultura modificam a cobertura do solo, tendo em vista que o aumento da área foliar com o crescimento da cultura proporciona maior proteção ao solo e minimiza as perdas de solo (Almeida et al., 2016). Por sua vez, o sistema de manejo e preparo do solo resultam em condições físicas superficiais e subsuperficiais distintas, intensificando as perdas de solo com o maior revolvimento do solo (Almeida et al., 2016).

3.5 Fator P - Práticas Conservacionistas

O fator P representa a relação das perdas de solo mensuradas em área com adoção de determinada prática conservacionista e as perdas com a cultura implantada no sentido do declive. As principais práticas conservacionistas são plantio em nível, plantio em faixas, terraceamento e capina em linhas alternadas (Wischmeier & Smith, 1978).

4 | ERODIBILIDADE DO SOLO E PRINCIPAIS MODELOS

Na USLE, o fator erodibilidade é determinado a partir de parcelas experimentais padronizadas, com 3,5 m de largura e 22,15 m de comprimento, com 9% de declividade, com preparo convencional do solo (uma aração e duas gradagens) no sentido do declive do terreno e mantido sem vegetação (descoberto), o que implica em fatores C e P iguais a 1 (Wischmeier & Smith, 1978).

Essa determinação direta apesar de maior confiabilidade na obtenção do valor K é bastante onerosa em função dos custos e logística de coleta de dados de perda de solo no campo seja por chuva natural ou simulada, principalmente quanto ao

recurso humano (Eduardo et al., 2013). Por isso, o uso dos modelos para estimativa da erodibilidade tornou-se estratégia interessante para diminuição de custos e tempo de obtenção dos resultados.

O nomograma proposto por Wischmeier et al. (1971) considera a relação entre as propriedades físicas do solo como percentagens de silte e areia muito fina, percentagem de areia com diâmetro entre 0,1 e 2 mm, estrutura e classe de permeabilidade, e teor de matéria orgânica para solos dos Estados Unidos da América, representado graficamente conforme Figura 1.

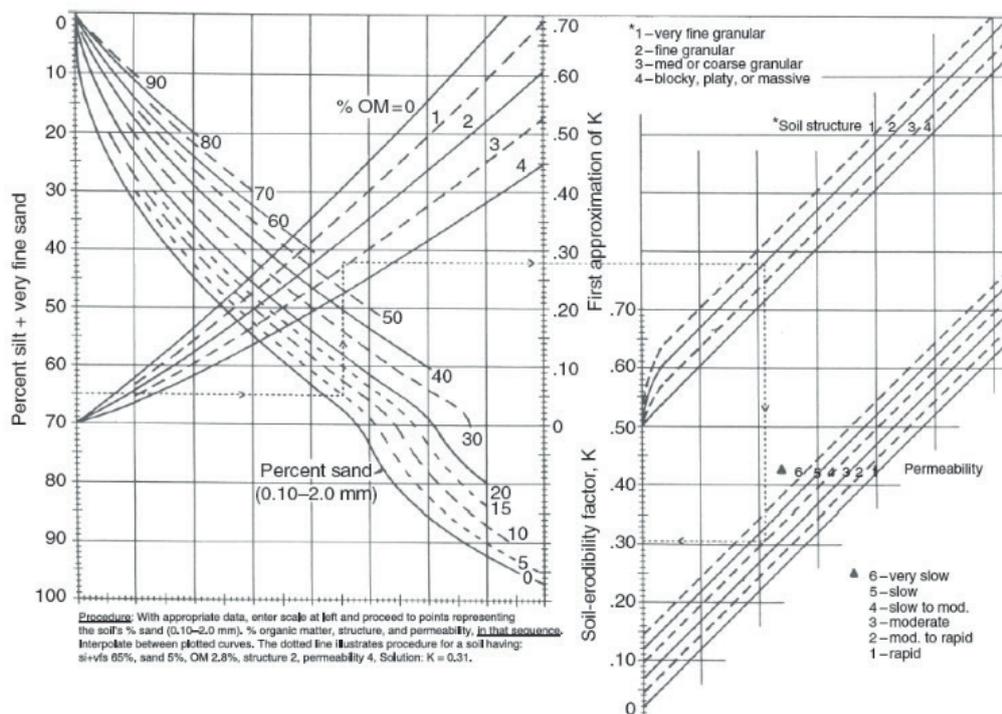


Figura 1: Nomograma proposto por Wischmeier et al. (1971).

As mesmas propriedades utilizadas na construção do nomograma (Figura 1) foram consideradas na equação desenvolvida por Wischmeier e Smith (1978), na qual o fator K é expresso por:

$$K = \{[2,110 - 4(12 - MO)M]1,14 + 3,25(s - 2) + 2,5(p - 3)\} / 100 \cdot 0,1318$$

em que: MO é o conteúdo de matéria orgânica (%); M representa a textura do solo; s é a classe de estrutura do solo (adimensional); e p representa a permeabilidade do perfil (adimensional).

O valor de M é obtido pelo seguinte cálculo: $M = (\% \text{ silte} + \% \text{ areia fina}) (100 - \% \text{ argila})$. Os valores de s e p foram definidos por Wischmeier et al. (1971), respectivamente como 1, 2, 3 e 4, para as estruturas do tipo granular muito fina, granular fina, granular média ou grossa e em blocos, laminar ou maciça, respectivamente; e 1, 2, 3, 4, 5 e 6, para permeabilidade rápida, moderada a rápida, moderada, lenta e muito lenta.

Entretanto, apesar da alta aplicabilidade desse método, a sua utilização para solos de regiões tropicais é restrita, principalmente pela diferença dos atributos mineralógicos. Denardin (1990) propôs uma equação para a estimativa da erodibilidade com base em dados de 31 solos brasileiros, considerando-se a permeabilidade do perfil, conteúdo de matéria orgânica e o diâmetro médio ponderado dos agregados do solo.

Nessa equação (Denardin, 1990) a erodibilidade é expressa por:

$$K = 7,48 \times 10^{-6} M + 4,48059 \times 10^{-3} P - 6,31175 \times 10^{-2} DMP + 1,039567 \times 10^{-2} R$$

em que: $M = (\% \text{ areia fina} + \% \text{ silte}) \times [(\text{areia fina} + \text{silte}) + \text{areia grossa}]$; $P =$ permeabilidade do perfil; $DMP = [(0,65 \times \text{areia grossa}) + (0,15 \times \text{areia fina}) + (0,0117 \times \text{silte}) + (0,00024 \times \text{argila})]/100$; $R = [\text{areia grossa} \times (\text{teor de matéria orgânica}/100)]$.

Todas as variáveis envolvidas nas equações de determinação dos valores K possuem relação direta com a taxa de infiltração e capacidade de armazenamento de água no solo, permeabilidade do perfil e resistência ao desprendimento e arraste das partículas.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A erodibilidade é diretamente influenciada por características do material de origem e do ambiente de formação devido à relação direta com a textura e mineralogia do solo. Essas atuam tanto na organização das partículas unitárias como na resistência do solo ao arraste pela enxurrada.

Os principais atributos relacionados à erodibilidade são intensamente alterados pelas práticas de manejos e estes, por sua vez, modificam a condutividade hidráulica, a taxa de infiltração da água e a permeabilidade do solo. Portanto, o uso de sistemas de manejo visando a melhoria dos atributos do solo é fundamental para diminuição das taxas de erosão.

A proposição de novos modelos de estimativa da erodibilidade do solo, devem considerar além da textura e matéria orgânica, atributos que são fortemente influenciados pelo manejo, como densidade do solo e distribuição de poros, que por sua vez, estão diretamente relacionados com o fluxo de água e conseqüentemente com a susceptibilidade a erosão.

É necessário que estudos sejam realizados avaliando a erodibilidade associada aos atributos do solo, pois grande parte das pesquisas realizadas associa os valores de erodibilidade em função das ordens de solo, o que nem sempre pode ser adequado em função da variabilidade dos atributos dentro de uma mesma ordem.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, W.S.; CARVALHO, D.F.; PANACHUKI, E.; VALIM, W.C.; RODRIGUES, S.A.; VARELLA, C.A.A. Erosão hídrica em diferentes sistemas de cultivo e níveis de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, p.1110-1119, 2016.
- AMORIM, R.S.S.; SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F. Principais modelos para estimar as perdas de solo em áreas agrícolas. In: PRUSKI, F.F. **Conservação de solo e água: Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2. ed. Viçosa - MG: Editora UFV, 2009. 74-107p.
- ARRAES, C.L.; BUENO, C.R.P.; PISSARRA, T.C.T.; Estimativa da erodibilidade do solo para fins conservacionistas na microbacia Córrego do Tijuco, SP. **Bioscience Journal**, v.26, p.849-857, 2010.
- BERTOL, I.; COGO, N.P.; SCHICK, J.; GUDAGNIN, J.C.; AMARAL, A.J. Aspectos financeiros relacionados às perdas de Nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.133-142, 2007.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 9ª ed. São Paulo: Ícone, 2014. 355 p.
- BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; SOUZA, Z.M.; ANDRIOLI, I. & ROQUE, C.G. Retenção de água em dois tipos de Latossolos sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.829-834, 2002.
- CENTURION, J.F.; FREDDI, O.S.; ARATANI, R.G.; METZNER, A.F.M.; BEUTLER, A.N.; ANDRIOLI, I. Influência do cultivo da cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos Vermelhos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.199-209, 2007.
- DENARDIN, J.E. **Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1990. 81p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola).
- EDUARDO, E.N.; CARVALHO, D.F.; MACHADO, R.L.; SOARES, P.F.C.; ALMEIDA, W.S. Erodibilidade, fatores cobertura e manejo e práticas conservacionistas em Argissolo Vermelho-amarelo, sob condições de chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.796-803, 2013.
- FANNING, D.S.; FANNING, M.C.B. **Soil morphology, genesis and classification**. John Wiley and Sons Inc.. 1989.
- FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B. & CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.515-524, 1999.
- JACOMINE, P.K.T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos tabuleiros costeiros. In: **Reunião Técnica Sobre Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros: "Pesquisa & Desenvolvimento para os tabuleiros costeiros"**, Cruz das Almas. Anais. Cruz das Almas, Embrapa/CPATC/CNPMPF/ IGUFAB, 1996. p.13-24, 1996.
- JORGE, M.C.O.; GUERRA, A.J.T. Erosão dos solos e movimentos de massa — recuperação de áreas degradadas com técnicas de bioengenharia e prevenção de acidentes. In: GUERRA, A.J.T.; JORGE, M.C.O. **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p.7-30, 2013.
- LANZANOVA, M.E.; NICOLOSO, R.S.; LOVATO, T.; ELTZ, F.L.F.; AMADO, T.J.C.; REINERT, D.J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1131-1140, 2007.
- LIMA, H.V.; SILVA, A.P.; JACOMINE, P.T.K.; ROMERO, R.E.; LIBARDI, P.L. Identificação e caracterização de solos coesos no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28,

p.467-476, 2004.

LIMA, P.M.P.; ANDRADE, H. Erodibilidade do solo e atributos de solos com B textural e B latossólico do Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.463-474, 2001.

LOSS, A.; COSTA, E.L.; PEREIRA, M.G.; BEUTLER, S.J. Agregação, matéria orgânica leve e carbono mineralizável em agregados do solo. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, v.113, p.1-8, 2014.

LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C.; GIACOMO, S.G.; PERIN, A. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração Lavoura-Pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1269-1276, 2011.

MERRITT, W.S.; LETCHER, R.A.; JAKEMAN, A.J. A review of erosion and sediment transport models. **Environmental Modelling & Software**, 2003.

NUNES, M.C.M.; CASSOL, E.A. Estimativa da erodibilidade em entressulcos de Latossolos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2839-2845, 2008.

PRUSKI, F.F. Prejuízos decorrentes da erosão hídrica e tolerância de perdas de solo. In: PRUSKI, F.F. **Conservação de solo e água: Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. 2. ed. Viçosa - MG: Editora UFV, 2009. 13-23p.

RIBEIRO, M.R.; SAMPAIO, E.V.S.B.; GALINDO, I.C.L. Os solos e o processo de desertificação no Semiárido Brasileiro. In: RIBEIRO, M.R.; NASCIMENTO, C.W.A.; RIBEIRO FILHO, M.R.; CANTALICE, J.R.B. **Tópicos em Ciência do Solo**. Vol. IV. SBCS: Viçosa-MG, 2009. 431-461p.

SHUKLA, M.K.; LAL, R.; EBINGER, M. Determining soil quality indicators by factor analysis. **Soil & Tillage Research**, v.87, p.194-204, 2006.

SILVA, A.J.N.; CARVALHO, F.G. Coesão e resistência ao cisalhamento relacionadas a atributos físicos e químicos de um Latossolo Amarelo de Tabuleiro Costeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.853-862, 2007.

VALIM, W.C.; PANACHUKI, E.; PAVEI, D.S.; ALVES SOBRINHO, T.; ALMEIDA, W.S. Efeito de resíduos vegetais de cana-de-açúcar no controle da erosão hídrica entressulcos. **Ciências Agrárias**, v.37, p.1155-1164, 2016.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning**. Washington, USDA, 1978. 58p. (Agricultural Handbook 537).

WISHCHMEIER, W.H.; JOHNSON, C.B.; CROSS, V.A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.5, p.189-193, 1971.

CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS E LIMITAÇÕES DE USO EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA NA BAIXADA LITORÂNEA FLUMINENSE, RJ

Carlos Roberto Pinheiro Junior

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica - RJ

Marcos Gervasio Pereira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica - RJ

Eduardo Carvalho da Silva Neto

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica - RJ

Ademir Fontana

Embrapa Solos, Rio de Janeiro - RJ

Otavio Augusto Queiroz dos Santos

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica - RJ

Renato Sinquini de Souza

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica - RJ

RESUMO: A região da Baixada Litorânea Fluminense está inserida na unidade geomorfológica de “Mar de Morros”, sendo o fator relevo, um dos principais responsáveis pela variabilidade de solos. Adicionalmente, a geologia composta por rochas ácidas influencia fortemente nos atributos do solo. O objetivo desse estudo foi caracterizar os atributos de solos de uma topossequência na Baixada Litorânea Fluminense, buscando interpretar as principais limitações de uso agrícola, assim como as recomendações visando minimizar

a degradação do solo. Foi selecionada uma topossequência e abertas trincheiras nas posições de terço superior (P1), terço médio (P2), terço inferior (P3) e baixada (P4). Foi realizada a descrição morfológica e análises dos atributos físicos e químicos. Os solos apresentam baixa fertilidade natural devido à natureza ácida do material de origem; alta susceptibilidade a erosão associada ao gradiente textural; baixa capacidade de armazenamento de água e retenção de cátions pelo predomínio de textura arenosa e; deficiência de oxigênio na baixada em condição de má drenagem. As principais práticas recomendadas são o cultivo de culturas perenes e manutenção da cobertura morta, minimizando a atuação de processos erosivos; manejo da matéria orgânica, aumentando a retenção de cátions e armazenamento de água e; cultivo de plantas adaptadas a condição de má drenagem e/ou implantação de sistemas de drenagem.

PALAVRAS-CHAVE: Susceptibilidade a erosão; Solos arenosos; Drenagem.

SOIL CHARACTERIZATION AND USE LIMITATION IN A TOPOSSEQUENCE IN THE FLUMINENSE COASTAL LOWLAND, RJ

ABSTRACT: Baixada Fluminense region is inserted in the “Mar de Morros” Domain, and the topography is one of the main factors

responsible for soil variability. In addition, the parent material, basically acid rocks, strongly influences soil attributes. The objective of this study was to characterize the soil attributes of a toposequence in the Baixada Fluminense, to interpret the main limitations of land use, as well recommendations to minimize soil degradation. A toposequence was selected and trenches were opened at the positions shoulder (P1), backslope (P2), footslope (P3) and toeslope (P4). Morphological description and analysis of physical and chemical attributes were performed. Soils have low fertility due to the nature of the parent material; high susceptibility to erosion associated with textural gradient; low water storage capacity and cation retention due to the predominance of sandy texture and; oxygen deficiency in the lowland under poor drainage condition. The main recommended practices are the cultivation of perennial crops and maintenance of mulch, minimizing the erosion processes; organic matter management, increasing cation and water retention; cultivation of plants adapted to poor drainage condition and/or implementation of drainage systems.

KEYWORDS: Soil erosion; Sandy soils; Drainage.

1 | INTRODUÇÃO

O estudo da relação solo-paisagem auxilia no entendimento da complexidade e variabilidade dos solos, tornando-se assim uma importante ferramenta no levantamento e planejamento de uso das terras (Campos et al., 2012). Ao longo das vertentes, a organização estrutural interna do solo em horizontes apresenta um determinado arranjo espaço-temporal, revelado por sua disposição vertical e longitudinal. Dessa forma, o estudo de perfis de solos alinhados entre si ao longo de uma vertente (topossequência) representa uma forma de estudo que possibilita a compreensão da gênese, evolução e padrão da cobertura pedológica (Queiroz Neto, 2011).

De acordo com Wysocki et al. (2005), a distribuição dos solos na paisagem é determinada pelas diferentes feições do relevo e composição do material de origem, os quais direcionam os processos pedogenéticos. Adicionalmente, estudos propostos para o entendimento da evolução geomorfológica apresentam relações envolvendo relevo, geologia e clima, assim como sua influência no intemperismo, pedogênese, erosão e dinâmica fluvial (Passos e Bigarella, 1998).

A caracterização de um solo é realizada pela descrição das suas características morfológicas que refletem as condições sob as quais ele foi formado, permitindo a realização de inferências sobre os processos pedogenéticos atuantes, sua aptidão agrícola e resposta às práticas de manejo. Portanto, o conjunto das características morfológicas fornece o alicerce para a identificação do solo em campo, devendo posteriormente ser complementada por análises laboratoriais (Kämpf e Curi, 2012).

A região da Baixada Litorânea Fluminense no estado no Rio de Janeiro, está inserida na unidade geomorfológica do Mar de Morros, onde as peculiaridades das feições do relevo são responsáveis por uma intensa dinâmica hídrica, que associada

ao material de origem de natureza ácida e a condição de clima tropical, resultam em uma ampla variabilidade de atributos dos solos.

Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi caracterizar os atributos de solos de uma topossequência localizada na Baixada Litorânea Fluminense, buscando identificar as principais limitações de uso agrícola, assim como recomendar práticas que visem minimizar a degradação das terras.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Meio físico, coleta de amostras e caracterização morfológica dos perfis de solo

O estudo foi realizado no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizado no município de Seropédica - RJ, região da Baixada Fluminense. O clima da região é classificado como Aw segundo a classificação de Köppen, com chuvas no verão, temperaturas elevadas e um inverno seco com temperaturas amenas (Alvares et al., 2013).

A vegetação primária é do tipo floresta tropical subcaducifólia. Com relação aos aspectos geológicos e geomorfológicos, a região está inserida no Domínio de “Mar de Morros”, caracterizado pela presença de colinas e relevo que varia de suave ondulado a ondulado (Figura 1), com rochas ácidas do Complexo Paraíba do Sul (granitos e gnaisses) e sedimentos derivados do intemperismo dessas rochas.



Figura 1. Aspectos do relevo na paisagem de “Mar de Morros”. Foto: Marcos Gervasio Pereira.

Para o estudo foram selecionados quatro perfis ao longo de uma vertente, sendo abertas trincheiras nas posições de terço superior (P1), terço médio (P2), terço inferior (P3) e baixada (P4) (Figura 1). Informações gerais da paisagem e dos pontos de abertura das trincheiras encontram-se na Tabela 1.

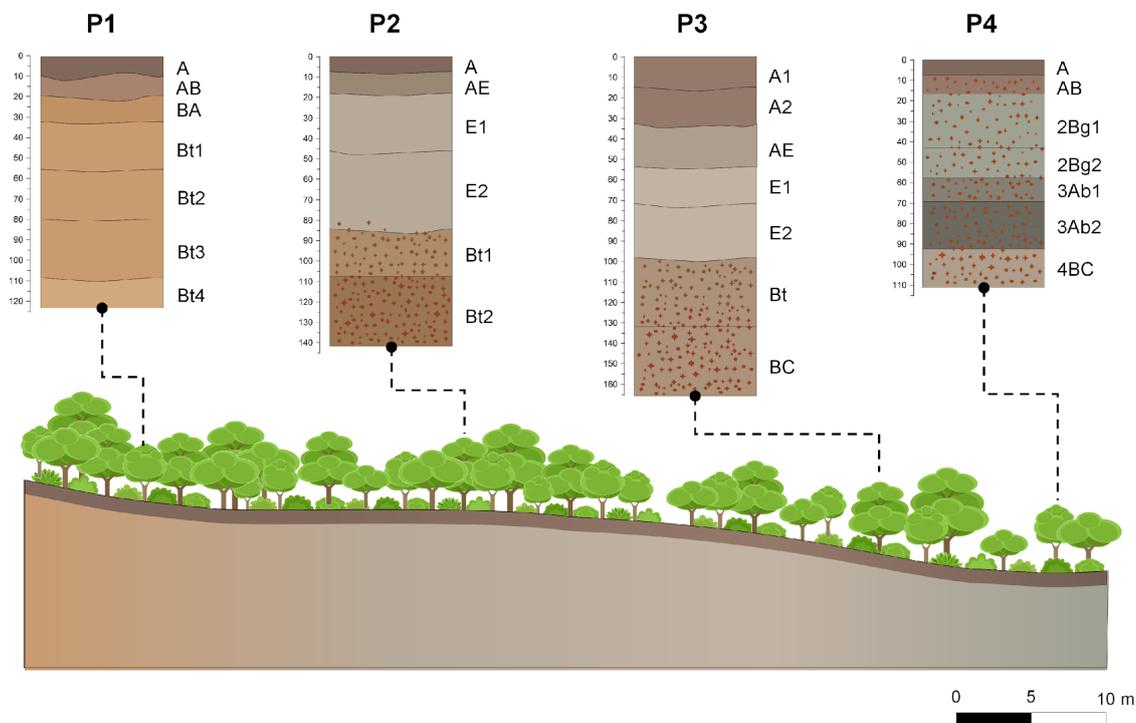


Figura 2. Distribuição dos perfis ao longo da topossequência.

Perfil	Coordenada	Situação paisagem/ altitude	Relevo local /declive	Material de origem	Drenagem
P1	22°45'26.18"S 43°41'56.10"O	Terço superior / 43 m	Suave ondulado / 8%	Produto da intemperização do gnaiss	Bem drenado
P2	22°45'26.83"S 43°41'54.38"O	Terço médio / 41 m	Ondulado / 15%	Sedimentos coluviais da rocha supracitada	Moderadamente drenado
P3	22°45'27.35"S 43°41'53.17"O	Terço inferior / 38 m	Suave ondulado / 4%	Sedimentos coluviais da rocha supracitada	Imperfeitamente drenado
P4	22°45'27.78"S 43°41'51.91"O	Baixada / 36 m	Plano / 1%	Sedimentos colúvio-aluvionares da rocha supracitada	Mal drenado

Tabela 1. Informações gerais da paisagem e pontos de aberturas das trincheiras ao longo de uma topossequência na Baixada Litorânea Fluminense.

Os perfis foram morfologicamente descritos e coletados de acordo com Santos et al. (2015). As amostras foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas (< 2mm), para obtenção da fração terra fina seca ao ar (TFSA) na qual foram realizadas as análises físicas e químicas.

2.2 Análises Físicas e Químicas

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta (Day, 1965), quantificando-se os teores de argila, silte, areia fina e areia grossa, e a partir dos

mesmos calculadas as relações areia fina/areia grossa e silte/argila. As análises dos atributos químicos foram realizadas de acordo com Teixeira et al. (2017), quantificando-se: a) os valores de pH em água e KCl (1 mol L⁻¹) nas proporções 1:2,5; b) teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ utilizando solução extratora de KCl 1 mol L⁻¹, sendo Ca²⁺ e Mg²⁺ quantificados por complexometria titulados com solução EDTA e Al³⁺ por titulação com NaOH; c) teores de Na⁺, K⁺ e P utilizando solução extratora duplo ácido (HCl e H₂SO₄), sendo Na e K quantificados por fotometria de chama e, P a partir do desenvolvimento de cor do complexo fosfomolibídico por colorimetria ; e) teores de H+Al utilizando solução extratora acetado de cálcio 0,5 mol L⁻¹, quantificado por titulação com NaOH. A partir dos resultados obtidos foram calculados o ΔpH, soma de bases (S), capacidade de troca catiônica do solo (valor T), saturação por bases (V%) e atividade da fração argila (Santos et al., 2018).

Os teores de carbono orgânico total (COT) foram quantificados de acordo com Yeomans e Bremner (1988), utilizando solução de dicromato de potássio (0,167 mol L⁻¹) como agente oxidante em meio ácido (H₂SO₄), titulando-se o excesso com solução de sulfato ferroso amoniacal (0,2 mol L⁻¹).

2.3 Classificação dos Solos e Interpretações

A partir dos atributos morfológicos, físicos e químicos, os solos foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2018). As interpretações quanto aos potenciais e limitações seguiram o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras – SAAAT (Ramalho Filho e Beek, 1995).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Atributos Morfológicos e Físicos

Os perfis apresentaram diferenças nos atributos morfológicos e físicos relacionadas com a posição topográfica. A natureza do material de origem e a drenagem dos solos determinaram a atuação e intensidade de diferentes processos pedogenéticos (Tabela 2). De maneira geral todos os perfis apresentam horizontes superficiais com cores escuras devido a adição de matéria orgânica, também se verifica o predomínio da estrutura granular, sendo exceção a esse padrão o perfil P4 no qual foi observada estrutura em blocos subangulares. Na baixada, a formação de agregados em blocos na superfície do solo é decorrente dos maiores teores de argila (textura argila e muito argilosa) (Tabela 3) e a variação de umidade, favorecendo os ciclos de expansão e contração do solo. Nessa condição são geradas zonas de cisalhamento e pontos de fraqueza na forma plana levando a formação da estrutura em blocos.

Para os horizontes subsuperficiais, foram observadas variações nas cores dos solos relacionadas às condições de drenagem. No perfil P1, as cores alaranjadas

(5YR) indicam uma condição de boa drenagem, que propicia a formação da hematita, aumentando a proporção de vermelho nesses horizontes. Nos perfis P2, P3 e P4 as cores refletem a influência do lençol freático nos processos de hidratação e oxirredução do ferro. Observou-se predomínio de cores acinzentadas em todos os horizontes e, zonas de segregação de ferro (mosqueado). Os matizes amarelados (10YR), podem ser associados ao baixo teor de minerais ferromagnesianos fornecidos pelo material de origem (rochas ácidas), contribuindo dessa forma para a formação da goethita que confere ao solo tons amarelados.

Hor	Prof cm	Úmida	Cor Mosq.	Estrutura	Classe textural
Perfil 1 – Terço superior					
A	0-9	5YR 3/2	-	mo., pq e me. e gr.	Franco-argilo arenosa
AB	9-18	5YR 3/4	-	mo., pq e me. e gr.	Franco-argilo arenosa
BA	18-30	5YR 4/3	-	mo., pq., e bsa.	Franco-argilo arenosa
Bt1	30-52	5YR 4/6	-	mo., pq., e bsa.	Argiloarenosa
Bt2	52-75	5YR 4/6	-	mo., pq., e bsa.	Argila
Bt3	75-102	5YR 5/4	-	mo., pq., e bsa.	Argila
Bt4	102-116+	5YR 5/6	-	mo., pq., e bsa.	Argila
Perfil 2 – Terço médio					
A	0-7	10YR 4/1	-	fr., pq. e gr.	Areia-franca
AE	7-17	10YR 4/2	-	fr., pq. e gr.	Areia-franca
E1	17-44	10YR 5/4	-	fr., pq. e gr.	Areia-franca
E2	44-80	10YR 5/4	-	fr., pq. e gr.	Areia-franca
Bt1	80-102	10YR 5/5	5YR 5/8; co., me. e di.	mo., pq. e bsa	Franco-argilo arenosa
Bt2	102-134+	10YR 4/6	2YR 5/8; ab., gra. e pr.	mo., pq. e bsa	Argiloarenosa
Perfil 3 – Terço inferior					
A1	0-14	10YR 4/2	-	fr., pq. e gr.	Areia-franca
A2	14-31	10YR 4/2	-	fr., pq. e gr.	Areia-franca
AE	31-54	10YR 5/4	-	fr., pq. e gr.	Areia
E1	54-71	10YR 5/4	-	grão simples	Areia
E2	71-96	10YR 5/4	-	grão simples	Areia-franca
Bt	96-128	10YR 6/4	7,5 YR 6/8; ab., gra. e di.	mo., pq. e bsa	Franco
BC	128-164+	10 YR 6/2	7,5 YR 6/8; ab., gra. e di.	fr. a mo., pq. e bsa.	Franco-arenosa
Perfil 4 - Baixada					
A	0-7	10YR 3/1	-	fo., mu. pq. e ba.	Argila
AB	7-16	10YR 4/1	5YR 4/6; po., pq. e di.	fo., mu. pq. e bsa.	Muito argilosa
2Bg1	16-41	N 5/	5YR 4/6; co., me. e pr.	fo., pq. e bsa.	Muito argilosa
2Bg2	41-55	N 5/	5YR 4/6; po., pq. e pr.	fo., pq. e bsa.	Muito argilosa
3Ab1	55-66	N 4/	5YR 4/6; po., pq. e di.	fo., pq. e bsa.	Muito argilosa
3Ab2	66-88	N 3/	5YR 4/6; po., pq. e di.	mo., pq. e bsa.	Muito argilosa
4BC	88-105+	10YR 5/1	5YR 4/6; po., pq. e di.	mo., pq. e bsa.	Argila

Tabela 2: Atributos morfológicos de perfis de uma topossequência na Baixada Litorânea Fluminense, RJ.

Hor.: Horizonte; Prof.: Profundidade; Mosq.: Mosqueado; co.: comum; di: difuso; pr.: proeminente; ab.: abundante;

Nos perfis localizados no terço superior, médio e inferior (P1, P2 e P3, respectivamente) foi verificado o aumento substancial no conteúdo de argila em profundidade (Tabela 3), caracterizando um gradiente textural, atendendo o critério de gradiente textural em P1 e mudança textural abrupta em P2 e P3 (Santos et al., 2018). A textura mais arenosa nos horizontes superficiais desses perfis, especialmente em P2 e P3, é responsável pelo menor grau de desenvolvimento da estrutura, sendo esta fracamente desenvolvida ou até mesmo do tipo grão simples (sem agregação). Nesses perfis as classes texturais predominantes foram areia e areia-franca.

Quanto os teores de silte, verifica-se a diminuição em profundidade nos perfis P1 e P2 nos horizontes Bt, enquanto, em P3 observou-se aumento dessa fração (Tabela 3). Para o perfil P4, os maiores valores de silte (em torno de 250 g kg⁻¹) nos horizontes superficiais, estão associados ao ponto de paisagem onde o perfil está localizado, área de baixada, na qual ocorre a adição das frações trazidas das partes mais elevadas.

Com relação a fração areia, a relação AF/AG não apresenta variações expressivas ao longo dos perfis, sendo observado o predomínio da fração AG (Tabela 3). Contudo, entre perfis, verifica-se que os valores dessa relação são inferiores a 0,5 de maneira geral, diminuindo do terço superior para o terço inferior da paisagem. Na área de baixada observa-se o aumento dessa fração, na mesma magnitude observada no perfil P1 (terço superior).

Hor	Prof cm	Areia			Argila	Silte	AF/AG	Silte/Argila	CTC argila
		Grossa	Fina	Total					
-----g kg ⁻¹ -----									
Perfil 1 – Terço superior									
A	0-9	419	209	628	220	152	0,5	0,7	-
AB	9-18	435	212	647	239	114	0,5	0,5	-
BA	18-30	324	150	474	336	190	0,5	0,6	16,1
Bt1	30-52	320	153	473	402	125	0,5	0,3	13,0
Bt2	52-75	293	138	431	458	111	0,5	0,2	10,5
Bt3	75-102	296	150	446	466	88	0,5	0,2	11,4
Bt4	102-116+	296	152	448	472	80	0,5	0,2	11,4
Perfil 2 – Terço médio									
A	0-7	709	146	855	80	65	0,2	0,8	-
AE	7-17	696	146	842	73	85	0,2	1,2	-
E1	17-44	657	168	825	73	102	0,3	1,4	-
E1	44-80	655	151	806	83	111	0,2	1,3	-
Bt1	80-102	506	105	611	330	59	0,2	0,2	13,8
Bt2	102-134+	370	83	453	499	48	0,2	0,1	11,3

Perfil 3 – Terço inferior									
A1	0-14	752	107	859	39	102	0,1	2,6	-
A2	14-31	735	94	829	78	93	0,1	1,2	-
AE	31-54	809	79	888	59	53	0,1	0,9	-
E1	54-71	787	82	869	34	97	0,1	2,9	-
E2	71-96	699	102	801	39	160	0,2	4,1	-
Bt	96-128	472	46	518	152	330	0,1	2,2	14,3
BC	128-164+	573	133	706	169	125	0,2	0,7	14,2
Perfil 4 - Baixada									
A	0-7	161	56	217	526	257	0,4	0,5	-
AB	7-16	103	47	150	628	222	0,5	0,4	-
2Bg1	16-41	22	14	36	685	279	0,6	0,4	16,1
2Bg2	41-55	33	14	47	909	44	0,4	0,1	13,2
3Ab1	55-66	55	20	75	877	48	0,4	0,1	-
3Ab2	66-88	96	38	134	838	28	0,4	0,0	-
4BC	88-105+	464	93	557	406	37	0,2	0,1	19,1

Tabela 3: Atributos físicos de perfis de uma toposequência na Baixada Litorânea Fluminense, RJ.

Legenda. Hor.: Horizonte; Prof.: Profundidade; AF: areia fina; AG: areia grossa;

CTC: Capacidade de troca catiônica

3.2 Atributos Químicos

De maneira geral os valores de pH são baixos, variando entre as classes de reação de forte a extremamente ácida (Santos et al., 2018). Em todos os perfis os valores de Al^{3+} chegam a $2,4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (Tabela 4), sendo que em quase todos os horizontes dos perfis estudados, os valores atingem níveis tóxicos, superiores a $0,3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ (Freire, 2013).

Hor	Prof cm	pH		Δ pH	Al	Ca	Mg	K	Na	H+Al	K	P	S	T	V	COT
		H ₂ O	KCl													
-----cmol _c kg ⁻¹ -----																
mg kg ⁻¹																
%																
g kg ⁻¹																
Perfil 1 – Terço superior																
A	0-9	4,30	3,71	-0,59	1,1	0,6	0,7	0,02	0,00	7,2	6	7	1,32	8,53	15	11,8
AB	9-18	4,17	3,66	-0,51	1,4	0,3	0,6	0,01	0,00	6,2	5	6	0,92	7,14	13	10,7
BA	18-30	4,34	3,80	-0,54	1,1	0,3	0,7	0,01	0,00	4,4	4	3	1,01	5,42	19	9,3
Bt1	30-52	4,10	3,90	-0,20	1,4	0,1	0,7	0,01	0,00	4,4	5	3	0,81	5,22	16	4,1
Bt2	52-75	4,10	3,86	-0,24	1,4	0,2	0,7	0,01	0,00	3,9	5	3	0,91	4,83	19	2,4
Bt3	75-102	4,36	4,03	-0,33	1,2	0,2	1,0	0,01	0,01	4,1	5	3	1,22	5,29	23	3,2
Bt4	102-116+	4,31	3,86	-0,45	1,5	0,1	0,7	0,01	0,00	4,6	3	4	0,81	5,38	15	2,9
Perfil 2 – Terço médio																
A	0-7	4,97	3,93	-1,04	0,3	0,8	0,9	0,01	0,00	3,4	4	19	1,71	5,13	33	11,1
AE	7-17	4,75	4,00	-0,75	0,5	0,2	0,5	0,01	0,00	3,3	4	10	0,71	3,96	18	6,3
E1	17-44	5,74	4,79	-0,95	0,0	0,2	0,6	0,01	0,00	1,3	3	4	0,81	2,08	39	2,3
E2	44-80	5,07	4,45	-0,62	0,1	0,2	0,9	0,01	0,00	1,3	2	4	1,11	2,38	47	2,1
Bt1	80-102	4,76	3,97	-0,79	0,9	0,0	1,6	0,04	0,01	2,9	15	3	1,64	4,56	36	6,3
Bt2	102-134+	4,54	3,96	-0,58	1,3	0,0	1,7	0,03	0,01	3,9	12	3	1,74	5,65	31	6,9

Perfil 3 – Terço inferior																
A1	0-14	4,97	4,02	-0,95	0,3	0,5	0,9	0,01	0,00	2,8	3	9	1,41	4,17	34	9,9
A2	14-31	4,26	3,75	-0,51	0,7	0,0	0,5	0,00	0,00	2,9	2	4	0,51	3,43	15	4,1
AE	31-54	4,64	4,08	-0,56	0,5	0,0	0,4	0,00	0,00	1,6	1	4	0,40	2,01	20	0,9
E1	54-71	4,78	4,16	-0,62	0,2	0,0	0,3	0,00	0,00	1,1	1	4	0,30	1,41	22	0,3
E2	71-96	4,79	4,13	-0,66	0,3	0,0	0,2	0,00	0,00	0,9	1	4	0,21	1,15	18	2,1
Bt	96-128	4,33	3,86	-0,47	0,8	0,0	0,4	0,01	0,00	1,8	2	4	0,41	2,17	19	5,1
BC	128-164+	4,38	3,77	-0,61	0,5	0,2	0,5	0,00	0,00	1,7	0	2	0,70	2,40	29	2,1
Perfil 4 - Baixada																
A	0-7	4,55	3,79	-0,76	1,0	4,5	2,6	0,04	0,01	12,5	15	21	7,15	19,64	36	43,6
AB	7-16	4,52	3,93	-0,59	1,2	3,5	2,0	0,02	0,01	10,4	7	31	5,53	15,87	35	38,2
2Bg1	16-41	4,47	3,62	-0,85	1,5	3,0	2,3	0,01	0,02	5,7	3	13	5,32	11,05	48	12,3
2Bg2	41-55	4,37	3,51	-0,86	2,2	2,3	2,5	0,01	0,02	7,2	2	17	4,83	12,04	40	7,5
3Ab1	55-66	4,32	3,46	-0,86	2,4	2,5	2,7	0,00	0,05	8,2	2	36	5,25	13,45	39	11,7
3Ab2	66-88	4,24	3,50	-0,74	2,3	2,8	3,0	0,00	0,05	7,4	2	32	5,86	13,23	44	15,3
4BC	88-105+	4,22	3,42	-0,80	1,4	1,7	1,8	0,00	0,02	4,2	1	37	3,53	7,77	45	6,9

Tabela 4: Atributos químicos de perfis de uma topossequência na Baixada Litorânea Fluminense, RJ.

Legenda. Hor.: Horizonte; Prof.: Profundidade; COT: carbono orgânico total.

Os teores de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ foram considerados baixos, especialmente em P3, devido a textura muito arenosa e aos baixos teores de COT. A soma de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ foi inferior a $3,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ em quase todos os perfis, exceto em P4, o qual recebe todos os íons que são lixiviados e/ou transportados das partes mais altas. Os teores de K^+ são muito baixos, atingindo máximo de 15 mg kg^{-1} e, os valores de Na^+ são praticamente nulos; esses valores podem ser explicados pela característica de monovalência desse íon, o que favorece a sua lixiviação, intensificada nos solos de textura mais arenosa. Os teores de P foram considerados muito baixos, porém, nos horizontes superficiais de P2 e em todos os horizontes de P4 os teores foram $\geq 10 \text{ mg kg}^{-1}$, nível considerado médio (Freire, 2013).

Nos perfis P1, P2 e P3, os valores da soma de bases (valor S) foram inferiores a $2,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Associados a maiores valores de H+Al, refletiram em uma saturação por bases (valor V%) muito baixa, especialmente em P1, valores variando de 13 a 23%. Nesses perfis, os teores de COT também foram considerados muito baixos, atingindo valor máximo de $11,8 \text{ g kg}^{-1}$ no horizonte A do perfil P1. Esses valores podem ser explicados pelo predomínio de textura mais arenosa nos horizontes superficiais desses perfis, em que o predomínio de macroporos, conseqüentemente, maior aeração, acelera a decomposição da matéria orgânica.

No perfil P4, apesar dos altos valores de H+Al, o valor V% foi próximo de 40% em quase todos os horizontes, o que se deve aos maiores teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} acumulados nessa posição da paisagem, condição também explica o maior valor S nesse perfil. Nos horizontes superficiais desse perfil, os valores de COT são altos,

próximos a 40 g kg^{-1} e, podem estar associados à condição de má drenagem, condições anaeróbicas durante a maior parte do ano, reduzindo a atividade dos organismos na decomposição da matéria orgânica. Nesse perfil, observou-se um aumento nos teores de COT nos horizontes 3Ab1 e 3Ab2, onde também foram verificadas cores mais escuras, o que sugere que estes horizontes foram enterrados em função da deposição de sedimentos nessa área.

3.3 Formação e Classificação de Solos

Os perfis P1 e P2 apresentaram horizontes subsuperficiais com acúmulo de argila (Bt – B textural), podendo estes terem se formado por aumento absoluto (translocação de argila do horizonte A para o horizonte B) e/ou relativo (perda de argila por erosão seletiva no horizonte A). Os principais fatores de formação envolvidos nesses processos são o clima, através do fornecimento de água, e relevo, favorecendo a infiltração e/ou o escoamento superficial. Dois processos pedogenéticos específicos podem contribuir para a formação desses solos: a) eluviação e iluviação, em que a argila se torna dispersa nos horizontes superficiais e é mobilizada para os horizontes subsuperficiais num processo denominado de translocação; e b) elutriação, no qual as partículas de argila são removidas dos horizontes superficiais, fazendo com que o horizonte B apresente maiores valores comparativamente ao horizonte superficial.

Ambos os perfis (P1 e P2) foram classificados como Argissolos, sendo P1 identificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, por possuir horizonte diagnóstico subsuperficial B textural, com cores no matiz 5YR e baixa saturação por bases. O perfil P2 foi classificado como Argissolo Amarelo Distrófico abrupto, por possuir horizonte diagnóstico subsuperficial B textural e presença de horizonte E, com predomínio de matiz amarelo (10YR), baixa saturação por bases (V%), com variação significativa do teor de argila em profundidade, denominada de mudança textural abrupta (Santos et al., 2018).

Para o perfil P3 verificou-se também um aumento do conteúdo de argila em profundidade, decorrente do processo de translocação, que ocorreu de forma mais intensa, sendo possível observar-se a presença de um horizonte de eluviação, denominado de E. Nesse caso, a intensa translocação de argila caracteriza, o processo pedogenético específico de lessivagem. Verifica-se nesse perfil a ocorrência de um horizonte de acúmulo de argila que apresenta permeabilidade lenta, sendo identificado pela presença de cores acinzentadas e mosqueados, denominado de B plânico (Bt). Esse perfil foi classificado como Planossolo Háptico Distrófico arênico, por possuir horizonte diagnóstico subsuperficial B plânico, com baixa saturação por bases e predomínio de textura muito arenosa nos horizontes superficiais.

Para o perfil P4 observa-se uma grande influência do fator relevo na gênese do solo, com cores acinzentadas decorrentes da redução e remoção do ferro, caracterizando o processo pedogenético específico de gleização. Esse perfil foi

classificado como Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico, por apresentar horizonte diagnóstico subsuperficial glei, baixa capacidade de troca catiônica da fração argila e baixa saturação por bases.

3.4 Principais limitações ao uso agrícola

Considerando a caracterização dos perfis, classificação e posição na paisagem, as limitações mais significativas para uso agrícola estão relacionadas à baixa fertilidade natural, susceptibilidade à erosão, deficiência de oxigênio e baixa retenção/armazenamento de água. De maneira geral, todos os perfis apresentam baixa fertilidade natural, são distróficos ($V\% < 50$), e possuem textura muito arenosa que não favorece a retenção que bases.

No terço superior e médio da vertente, nos Argissolos (P1 e P2), a presença do horizonte B textural, faz com que esses solos apresentem como principal limitação à suscetibilidade a erosão. Quanto maior o gradiente textural, maior será a suscetibilidade a erosão. Esses perfis também estão em posições da vertente com maior declividade (P1 = 8% e P2 = 15%), o que intensifica essa limitação. Nesse caso, a suscetibilidade a erosão é natural e pode ser intensificada ou não, em função do manejo. Por exemplo, com práticas culturais que expõem a superfície do terreno à ação direta das gotas de chuva, o processo erosivo pode ocorrer com maior intensidade.

Considerando a erosão como principal limitante da utilização agrícola, a recomendação de culturas perenes, que por sua vez minimizam o revolvimento do solo e adicionam constantemente resíduos vegetais protegendo a superfície do solo, surge como importante estratégia. Em P1, apesar do gradiente textural, o relevo suave, permite o cultivo de culturas anuais, contudo, práticas conservacionistas como cultivo em curva de nível e manutenção da cobertura morta devem ser intensificadas.

No terço inferior, na área do Planossolo (P3) a deficiência de oxigênio é uma das principais limitações, em função do horizonte subsuperficial, restringir o fluxo interno de água. O horizonte Bt plânico, possui permeabilidade lenta, apresenta cores acinzentadas devido a condição de drenagem imperfeita. Em função do lento fluxo interno de água, podendo ocorrer deficiência de oxigênio, especialmente nas épocas de maior precipitação pluviométrica. Nesse caso, a maior limitação será para culturas perenes em comparação as anuais, sendo recomendado apenas espécies adaptadas a essas condições. Em função dos possíveis encharcamentos, a área de ocorrência desses solos não é indicada, para o plantio de frutíferas de maior porte, como citros e goiaba, além de espécies florestais como eucalipto, devido a sensibilidade dessas espécies as condições de anaerobiose.

Nesse solo à presença de horizontes de textura mais arenosa (A e E), favorece uma baixa capacidade de troca catiônica e retenção de água. Adicionalmente, também em função da textura arenosa, a decomposição da matéria orgânica é rápida e o solo oferece uma menor fixação para as espécies de maior porte, podendo levar ao

tombamento das mesmas.

Em função dessas características, recomenda-se sua utilização com hortaliças em canteiros, no qual o desnível do canteiro em relação a superfície minimiza a deficiência de oxigênio na ocasião de ascensão do lençol freático, nos períodos de maior precipitação pluviométrica. O manejo da matéria orgânica é de fundamental importância, pois favorece tanto o armazenamento de água quanto a retenção de nutrientes.

Para o Gleissolo (P4) situado na área de baixada, as principais limitações envolvem a deficiência de oxigênio, impedimentos à mecanização e riscos de inundação. Nesse caso, devem ser utilizadas culturas adaptadas como arroz e/ou, quando viável, a implantação de sistemas de drenagem ou ainda espécies forrageiras adaptadas ao alagamento sazonal.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os solos estudados possuem baixa fertilidade natural devido à natureza do material de origem e a condição de clima tropical que intensifica a lixiviação dos nutrientes.

Quanto as limitações agrícolas, o gradiente textural e a declividade nas partes mais altas da vertente (Argissolos), condicionam a maior susceptibilidade a erosão, devendo esses solos serem cultivado com culturas perenes associada a práticas conservacionistas.

A textura muito arenosa no terço inferior (Planossolo) propicia baixa capacidade de armazenamento de água e retenção de cátions, sendo o manejo da matéria orgânica a principal prática para melhoria dessas limitações.

Na área de baixada (Gleissolo) a principal limitação é a deficiência de oxigênio devido a condição de má drenagem, devendo a área ser recomendada para o uso com culturas adaptadas as condições de anaerobiose ou implantação de sistema de drenagem para a sua utilização.

REFERÊNCIAS

ALVARES C.A, STAPE J.L, SENTELHAS P.C, GONÇALVES J.L.M, SPAROVEK G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol. Zeitschrift**; 22: 711-28. 2013.

CAMPOS, M. C. C., RIBEIRO, M. R., DE SOUZA JÚNIOR, V. S., RIBEIRO FILHO, M. R., & DE ALMEIDA, M. D. C. Relações solo-superfície geomórfica em uma topossequência várzea-terra firme na região de Humaitá (AM). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36(2), 325-336, 2012.

DAY, P.R., 1965. Particle fractionation and particle size analysis. In.: BLACK, C. A. (ed.) Methods of soil analysis. Madison: Am. Soc. Agron., pp. 545-567.

FREIRE, L. R. Recomendações gerais. In: FREIRE, L. R. et al. **Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Editora Universidade Rural, Seropédica, 2013. 430 p.

KÄMPF, N.; CURI, N. Formação e evolução do solo (pedogênese). In: KER, J.C.; CURI, N.; SCHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. **Pedologia: Fundamentos**. Viçosa- MG: SBCS. 2012. 343 p.

PASSOS, E.; BIGARELLA, J.J. Superfícies de erosão. In: CUNHA, S.B.; & GUERRA, A.J.T. **Geomorfologia do Brasil**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 390 p.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 1995.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. SHIMIZU, S.H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7 ed. Viçosa – MG: SBCS. 2015. 100 p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G.; (org.). **Manual de métodos de análises de solos**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 573p.

WYSOCKI, D. A.; SCHOENEBERGER, P. J.; LAGARRY, H. E. Soil surveys: a window to the subsurface. **Geoderma**, Amsterdam, v. 126, n. 2, p. 167-180, 2005.

YOEMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communication in Soil Science Plant Analysis**,n. 19 p. 1467-1476. 1988.

CONSERVAÇÃO DO SOLO EM ASSENTAMENTO DE REFORMA AGRÁRIA VISANDO A RECOMPOSIÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Flávia Lima Moreira

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dois Vizinhos - Paraná

Carlos Alberto Casali

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dois Vizinhos - Paraná

Anna Flávia Neri de Almeida

Universidade Estadual de Santa Catarina
Florianópolis – Santa Catarina

Elisandra Pocogeski

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dois Vizinhos - Paraná

Bruna Schneider Guimarães

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dois Vizinhos – Paraná

Graciele Ferreira da Rosa

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dois Vizinhos - Paraná

Isabela Araújo Peppe

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dois Vizinhos - Paraná

Amanda Cristina Beal Acosta

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dois Vizinhos - Paraná

Letícia de Alcântara Dores

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dois Vizinhos - Paraná

Kauê de Oliveira Guatura

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dois Vizinhos - Paraná

André Francisco Ferreira

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dois Vizinhos - Paraná

RESUMO: Para recuperar ecossistemas se deve empregar técnicas de conservação dos solos, principalmente na implantação de sistemas de florestamento e recomposição de APP, pois estão em condições de solo vulneráveis. Para propriedades rurais que possuem áreas de APP com influência de processos de degradação, torna-se necessária a realização de ações de conscientização e treinamento de produtores rurais sobre a legislação ambiental e práticas de baixo impacto ambiental a serem realizadas nessas áreas, de modo a resgatar valores do campo, manter a propriedade produtiva, sustentável e promover a educação ambiental. Este trabalho objetivou aperfeiçoar o conhecimento de produtores rurais sobre as práticas de conservação do solo visando a Recomposição de APP. O curso foi realizado em novembro de 2018, no assentamento Santa Apolônia, em Mirante do Paranapanema, Oeste de São Paulo, em APP com Latossolo Vermelho de textura arenosa e declivoso, onde o uso inadequado ao longo de décadas provocou erosão e assoreamento das matas ciliares. No curso participaram 16 produtores

rurais e foi separado em duas etapas, sendo uma explanação teórica e uma atividade prática realizada em 2500 m² de APP. Os agricultores diagnosticaram a vegetação, o solo e os recursos hídricos. Os participantes implantaram técnicas de conservação solo, como cultivo mínimo e construção de canais de contenção, além do plantio de árvores nativas. O curso de aperfeiçoamento sobre conservação do solo em áreas de recomposição de APP foi viável e de grande valia aos assentados de reforma agrária, para aprimorar o conhecimento prático, conscientizando-os da importância em manter sua propriedade sustentável estando em conformidade com a legislação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: floresta, solos, preservação.

SOIL CONSERVATION IN SETTLEMENT OF AGRARIAN REFORM FOR THE RECOMPOSITION OF AREAS OF PERMANENT PRESERVATION

ABSTRACT: In order to recover ecosystems, soil conservation techniques should be used, especially in the implementation of afforestation and recomposition of APP, since they are under vulnerable soil conditions. For rural properties that have APP areas that are influenced by degradation processes, it is necessary to carry out awareness raising actions and training rural producers on environmental legislation and low environmental impact practices to be carried out in these areas, in order to recover values, maintain productive, sustainable property and promote environmental education. This work aimed to improve the knowledge of farmers on the practices of soil conservation aiming at the Recomposition of APP. The course was carried out in November 2018, in the Santa Apolônia settlement, in Mirante do Paranapanema, in the west of São Paulo, in APP with Red Latosol of sandy and sloping texture, where inadequate use over decades caused erosion and silting of riparian forests. 16 rural producers participated in the course and were separated into two stages, a theoretical explanation and a practical activity carried out in 2500 m² APP. Farmers diagnosed vegetation, soil and water resources. Participants implemented techniques of soil conservation, such as minimum cultivation and construction of containment channels, in addition to planting native trees. The improvement course on soil conservation in APP recomposition areas was feasible and of great value to agrarian reform settlers, to improve practical knowledge, making them aware of the importance of maintaining their sustainable property in compliance with environmental legislation.

KEYWORDS: forest, soils, preservation.

INTRODUÇÃO

O Pontal do Paranapanema é uma Região do Estado de São Paulo marcada pela devastação de suas florestas e desequilíbrio dos ecossistemas naturais, devido à expansão da produção agropecuária, tendo atualmente pequenos fragmentos florestais distante da sua característica original, muitos sem interligação. Para esta região é fundamental o desenvolvimento de sistemas recomposição florestal para conectar os fragmentos de floresta, restaurar ecossistemas degradados e áreas

protegidas por Lei, bem como Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL). Concomitantemente, é importante conhecer o histórico de uso dessas áreas e verificar as possíveis mudanças ocorridas no solo em relação ao estado original da área, como no caso das florestas nativas por representarem estabilidade quanto às condições ecológicas do ambiente (NETO et al., 2013).

Entre os anos de 1981 a 2018 houve a implementação da política de reforma agrária no Estado de São Paulo e a conversão de grandes propriedades em assentamentos rurais, o que aumentou a preocupação com a conservação dos solos e com a recomposição e preservação de APP. Há muitas dúvidas a respeito do uso, exploração, manejo e conservação destas áreas, estando de acordo com a legislação vigente do estado, como também do Novo Código Florestal (LEI Nº 12.651 de 25/05/2012).

Alterações da vegetação em ecossistemas naturais podem ter consequências negativas à biodiversidade, inclusive aos solos e a sua conservação, uma vez que, essas alterações de maneira inevitável, podem causar perda de fertilidade e consequentemente de capacidade produtiva do solo (CHAVES et al., 2012). Assim, para a devida recomposição de ecossistemas é necessário empregar técnicas de conservação dos solos, principalmente na implantação de sistemas que visam o florestamento e recomposição de APP, visto que são mais vulneráveis às condições de solos por muitas vezes apresentar declividade acentuada, sujeitas a processos erosivos, e por estarem parcialmente ou totalmente saturadas por água durante o ano.

Visando atender as demandas estaduais de adequação das propriedades rurais à legislação ambiental e levar o conhecimento técnico-prático ao produtor e trabalhador rural, o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR/AR-SP) tem realizado desde 2018 cursos de formação profissional rural dando enfoque em conservação do solos, ações de baixo impacto ambiental possíveis de serem realizadas em APP, bem como alertar sobre as irregularidades passíveis de autuações, de modo a resgatar valores do campo, manter a propriedade produtiva, sustentável e promover a educação ambiental. Assim, este trabalho teve como objetivo aperfeiçoar o conhecimento de produtores rurais, sobre as práticas de conservação do solo visando a Recomposição de APP.

MATERIAL E MÉTODOS

O curso de aperfeiçoamento foi realizado em novembro de 2018, no assentamento Santa Apolônia, município de Mirante do Paranapanema, Oeste de São Paulo, originalmente ocupada com Floresta Tropical Estacional Semidecidual, do domínio do bioma Mata Atlântica em transição como o bioma Cerrado (VELOSO et al., 1991). Sua economia é baseada no setor agropecuário, como cultivo de cana-de-açúcar, pecuária e agricultura familiar, tendo aproximadamente 33 assentamentos rurais do

sistema de reforma agrária.

O assentamento Santa Apolônia conta com 104 famílias e tem a pecuária como atividade econômica predominante. Os produtores rurais residentes no assentamento demandaram ao SENAR/AR-SP, por intermédio do Sindicato Rural Patronal, um curso de recomposição de APP, visto que eles identificaram a necessidade de recompor e preservar estas áreas com o objetivo de conservar o solo, tornar suas propriedades sustentáveis e necessitar adequar-se à legislação, já que a maioria dos lotes tem divisas com rios e banhados.

O curso foi realizado em uma área com Latossolo Vermelho de textura arenosa e com declividade, que associado ao trânsito de animais e maquinários e a falta de práticas conservacionistas ao longo de décadas, provocaram processos erosivos e assorearam as matas ciliares. Na faixa de 20m das margens do rio encontrou-se espécies invasoras como do gênero *Brachiaria*, que ajudam a segurar o solo, porém dificultam o processo de sucessão ecológica, como também a presença de espécies herbácea-arbustivas e poucas espécies arbóreas, candeia (*Eremanthus erythropappus*), leiteiro (*Taberna emontana fuchsiaefolia*) e algumas espécies de palmeiras.

No curso participaram 16 produtores rurais, sendo este número limitado pelo máximo de pessoas permitido pelo SENAR/AR-SP, atendendo o proposto no projeto técnico para obter o melhor aproveitamento do conteúdo teórico-prático pelos participantes. O Curso foi separado em duas etapas, sendo uma explanação teórica e posteriormente uma atividade prática.

Na explanação abordou-se a importância ecológica, socioeconômica e legal das APP'S, os sistemas de recomposição florestal, a importância do isolamento da área contra fatores de perturbação, e ações que devem ser realizadas antes e após a recomposição de APP de modo a manter o solo conservado, como diagnóstico do recurso hídrico, diagnóstico da vegetação presente na APP, identificação de espécies florestais com potencial de invasão, identificação de espécies florestais regenerantes, análise do solo, preparo do solo, controle de erosão, preparo dos berços, adubação de base, plantio das mudas, controle de pragas, irrigação, monitoramento e manutenção.

A prática foi realizada em 2500 m² de uma APP devidamente demarcada. Os produtores foram divididos em dois grupos e direcionados para diagnosticar a área, caracterizando a vegetação, o uso e degradação do solo e dos recursos hídricos. Os participantes implantaram técnicas de conservação solo, como o cultivo mínimo e a construção de canais de contenção com 40 cm de profundidade entre as linhas de plantio. O método de recomposição utilizado foi o plantio de mudas de árvores nativas em área total, feito em berços de 30 cm de profundidade, adubados e utilizando o espaçamento de 3 m entre linhas e 2 m entre mudas (Figura 1), totalizando o plantio de 420 mudas de 42 espécies de árvores pioneiras e não pioneiras de ocorrência regional, com base nas resoluções ambientais vigentes no Estado de São Paulo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o curso houve grande interação com os produtores rurais. A explanação teórica possibilitou o fortalecimento das ideias a respeito da realidade vivenciada dia a dia por cada produtor, o levantamento dos pontos fortes e pontos fracos de cada propriedade, bem como o esclarecimento das dúvidas a respeito das atividades que poderiam ser realizadas nas APP, através do disposto na legislação do Novo Código Florestal (LEI Nº 12.651 de 25/05/2012). Além disso, foi debatido como deve se fazer o correto uso, manejo e conservação do solo, baseado nas demandas dos produtores, como a construção de corredores de acesso a APP para implementação de atividades de baixo impacto ambiental. Ademais, foram realizadas dinâmicas em grupo, a fim de levantar o conhecimento e resgatar as potencialidades das atividades que os produtores desenvolviam em suas propriedades (Figura 1).



Figura 1. (a) diagnóstico da APP, (b) delimitação da área de recomposição e análise dos canais de contenção, (c) definição do espaçamento entre mudas, (d) classificação das espécies em pioneiras e não pioneiras, (e) abertura dos berços e plantio das mudas, (f) grupo de produtores rurais participantes do curso.

Houve o empenho de todos os agricultores para o cumprimento do objetivo proposto pelo curso, onde os mesmos conseguiram aplicar a parte teórica na prática em campo e realizar em conjunto a recomposição da APP, bem como as técnicas de conservação do solo, entendendo a importância de se conservar o solo em áreas altamente degradadas pela produção agropecuária, visando à longo prazo o restabelecimento de um ecossistema bem próximo ao original, no que diz respeito às características edáficas e de vegetação florestal, tornando sua propriedade em conformidade com a legislação ambiental vigente (Figura 1). Torna-se necessária a obtenção de uma extensão construtiva, que é a junção dos conhecimentos empíricos dos agricultores, com o conhecimento técnico científico dos extensionistas. Para isso, é preciso realizar métodos de aprendizagem coletivos (BALEM, 2015).

Após três meses da implantação da recomposição da APP (figura 2), notou-se o bom desenvolvimento das espécies florestais, uma vez que as técnicas de conservação do solo aplicadas na área possibilitou um melhor condicionamento na agregação das partículas de solo, uniformizando o gradiente do fator declividade, impedindo assim o aumento do escoamento superficial, minimizando ações que ao longo do tempo pudessem acarretar no aumento dos processos erosivos.

Contudo, tratando-se de APP, ainda existem muitos desafios a serem superados pelos agricultores após a aplicação do curso, visto a necessidade de ser realizado monitoramento e a manutenção da área por no mínimo três anos, implementando semestralmente práticas de controle de espécies exóticas invasoras e gramíneas, através do coroamento das mudas na linha de plantio, controle de formigas cortadeiras, adubação de cobertura, construção de aceiros nas divisas e limpeza periódica dos canais de contenção, permitindo assim o processo de sucessão ecológica da vegetação, até atingir um estado de conservação bem próximo a condição original.



Figura 2. Área de preservação permanente em processo de recomposição três meses após a implantação.

Conforme Balem (2015), os produtores rurais devem ser incluídos e valorizados, o que significa construir novas formas de se relacionar com a natureza, uma nova agricultura, novas relações sociais e um entendimento diferenciado da produção agropecuária. O autor ainda considera que profissionais devidamente capacitados,

tanto técnica como metodologicamente, são imprescindíveis nesse processo de mudança da agricultura. Assim, há necessidade de uma perspectiva pedagógica diferenciada para a ação extensionista. Nesse sentido, nota-se a importância de desenvolver cada vez mais iniciativas e ações voltadas ao homem do campo, que visem a formação profissional rural, contribuindo para melhorias da sua qualidade de vida, o aperfeiçoamento do conhecimento já adquirido, de maneira a garantir a segurança nas tomadas de decisões e o respeito de se produzir com qualidade, fazendo o uso racional dos recursos naturais e buscando a adoção de práticas menos agressivas ao ambiente, que visem garantir a sustentabilidade e a qualidade de vida para as futuras gerações do homem do campo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do curso de aperfeiçoamento visando a conservação do solo em áreas de recomposição de APP foi viável e de grande valia aos produtores rurais, aprimorando o conhecimento prático e conscientizando-os da importância em manter sua propriedade sustentável estando em conformidade com a legislação ambiental.

REFERÊNCIAS

BALEM, T. A. **Extensão e desenvolvimento rural**. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico: Rede e-Tec Brasil, p.123, 2015.

BRASIL. LEI Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, pt. 1, 2012.

CHAVES, A. A. A.; LACERDA, M. P. C.; GOEDERT, W. J.; RAMOS, M. Lucrécia G; KATO, E. **Indicadores de qualidade de Latossolo Vermelho sob diferentes usos**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 446-454, 2012.

NETO, D. N. N.; SANTOS, A. C.; SANTOS, P. M.; MELO, J. C.; SANTOS, J. S. **Análise espacial de atributos do solo e cobertura vegetal em diferentes condições de pastagem**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, PB. v.17, n.9, p.995–1004, 2013.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro, p. 112,1991.

PROCESSOS EROSIVOS NA REGIÃO DO MÉDIO VALE PARAÍBA, RIO DE JANEIRO

João Henrique Gaia-Gomes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ), Seropédica - RJ

Marcos Gervasio Pereira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ), Seropédica - RJ

Carlos Roberto Pinheiro Junior

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
(UFRRJ), Seropédica – RJ

RESUMO: A erosão hídrica atua como uma das principais causas da degradação do solo, promovendo remoção de massa de solo, nutrientes e o assoreamento de rios. O desenvolvimento de estudos que favoreçam a elucidação das inter-relações dos fatores que atuam como condicionantes na formação de processos erosivos em estágio avançado (voçorocas), são de fundamental importância para a tomada de decisões e fornecimento de dados técnicos para programas de recuperação de áreas degradadas. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi discutir a influência dos fatores condicionantes tais como: geologia, geomorfologia, clima e precipitação pluviométrica, relevo, cobertura vegetal do solo, uso, ocupação e manejo do solo, orientação das vertentes de exposição e radiação solar, na contribuição de processos erosivos na região do Médio Vale Paraíba do Sul. Os

fatores se apresentam inter-relacionados no desencadeamento dos processos erosivos, assim como no processo de formação de solos. O clima regional proporciona períodos de precipitações mais fortes ao longo do ano, que associadas as elevadas declividades da região, aos solos facilmente erodíveis e ausência da cobertura vegetal viabilizam a ocorrência de processos erosivos em estágio avançado. No Brasil, ainda existem poucos estudos relacionando fatores e informações referentes a processos erosivos em voçorocas, o que evidencia a necessidade de desenvolvimento de mais estudos com esse enfoque.

PALAVRAS-CHAVE: Perda de solo; Susceptibilidade à erosão; Voçorocas.

EROSIVE PROCESSES IN THE MIDDLE VALLEY PARAÍBA, RIO DE JANEIRO

ABSTRACT: Water erosion acts as one of the main causes of soil degradation, promoting removal of soil mass, nutrients and siltation of rivers. The development of studies that favor the elucidation of the interrelationships of the factors that act as conditioning factors in the formation of erosive processes at an advanced stage, namely: gullies, are of fundamental importance for decision making and providing technical data for recovery programs. of degraded areas. Thus, the objective of this study was to discuss

the influence of the conditioning factors such as: geology, geomorphology, climate and rainfall, relief, land cover, land use, occupation and management, orientation of exposure streams and solar radiation, in the formation of erosive processes in the region of the Middle Valley Paraíba do Sul. The factors are interrelated in the triggering of erosive processes, as well as in the process of soil formation. The regional climate provides periods of stronger rainfall throughout the year, which associated with the high slopes of the region, easily erodible soils and lack of vegetation cover enable the occurrence of erosive processes at an advanced stage. In Brazil, there are still few studies relating factors and information regarding erosive processes in gullies, which highlights the need for further studies with this focus.

KEYWORDS: Erosion susceptibility; Gullies; Soil loss.

1 | INTRODUÇÃO

A degradação do meio ambiente vem constantemente evoluindo ao longo do território nacional. Na região sudeste, a degradação tem se expressado na forma de erosão hídrica do solo, contribuindo com graves problemas ambientais, principalmente na região denominada Médio Vale Paraíba do Sul, que compreende a sub-bacia do Ribeirão Cachimbal, que por sua vez está inserida na região de “Mar de Morros”, e é caracterizada pelo relevo movimentado e pelo predomínio de diferentes feições topográficas (côncava e convexa).

Ao longo da sub-bacia são encontradas diferentes formas de degradação do solo, porém o mais evidenciado é o processo erosivo. De acordo com Lepsch (2011) a erosão do solo ocorre naturalmente, no qual fatores e eventos naturais transportam e depositam partículas do solo e os nutrientes. Esse padrão pode ser catalisado pela ação antrópica, promovendo alterações nos meios físico e químico.

O desencadeamento da erosão hídrica culmina nos processos erosivos que podem ocorrer das seguintes formas: erosão laminar ou superficial e erosão linear, englobando os sulcos, ravinas e voçorocas (Rubira et al., 2016). A erosão laminar ou superficial, consiste no processo erosivo em que uma fina camada do solo é removida a partir da ação de lâminas d’água difusas que escoam sobre a superfície. Na erosão linear são desenvolvidos cortes em formas de sulcos, que podem evoluir para ravinas a partir do seu aprofundamento, e se estabelecerem em nível máximo de evolução, as voçorocas (Infanti Junior e Fornasari Filho, 1998).

A ocorrência desses processos erosivos está relacionada diretamente a alguns fatores de origem natural ou como consequência da ação antrópica, tais como: geologia, geomorfologia, clima e precipitação pluviométrica, relevo, cobertura vegetal do solo, uso, ocupação e manejo do solo, orientação das vertentes de exposição e radiação solar (Streck et al., 2003; Flauzino, 2012). Segundo Morgan (1986) é de fundamental importância a identificação desses fatores, relacionando-os com os processos erosivos, ou seja, deve-se compreender como, onde e porque ocorre a

erosão.

Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi discutir a influência dos principais fatores relacionados à formação de processos erosivos em estágio avançado na região do Médio Vale Paraíba do Sul.

2 | PRINCIPAIS FATORES RELACIONADOS À PROCESSOS EROSIVOS

2.1 Geologia

A região da sub-bacia pertence a feição tectônica do grupo Paraíba do Sul, onde estão distribuídas rochas de diferentes graus de metamorfismo (Machado et al., 2010). Oliveira (1998) afirmam que as rochas metamórficas predominantes na região são: orto e paraderivadas de alto grau metamórfico, tendo como principais rochas os gnaisses porfiroclástico, biotita gnaise, muscovita biotita gnaise e as intrusões diabásicas

Os autores supracitados definem o gnaise porfiroclástico como um gnaise fino bandado com saprolítico, e possui sua mineralogia composta por feldspatos potássicos, quartzo, biotita plagioclásio. A biotita gnaise tem como composição mineralógica base a biotita, plagioclásio, quartzo e microlina. Já a muscovita biotita gnaise possui mineralogia composta por feldspato potássico, muscovita e quartzo. As intrusões diabásicas são afloramentos de pequeno tamanho, composta por plagioclásio, piroxênio e minerais opacos.

2.2 Geomorfologia

A geomorfologia apresenta o domínio das faixas de dobramentos remobilizados, cuja formação deve-se a fenômenos tetônicos (Santos, 2009). A formação morfo-estrutural da sub-bacia estudada é delimitada pelo delineamento estrutural no sentido Sudoeste-Nordeste (Santos, 2014). Ab'Saber (1997) afirma que isso explica o relevo acidentado que caracteriza a feição geomorfológica da região, conhecida como “Mar de Morros” (Figura 1), onde estão presentes diversos vales estruturais, formando uma rede de drenagem ampla e diversificada (Oliveira, 1998).

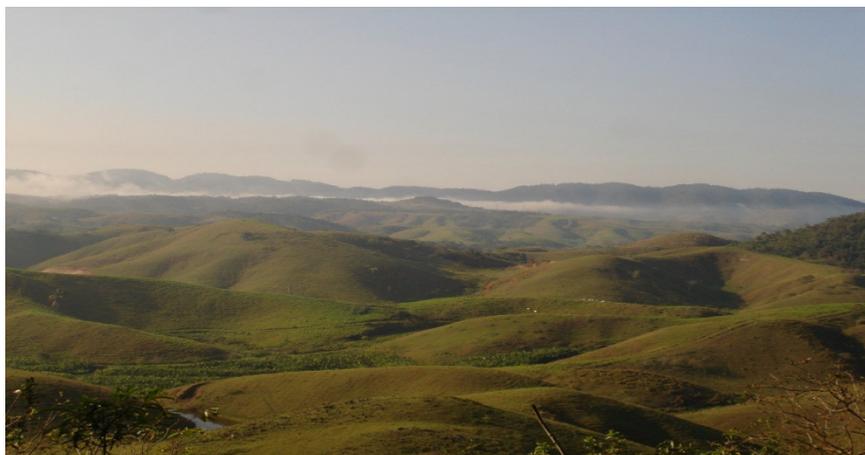


Figura 1: Feição geomorfológica da região, conhecida como “Mar de Morros”. Fonte: Marcos Gervasio Pereira (2016).

Na sub-bacia predominam as colinas situadas nas encostas com cobertura do tipo rampa de colúvio. Cortando esta formação, observam-se vales estruturais que condicionam a drenagem local, formando pequenas várzeas até encontrar a área de influência da grande várzea do Paraíba do Sul. As principais feições geomorfológicas são: bancadas arenosas, várzeas ou planícies de inundação, terraços fluviais, terraço alúvio-coluvionar, rampas de colúvio, colinas estruturais aplainadas, colinas estruturais isoladas, encostas de talus, encostas estruturais dissecadas, encostas adaptadas a falhamentos, vales estruturais, interflúvios estruturais e canais meandranes (Oliveira, 1998).

2.3 Clima e precipitação pluviométrica

A precipitação pluviométrica atua como um dos principais fatores climáticos no processo erosivo, fornecendo a energia necessária para a ocorrência da erosão hídrica (Bertoni e Lombardi Neto, 1999), sendo quanto maior a intensidade e a duração da precipitação pluviométrica, maior será o volume da enxurrada, distância percorrida e a sua velocidade, promovendo maior perda de solo.

Segundo Pruski (2009) as características mencionadas anteriormente, podem ser definidas como um conjunto chamado de erosividade da chuva. A erosividade depende da intensidade com que ocorrem das precipitações e da energia cinética de impacto das gotas, que quanto maior for, maior será a possibilidade de ocasionar a ruptura dos agregados (Wischmeier & Smith, 1958).

O clima da região é classificado como Cwa-clima temperado de inverno seco e verão chuvoso, e Am-clima tropical chuvoso com inverno seco e Aw–inverno seco (Alvares et al., 2014). A temperatura média máxima é de 30,9°C em janeiro e de 16,8°C em julho, ficando a média anual em torno de 22°C e a precipitação média varia entre 1300 a 1500 mm ano⁻¹ (Machado et al., 2010).

2.4 Relevô

O relevô é composto por distintas características que influenciam a dinâmica de uma sub-bacia e a ocorrência de processos erosivos. Dentre elas destacam-se: comprimento da rampa, declividade e forma da encosta (Carvalho et al., 2008), que influenciam diretamente na velocidade de escoamento superficial.

A declividade e o comprimento de rampa, em ação concomitante, atuam interferindo no escoamento superficial, influenciando sua velocidade e volume, e conseqüentemente na quantidade de solo que é carregado pela água. A declividade é definida como o ângulo de inclinação da superfície local em relação a um plano horizontal, influenciando diretamente na pedogênese, condicionando o potencial de erosão, a infiltração e retenção de água no solo (Schmidt et al., 2003). Ao estudar a bacia hidrográfica do rio Sapucaí (MG), os autores Durães e Mello (2016) observaram maior potencial erosivo nas declividades mais elevadas e em relevos mais movimentados, sendo o mesmo padrão observado por Silveira et al. (2013).

Castro et al. (2006) consideram o relevô como o principal fator que influencia nos processos erosivos, pois afetam a infiltração, o armazenamento superficial, o escoamento superficial, a refletância solar, a liberação e o transporte de partículas associadas à erosão hídrica e o perfil do vento sobre a superfície do solo. Em relevos mais planos a água tende a escoar lentamente e a infiltrar, já em relevos mais movimentados o escoamento superficial possui maiores velocidades propiciando maior susceptibilidade à perda de solo.

Para Pruski et al. (2004) o escoamento superficial está associado à erosão hídrica e é viabilizado quando a taxa de infiltração de água no solo é menor que a intensidade da precipitação. Os autores ainda afirmam que apesar do impacto das gotas de chuva, promove o desprendimento das partículas do solo, é o escoamento superficial da água que promove o carregamento das partículas de solo liberadas para áreas em que ocorre o escoamento concentrado.

As formas da encosta, segundo Neto (2013), condicionam a direção do escoamento superficial, podendo ser concentrado e difuso. Elas são definidas na literatura como feições topográficas ou também como pedoformas, que podem ser classificadas como linear, côncava ou convexa e as diferentes combinações dessas formas. Na pedoforma côncava, ocorre a convergência dos fluxos d'água, propiciando uma erosão localizada, já na pedoforma convexa, ocorre a divergência dos fluxos d'água, provocando uma erosão uniforme (Lepsch, 2002; Flauzino, 2012).

Epósito et al. (2010) consideram que na dinâmica das encostas, as pedoformas côncavas apresentam-se como zonas preferenciais para ocorrência de processos erosivos, como deslizamentos, em razão da convergência dos fluxos d'água, o que não corrobora com Sanchez et al. (2009) e Barros et al. (2016), pois esses autores consideram que as maiores perdas de solo e o maior potencial erosivo estão associados as pedoformas convexas.

De acordo com Machado (2007) o relevo regional possui uma sequência de morros com topo arredondados, em formato de meia laranja, definidos como “Mar de Morros”. A sub-bacia possui amplitude altimétrica de 360 metros, com altitude variando de 360 metros, na foz do ribeirão Cachimbal, até 720 metros na serra do Arrozal (Oliveira, 1998; Gaia-Gomes et al., 2018) (Figura 2), onde predominam encostas com declividades variadas (72,0 %), poucas áreas de topos de morros aplainados (5,7 %) e várzeas estreitas (22,3 %) nos vales estruturais da bacia e às margens de seu canal principal (Oliveira, 1998; Santos, 2009; Santos, 2014).

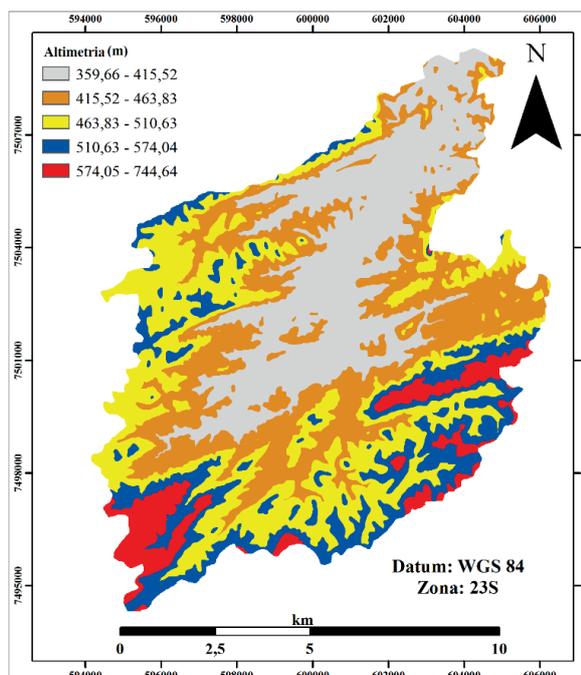


Figura 2: Mapa de altimetria da sub – bacia do ribeirão Cachimbal – RJ. Fonte: Adaptado de Gaia-Gomes et al., 2018.

Conforme apresentado por Gaia-Gomes et al. (2018) a declividade da sub-bacia, possui as classes de declividade distribuídas, com: 34,8% de área representando a classe forte ondulado (20 a 45 %) e 28,5% de área a classe ondulado (8 a 20%).

2.5 Solos

O solo é um recurso natural não renovável, em que seu uso inadequado pode acarretar negativamente nos processos erosivos. A degradação do solo em sua maioria está diretamente relacionada a cultivos conduzidos irregularmente, a adoção de práticas inapropriadas, de maneira geral proveniente de ações do antrópicas.

Os atributos edáficos atuam na forma e intensidade que o processo erosivo pode desencadear e que as diferentes características físicas e químicas dos solos são fundamentais na definição da dinâmica da água, podendo influenciar no desprendimento e transporte de partículas do solo.

Os atributos físicos, estrutura, agregação e porosidade influenciam na capacidade de infiltração da água e no arraste das partículas de solo. A redução da

estabilidade dos agregados favorece a individualização das partículas e aumenta o escoamento superficial, e conseqüentemente o risco de erosão (Oliveira, 2011). Outro atributo físico a ser considerado é a espessura, onde solos menos espessos tendem a apresentar potencial erosivo mais elevado em comparação a solos mais profundos. Dessa forma a presença do contato lítico próximo a superfície favorece esse processo.

O processo ocorre devido à saturação dos horizontes do perfil, que após essa etapa, iniciam o processo de escoamento superficial, aumentando a possibilidade de arraste e transporte de partículas. Ele também pode ser favorecido em solos que apresentam horizontes de acumulação de argila (Bt) textural, plânico ou nítico (Santos et al., 2013). A presença desse horizonte diminui o fluxo interno de água acentuando o processo erosivo.

Os solos predominantes na sub-bacia do ribeirão Cachimbal, conforme Oliveira (1998), Santos (2009) e Machado et al. (2010), são: no topo e terço superior da encosta os Latossolos Vermelho-Amarelos; na encosta os Argissolos Vermelho-Amarelo e Cambissolos Háplicos; e nas baixadas Neossolos Flúvicos, Gleissolos e Planossolos. Outras classes de solo não predominantes, porém, ocorrentes: Chernossolos, Gleissolos Húmico e pouco Húmido (Menezes, 1999).

Segundo Bono (1994), processos erosivos ocorrentes em pastagens sob locais onde predominam os Cambissolos, a erosão apresentou os maiores índices de perda de solo, podendo este padrão estar associado às características do relevo no qual ocorrem os Cambissolos: declividade acentuada associado a atributos físicos tais como a baixa macroporosidade e baixa permeabilidade.

A classe dos Argissolos, na área supracitada, apresenta-se facilmente erodível e com baixa fertilidade, devido a associação entre a presença de um horizonte de acúmulo de argila (Bt), do material de origem, relevo com alta declividade e drenagem moderada ou acentuada (Menezes, 1999). Santos (2002) ainda relaciona esse padrão com a presença de horizonte C muito profundo e friável, apresentando grande susceptibilidade à formação de processos erosivos em estágio avançado, as voçorocas.

2.6 Cobertura vegetal do solo

A cobertura vegetal do solo apresenta-se como condicionador fundamental na capacidade de infiltração e armazenamento de água, pois ela pode promover a proteção do solo contra os agentes erosivos (Franco, 2015).

A incidência de precipitação pluviométrica sobre o solo, caso ele não esteja coberto, a camada superficial do solo pode ser compactada devido ao impacto direto das gotas da chuva, e a infiltração será reduzida.

Solos cobertos por vegetação, são menos susceptíveis à erosão hídrica, pois a cobertura superficial dissipa a energia da chuva, atuando como proteção para a

superfície do solo, aumentando então a infiltração, diminuindo o escoamento superficial e a erosão hídrica e influenciando na atividade dos microorganismos (Castro et al., 2006).

Os autores supracitados, afirmam que áreas descobertas e fisicamente degradadas, tendem a apresentar alta erosão hídrica em decorrência da ação direta do impacto das gotas da chuva que desagregam e transportam partículas de solo, em especial pelo processo de salpicamento, provocam selamento superficial, diminuem a retenção, infiltração e redistribuição de água no solo e aumentam o volume de escoamento superficial.

A região da sub-bacia está inserida no Bioma da Atlântica, que tem como vegetação original a Floresta Estacional Semidecidual Submontana. De acordo com Menezes (1999), a cobertura vegetal predominante na região é constituída por pastagens, implantadas e espontâneas não manejadas, que se apresentam com diferentes estágios de degradação, nível de uso e ou abandono, dando origem às demais formas de vegetação da área, como os pastos sujos e as capoeiras com diferentes estádios sucessionais.

2.7 Orientação das vertentes de exposição

Entende-se como orientação das vertentes como a direção da declividade, medida a partir do norte aumentando em sentido horário, com variação de 0° a 360°, sendo ela muito importante para entender o comportamento da vegetação, do solo, da radiação solar, temperatura e umidade (Pinheiro, 2012).

No hemisfério sul as vertentes orientadas para o norte são superfícies com incidência de radiação mais elevada (Sirtoli et al., 2008), o que corrobora com Marques et al. (2005), que ao estudar as vertentes do Estado do Rio de Janeiro verificaram que as orientações para norte e nordeste são mais secas. Ao realizar a caracterização morfométrica da sub-bacia do ribeirão Cachimbal, Gaia-Gomes (2017) observou que na presente sub-bacia ocorre predomínio das classes noroeste e norte, respectivamente 17,2 % e 16,3 % da área.

De acordo com Fu e Rich (2000), a variação da orientação de vertentes associada à altimetria e a declividade, interfere no sombreamento causado pelas feições geomorfológicas, formando gradientes, que atuam na distribuição de energia e no fluxo de água.

2.8 Radiação solar global

A radiação solar global é definida como toda a energia que alcança a superfície terrestre, através de ondas curtas (Vianello e Alves, 2012). Ela é condicionada pela orientação das vertentes e pela declividade e atua influenciando diretamente os atributos edáficos de modo a fornecer energia para que os processos físicos e biológicos do solo ocorram.

O cálculo da radiação solar global pode ser obtido, utilizando algoritmo desenvolvido por Fu e Rich (2000). Essa simulação envolve uma representação que exibe a posição aparente do sol, calculada com base na latitude da área de estudo e variando de acordo com a hora do dia e os dias do ano. As classes consideradas foram < 1.500.000, 1.500.000 – 1.600.000, 1.600.000 – 1.700.000 e > 1.700.000 Watts.

Ao realizar a caracterização morfométrica da sub-bacia do ribeirão Cachimbal, Gaia-Gomes (2017) obteve o modelo que representa a incidência da radiação solar na sub-bacia do ribeirão Cachimbal, em que foi verificada grande variação na porcentagem de área de incidência, com valores entre 63,4% e 6,4% (Tabela 1).

Classes	Área (%)
< 1.500.000	12,5
1.500.000-1.600.000	17,7
1.600.000-1.700.000	63,4
> 1.700.000	6,4

Tabela 1. Distribuição da radiação solar (KWH/m²/ano).

Santos (2014) afirma que essa variação ao longo da sub-bacia possibilita o surgimento de zonas com diferentes umidades de solo. Chami et al. (2011) e Callegaro et al. (2012) estudando a dinâmica de regeneração natural, observaram que a luminosidade proveniente da radiação solar é muito importante para a regeneração, pois influencia no desenvolvimento das plantas, catalisando todo o processo de crescimento.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sub-bacia encontra-se sob uma feição tectônica do grupo Paraíba do Sul, onde ocorrem rochas com diferentes graus de metamorfismo, com distribuição morfo-estrutural delimitada pelo delineamento estrutural no sentido Sudoeste-Nordeste, o que explica o relevo acidentado que caracteriza a feição geomorfológica da região, conhecida como “Mar de Morros”.

O clima regional proporciona períodos de maiores precipitações pluviométricas ao longo do ano, que associada as elevadas declividades da região, a solos facilmente erodíveis, a exposição do solo decorrente da remoção da cobertura vegetal favorecem a ocorrência de processos erosivos.

A declividade observada na região favorece um maior escoamento superficial o que contribui para a formação de voçorocas, sendo esse processo intensificado, em alguns casos, pela remoção da cobertura vegetal.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N.; TUNDISI, G. T.; FORNERIS, L.; MARINO, M. C.; ROCHA, O.; TUNDISI, T.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; VUONO, Y. S.; WATANABE, S. Glossário de ecologia. **Academia de Ciência do Estado de São Paulo**. São Paulo, n.103, 352p., 1997.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2014.
- BARROS, F. da C.; GAIA-GOMES, J. H.; PEREIRA, M. G. Avaliação da frequência de distribuição de voçorocas em pedoformas côncava e convexa na sub – bacia do ribeirão Cachimbal, Pinheiral (RJ). **I Simpósio Argentina-Brasil-Cuba**, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 355p., 1990.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 355p, 1999.
- BORGES, T. K de S.; MONTENEGRO, A. A de A.; SANTOS, T. E; M dos; SILVA, D. D da; JUNIOR, V. de P. e S. Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (zea mays l.) em semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n.6, p. 1862-1873, 2014.
- CARVALHO, R. B. **Conservação do solo agrícola: Levantamento de dados e caracterização**. Porto Alegre. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 2008. 50p. Monografia.
- CASTRO, L. G.; COGO, N. P.; VOLK, L. B. S. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p.339-352, 2006.
- DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Cia. das Letras, 1997. 484p.
- DUMMER, J. **Análise dos Condicionantes do Meio e dos Usos Agrícolas na Ocorrência de Erosão Linear no Município de Chuvisca, RS**. Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. 2014. 90p. Dissertação de Mestrado.
- DURÃES, M. F. & MELLO, C. R de. Distribuição espacial da erosão potencial e atual do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, MG. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 4, p. 677-685, 2016.
- DRUMMOND, J.A. **Devastação e preservação ambiental no Rio de Janeiro**. Niterói: EDUFF, 1997. 180 p.
- EPÓSITO, C. C.; BUENO, G. T.; LOBO, C. F. F.; SOUSA, J. B. de. Estrutura de rochas metassedimentares e vulnerabilidade aos movimentos de massa – bacia do córrego do cercadinho, Belo Horizonte-MG. **Revista de Geografia**, Recife, UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 3, 2010.
- ENDRES, P. F.; PISSARRA, T. C. T.; BORGES, M. J.; POLITANO, W. Quantificação das classes de erosão por tipo de uso do solo no município de Franca, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 26, n.1, p. 200-207, 2006.
- FRANCO, M. do R. da S. **Formação de ravinas: significância para a perda de solo por erosão hídrica**. Dissertação de Mestrado. Instituto politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária.
- FU, P.; RICH, P. M. **The solar analyst 1.0 manual**. Helios Environmental Modeling Institute (HEMI),

Estados Unidos da América, 2000.

FLAUZINO, B. K. **Degradação do solo pela erosão hídrica e capacidade de uso em sub-bacia hidrográfica piloto no sul de Minas Gerais**. Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais, 2012. 91p. Dissertação de Mestrado.

INFANTI JUNIOR, N.; FORNASARI FILHO, N. **Processos de dinâmica superficial**. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. Geologia de engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, p. 131-152, 1998.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002, 178 p.

LIMA, S. S.; SILVA, R. M.; SCORIZA, R.; PONTES, R. M.; PEREIRA, M. G. Macrofauna edáfica em toposequência com ocorrência de ninhos epígeos de térmitas em ambiente de “Mar de Morros” Pinheiral – RJ. **III Simpósio de Pesquisa em Mata Atlântica**, 2014.

LEPSCH, I. F. 19 **Lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos. 2011, 456p.

MACHADO, R. L. **Perda de Solo e Nutrientes em Voçorocas com Diferentes Níveis de Controle e Recuperação no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul**. Seropédica. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007. 87p. Dissertação de Mestrado.

MACHADO, R. L.; RESENDE, A. S. de; CAMPELLO, E. F. C.; OLIVEIRA, J. Á., FRANCO, A. A. Soil and nutrient losses in erosion gullies at different degrees of restoration. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p.945-954, 2010.

MARQUES, R.; SOUZA, R.; BATALHA, C. Fatores controladores da formação de voçorocas na microbacia hidrográfica Zé Açú, Parintins-AM. **Revista Geonorte**, Amazonas, v.10, p.380-385, 2016.

MARQUES, O.; TIENNE, L.; CORTINES, E.; VALCARCEL, R. **Atributos ambientais definidores de presença de fragmentos florestais de Mata Atlântica em microbacias instáveis**. EDUR. Revista Universidade Rural Série Ciências da Vida. Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p.145-150, 2005.

MENEZES, C. E. G. **Diagnóstico de degradação do solo em função da topografia e cobertura vegetal no município de Pinheiral-RJ**. Seropédica. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 1999. 186p. Dissertação de Mestrado.

MENEZES, C. E. G.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; ANJOS, L. H. C. dos; PAULA, R. R.; SOUZA, M. E. de. Aporte e decomposição da serapilheira e produção de biomassa radicular em florestas com diferentes estágios sucessionais em Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal, Santa Maria**, v. 20, n. 3, p. 439-452 jul.-set., 2010.

MORGAN, R. P. C. **Soil erosion and conservation**. Inglaterra: Longman Group. 1986.

NETO, C. A. da S. Evaluation of vulnerability to loss of soil in watershed of Salobra river, MS, based on the forms of terrain. **Revista Geografia**, v. 22, n. 1.p.05-25, 2013.

OLIVEIRA, J. A. **Caracterização física da Bacia do Ribeirão Cachimbal-Pinheiral (RJ) e de suas principais paisagens degradadas**. Seropédica. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 1998. 142p. Dissertação de Mestrado.

OLIVEIRA, B. E. N. de. **Mapeamento, identificação e análise dos fatores relacionados aos processos erosivos no Distrito Federal – ênfase nas voçorocas**. Distrito Federal. Universidade Federal de Brasília. 2011. Dissertação de Mestrado.

PEREIRA, M. J. F. da C. História Ambiental do Café no Rio de Janeiro-Século XIX a transformação do capital natural e uma análise de desenvolvimento sustentável. **Simpósio de história: guerra e paz**.

Londrina. Anais: ANPUH/UEL. 23p., 2005.

PINHEIRO, H. S. K. **Mapeamento digital de solos por redes neurais artificiais da bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu, RJ.** Seropédica. Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 138p. 2012. Dissertação de Mestrado.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. **Escoamento superficial.** Viçosa: UFV, 2004. 87p.

PRUSKI, F. F. **Conservação do solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica.** Viçosa: Editora UFV, ed. 2, 2009, 279p.

RUBIRA, F. G.; MELO, G. do V. de; OLIVEIRA, F. K. S. de. Proposta de padronização dos conceitos de erosão em ambientes úmidos de encosta. **Revista de Geografia**, Recife, v. 33, n. 1, p.169-193, 2016.

SANCHEZ, R. B.; JÚNIOR, M. J.; SOUZA, Z. M. de; PEREIRA, G. T.; FILHO, M. V. M. Variabilidade Espacial de Atributos do Solo e de Fatores de Erosão em Diferentes Pedoformas. **Revista Bragantia**, v. 68, n.4, p.1095-1103, 2009.

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

SANTOS, A. do C. **Pedogênese e alterações geoquímicas em topossequências na Bacia do Ribeirão do Cachimbal na Região do Médio Vale do Paraíba, RJ.** Seropédica. Instituto de Agronomia, Departamento de Solos. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2009. 241p. Tese de Doutorado.

SANTOS, G. G.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. de. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.2, p.115–123, 2010.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.

SANTOS, G. L. **Efeito da Pedoforma no Processo de Sucessão Secundária em Fragmentos Florestais na Região do Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral, RJ.** Seropédica. Instituto de Floresta, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2014. 130p. Dissertação de Mestrado.

SILVA, A. M.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; AVANZI, C. J.; FERREIRA, M. M. Erosividade da chuva e erodibilidade de Cambissolo e Latossolo na região de Lavras, Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 1811-1820, 2009.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P. B. de. **Hidrossedimentologia em bacias hidrográficas.** 2. ed. São Carlos: RIMA, 2007, 158p.

SILVEIRA, C. T da; FIORI, A. P.; FERREIRA, A. M.; GÓIS, J. R. de; MIO, G. de; SILVEIRA, R. M. P; MASSULINI, N. E. B.; LEONARDI, T. M. H. Emprego de atributos topográficos no mapeamento da susceptibilidade a processos geoambientais na Bacia do rio Jacareí, Paraná. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 25, n. 3, p.623-639, 2013.

SIRTOLI, A. E.; SILVEIRA, C. T. da; MANTOVANI, L. E.; SIRTOLI, A. R. dos A.; OKA-FIORI, C. Atributos do relevo derivados de modelo digital de elevação e suas relações com solos. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 9, n. 3, p.317-329, 2008.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O.; BALBINOT JÚNIOR, A. A. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico aluminoso submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 427-436, 2000.

SCHIMIDT, J.; EVANS, I. S.; BRINKMANN, J. Comparison of polynomial models for land surface curvature calculation. **International Journal of Geographical Information Science**, Estados Unidos, v.17, n. 8, p. 797-814, 2003.

STRECK, E.V.; COGO, N. P. Reconsolidation of the soil surface after tillage discontinuity, with and without cultivation, related to erosion and its prediction with RUSLE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.141-152, 2003.

VIANELLO, R. L.; ALVES A. R. **Metereologia básica e aplicações**. 2a Ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 460 p.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning**. Washington: USDA, 1978. 58p.

DIA DE CAMPO SOBRE MANEJO DE SOLO PARA CAPACITAÇÃO DE ESTUDANTES DE AGRONOMIA EM EXTENSÃO RURAL

Bruna Schneider Guimarães
Carlos Alberto Casali
André Francisco Ferreira
Raquel da Silva Bartolomeu
Bruna Larissa Feix
Matheus Plucinski Nardi
Graciele Ferreira da Rosa
Isabella Araújo Peppe
Amanda Cristina Beal Acosta
Leticia de Alcântara Dôres
Flávia Lima Moreira

RESUMO: Visando qualificar a formação dos seus acadêmicos, universidades fomentam a realização de projetos de extensão, como dias de campo em cursos das Ciências Agrárias. Dentre as áreas pertinentes, tem-se a ciência do solo, na qual tem ganhado espaço a difusão de conhecimentos sobre a construção da fertilidade do perfil do solo. Esta somente é obtida com a diversificação de práticas agrícolas, como o uso de plantas de cobertura e gesso agrícola. Este trabalho objetivou apresentar o dia de campo sobre manejo de solo como ferramenta para a capacitação de estudantes de agronomia em extensão rural. O dia de campo foi realizado por uma empresa privada em Dois Vizinhos, Paraná, tendo a participação do GPCS da UTFPR-DV. Para o dia de campo instalou-se três unidades demonstrativas, sendo duas com parcelas de

culturas anuais sob diferentes manejos e uma trincheira de solo didática. Com a explanação dos estudantes foi possível repassar aos técnicos e produtores que compareceram ao dia de campo as vantagens do gesso agrícola e das plantas de cobertura, além de demonstrar ludicamente como os nutrientes se comportam no solo. Para os acadêmicos participantes ficou a preparação para a vida profissional,sendofundamental a extensão para a aplicação dos conhecimentos adquiridos em sala de aula. Conclui-se que a inserção da universidade em dias de campo com atividades didáticas agregam conhecimento tanto para os acadêmicos quanto para os produtores e técnicos que neles participam, representando uma ótima ferramenta de extensão rural.

PALAVRAS-CHAVE: Educação em solos, Nutrição de plantas, Formação acadêmica.

FIELD DAY ON SOIL MANAGEMENT FOR TRAINING AGRICULTURAL STUDENTS IN RURAL EXTENSION

ABSTRACT: In order to qualify the training of its academics, universities encourage the implementation of extension projects, such as field days in agricultural science courses. Among the pertinent areas, there is the soil science, in which the knowledge of the fertility construction of the soil profile has been disseminated. This

is only obtained with the diversification of agricultural practices, such as the use of cover crops and agricultural gypsum. This work aimed to present the field day on soil management as a tool for the training of students of agronomy in rural extension. The field day was conducted by a private company in Dois Vizinhos, Paraná, with the participation of GPCS of UTFPR-DV. For the field day three demonstration units were installed, two with annual crop parcels under different management and a trench of didactic soil. With the explanation of the students it was possible to pass on to the technicians and producers who attended the field day the advantages of the agricultural gypsum and of the cover plants, in addition to demonstrating how the nutrients behave in the soil. For the participating academics was the preparation for the professional life, being fundamental the extension for the application of the knowledge acquired in the classroom. It is concluded that the insertion of the university in field days with didactic activities add knowledge both for the academics and for the producers and technicians who participate in them, representing a great tool of rural extension.

KEYWORDS: Soil education, Plant nutrition, Academic training.

INTRODUÇÃO

Com a finalidade de melhorar a formação acadêmica, as universidades buscam desenvolver projetos de extensão que visam conciliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos em sala de aula com a realidade da sociedade. A extensão rural é um processo de educação informal e relaciona-se a todas as formas de ensinar e apreender em dias de campo, visitas, trocas de experiências, viagens de estudos, reuniões e outras atividades formativas envolvendo agricultores e extensionistas (BALEM, 2015).

Nas Ciências Agrárias, destaca-se a realização de dias de campo, nos quais os alunos mostram novas e corretas práticas de manejo e relatam seus conhecimentos em diversas áreas de estudo, permitindo o contato direto com os produtores rurais. Conforme, Balem (2015), o dia de Campo é um método grupal e complexo, que a extensão rural utiliza para a divulgação, motivação e programação de técnicas relativas às propriedades rurais, tanto no âmbito de tecnologias de produção, como as ligadas as questões sociais e à preservação ambiental, além de ampliar a divulgação do trabalho extensionistas e promover a integração municipal, regional e estadual.

Dentre as diferentes subáreas das Ciências Agrárias, a Ciência do Solo tem destaque, pois é contemplada por muitas disciplinas na formação acadêmica de engenheiros agrônomos, florestais, agrícolas, ambientais, bem como zootecnistas. Nesse sentido, a capacitação dos estudantes em Ciência do Solo também deve se dar em nível extensionista, a partir da realização de ações que busquem integrar os estudantes com a sociedade no debate sobre práticas de manejo do solo, principalmente na difusão de técnicas que melhorem a qualidade das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, para que o mesmo seja capaz de cumprir suas funções, como a produção de plantas saudáveis e o papel de filtro ambiental.

Nos últimos tempos, tem sido debatido a construção da fertilidade do perfil do solo e não apenas dos primeiros 10 cm. Para tanto, torna-se necessária a realização conjunta de diversas práticas agrícolas. Segundo Kepkler; Anghinoni (1996), a disponibilidade dos nutrientes aos vegetais pode ser afetada pela mobilidade dos mesmos e a acidez do solo também se torna um limitante na produção agrícola. Para tanto, se faz a aplicação de corretivos de acidez como o calcário, o qual tem seus efeitos no solo bem conhecidos, como na correção da acidez do solo e no aumento da disponibilidade de nutrientes (KEPKLER; ANGHINONI, 1996; RHEINHEIMER et al., 2000). Contudo, os efeitos positivos da calagem restringem-se aos primeiros 10 cm de solo (RHEINHEIMER et al., 2000; FRANCHINI et al., 2001).

O gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) torna-se uma alternativa para melhorar o perfil do solo em maiores profundidades, pois tem elevada solubilização em água e percolação no solo, aumentando a fertilidade ao longo do perfil do solo, reduzindo a saturação por alumínio (m%) e conseqüentemente, benéfico ao sistema radicular das plantas, melhorando a absorção de água e nutrientes (TRINDADE, 2013). Pauletti et al. (2014) verificaram que a aplicação de gesso agrícola reduziu a saturação por Al e aumentou os teores de Ca e S no perfil do solo, aumentando a produtividade de milho e trigo e influenciando a soja em safra com deficiência hídrica.

Associado ao uso de insumos condicionadores de solo, o cultivo de plantas de cobertura podem otimizar os efeitos positivos dos corretivos em profundidade (FRANCHINI et al., 2001), além de propiciar benefícios ao solo. Segundo Argenton et al. (2005), o uso de plantas de cobertura amplia a absorção dos nutrientes, controla os processos erosivos, reduz a ocorrência de plantas daninhas, bem como melhora a estrutura do solo.

Assim, tendo em vista a importância da capacitação em extensão rural dos estudantes de agronomia, principalmente na difusão de práticas agrícolas da Ciência do Solo, como uso de corretivos e plantas de cobertura, o trabalho teve como objetivo apresentar o dia de campo sobre manejo de solo como ferramenta para a capacitação de estudantes de agronomia em extensão rural.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Ciência do solo (GPCS) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV), em parceria com a Cerealista Gaio Agronegócios, que fica sediada em Dois Vizinhos, Paraná. Essa empresa comercializa insumos e presta assistência técnica para agricultores de oito municípios da Região Sudoeste do Paraná, possuindo um corpo técnico de aproximadamente 30 profissionais entre técnicos agrícolas e engenheiros agrônomos. Para garantir a prestação de serviço qualificada aos seus agricultores assistidos, desde 2009 a GAIO agronegócios realiza semestralmente o Encontro Tecnológico da Gaio Agronegócios (ENTEG), um dia de campo com duração

de 2 dias, em média, com o intuito de difundir novas tecnologias e práticas agrícolas aos seus assistidos e comunidade em geral.

A estruturação do estande para o dia de campo iniciou em novembro de 2018 na área experimental da Cerealista Gaio, no município de Dois Vizinhos – PR. Foram instaladas três unidades dentro do estande, sendo duas com parcelas de culturas de grãos e uma trincheira didática para demonstração dos nutrientes no perfil do solo.

Uma das unidades com culturas de grãos era composta por cinco parcelas de dimensões 2,0x4,0 metros que receberam doses de gesso agrícola 0; 1,5; 3,0; 6,0 e 9,0 toneladas por hectare, aplicado manualmente (Figura 1). Posteriormente, semeou-se a cultura da soja (*Glycinemax*), cultivar ZEUS 55157, com adubação de base de 250 Kg ha⁻¹ da formulação NPK 05-25-12. Cada parcela foi identificada com o seu respectivo tratamento, facilitando assim o entendimento do público.

Outra unidade com culturas de grãos se baseou em parcelas de dimensões de 2,0 x 4,0 metros cultivadas com plantas de cobertura de inverno com posterior semeadura de milho (*Zeamays*) em sequência (Figura 1). Foram utilizadas como plantas de cobertura os seguintes tratamentos, aveia (*Avena sativa*), centeio (*Secale cereale*), nabo (*Raphanussativus*), centeio + nabo, aveia + nabo, aveia + centeio + nabo, além de uma parcela que permaneceu empousio, apenas com o desenvolvimento de plantas daninhas. As plantas de cobertura foram semeadas manualmente 3 meses antes da semeadura da cultura do milho e quando atingiram o pleno florescimento foram dessecadas com uso de glifosato. 20 dias após a dessecação realizou-se a semeadura do milho com auxílio de semeadora acoplada a trator. Utilizou-se como adubação de base 300 Kg ha⁻¹ da formulação de NPK 08-20-18, sem realizar adubação nitrogenada de cobertura para não interferir no efeito dos resíduos culturais das plantas de cobertura sobre a cultura do milho.

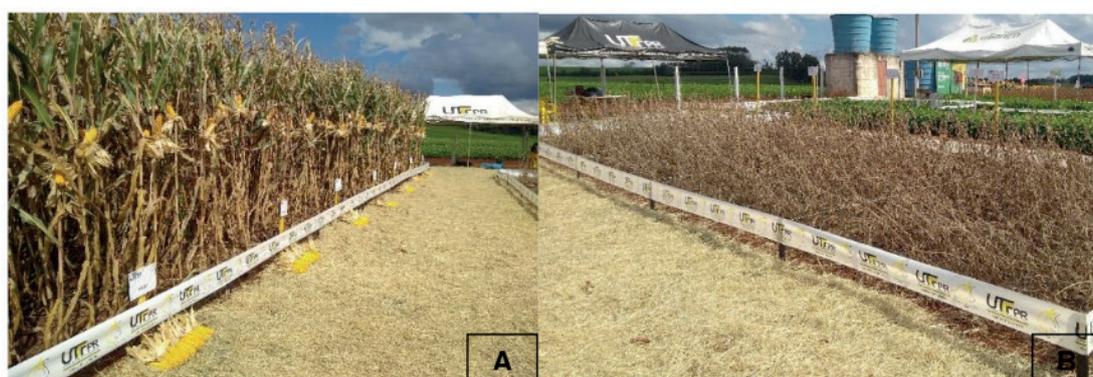


Figura 1 - Parcelas demonstrativas demarcadas para o dia de campo, (A) milho semeado sobre resíduos de plantas de cobertura e (B) soja sobre diferentes doses de gesso agrícola.

Fonte: Autores, 2019.

Outra atividade montada para o dia de campo foi a construção de uma trincheira didática, implantada em janeiro de 2018 com dimensionamento de 5,0 x 5,0 x 1,5 metros (LxCxA). A construção foi realizada com o auxílio de uma retroescavadeira

e recebeu acabamentos manual nas laterais e nos degraus da arquibancada, sendo revestida com madeira para evitar o desmoronamento do solo (Figura 2).

O perfil de solo que foi exposto ao público foi dividido em duas partes, sendo aplicado os tratamentos calcário e gesso agrícola+calcário. Posteriormente, realizou-se a semeadura de milho onde foi aplicado apenas calcário e a semeadura do consórcio milho+braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) onde foi aplicado gesso+calcário. No dia da exposição, para representar os nutrientes no perfil do solo e facilitar a interpretação foram utilizadas bolas de isopor com diferentes cores e tamanhos para simular a disposição dos nutrientes no solo, entre eles fósforo, potássio, enxofre, cálcio, além do hidrogênio e alumínio. Após, as raízes foram expostas manualmente e pintadas com tinta spray de cor branca para facilitar a visualização (Figura 2).

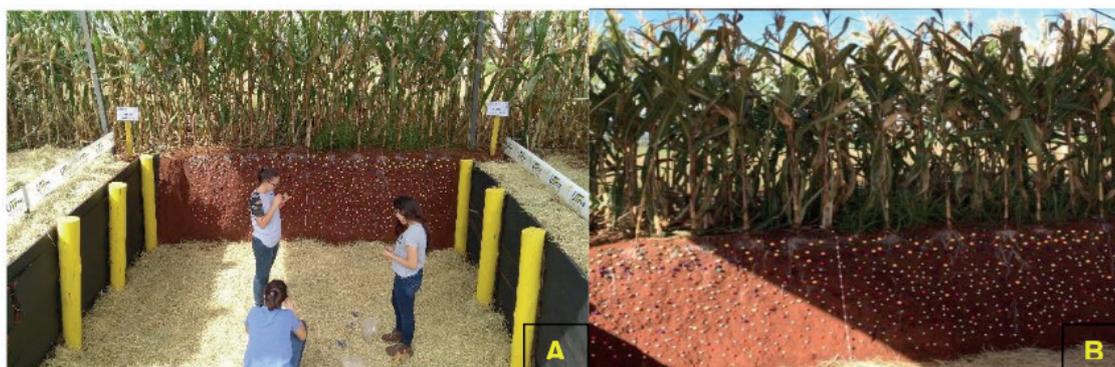


Figura 2—(A) Construção da trincheira com revestimento interno objetivando evitar o desmoronamento das laterais. (B) Trincheira didática devidamente identificada com o uso de bolas de isopor simulando a distribuição dos nutrientes no perfil do solo.

Fonte: Autores, 2019.

Nos dias 22 e 23 de março de 2019 ocorreu o Encontro Tecnológico da Gaio Agronegócios (ENTEG), onde os acadêmicos do GPCSDa UTFPR-DV previamente treinados apresentaram aos produtores, técnicos, e estudantes o manejo realizado nas parcelas, a importância de se construir bom manejo de solo, e os benefícios que estes apresentaram. Os acadêmicos se revezavam nas apresentações para que todos pudessem apresentar todas as parcelas ao menos uma vez.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A prática extensionista desenvolvida pelos acadêmicos possibilitou repassar aos técnicos, produtores e alunos que compareceram ao dia de campo as vantagens de diversos manejos de solos, principalmente manejos de baixo custo, como o uso de gesso agrícola e o cultivo de plantas de cobertura. Conforme Balem (2015), o dia de campo é uma das principais ferramentas utilizadas para a difusão de tecnologias da modernização da agricultura e também muito utilizado em uma extensão rural construtivista e agroecológica, pois serve para motivar, informar e mostrar os diferenciais de condução dos sistemas de produção para outros agricultores. Esses

aspectos eram destacados pelos estudantes de agronomia que recepcionavam e guiavam os visitantes na visualização das parcelas demonstrativas (Figura 3A).

Nas parcelas com uso de gesso agrícola a cultura da soja chamou a atenção dos visitantes o fato de que nas maiores doses do corretivo a soja teve menor acamamento. Esse aspecto está relacionado a melhor nutrição com Ca oriundo da aplicação de gesso, que garante paredes celulares mais resistentes, bem como o aprofundamento do sistema radicular no solo (Pauletti et al. 2014).



Figura 3 - Exposição das parcelas demonstrativas feitas pelos estudantes de agronomia aos agricultores e técnicos que visitaram o estande do GPCS da UTFPR-DV durante o dia de campo.

Fonte: Autores, 2019.

As parcelas com milho cultivado sobre resíduos de plantas de cobertura conseguiram demonstrar de forma lúdica como a ciclagem de nutrientes pelas plantas de cobertura podem interferir na produtividade do milho. Como foram arrancadas e expostas espigas de milho das parcelas demonstrativas, os agricultores interagiram pegando elas nas mãos e fazendo a comparação entre os diferentes tratamentos (Figura 3).

A trincheira foi uma das principais atrações do dia de campo, pois sua didática facilitava a visualização por parte dos agricultores e técnicos sobre o efeito positivo que a aplicação do gesso agrícola associada ao calcário, mais o consórcio de milho e braquiária, conseguiram na fertilidade do perfil do solo até 60 cm de profundidade (Figura 4). Pauletti et al., (2014) verificaram que a melhoria da fertilidade do solo em profundidade (acima de 40 cm) somente foi obtida com a aplicação do gesso associado ao calcário.

Nesse aspecto, a colocação das bolas de isopor representando os nutrientes no perfil do solo e a pintura das raízes de branco foram fundamentais para tornar didática as explicações feitas pelos estudantes de agronomia. Da mesma forma, o fato da trincheira ser grande, ao ponto de acondicionar o público em uma arquibanca, fez com que os visitantes se sentissem confortáveis e conseguissem prestar atenção e interagir durante a apresentação.



Figura 4 - Grupo de produtores dentro da trincheira e observando a explanação sobre os efeitos do uso do gesso agrícola + calcário e cultivo de consórcio de milho + braquiária na dinâmica de nutrientes do perfil de solo.

Fonte: Autores, 2019.

Conforme Balem (2015), é necessária a obtenção de uma extensão construtiva, que é a junção dos conhecimentos empíricos dos agricultores, com o conhecimento técnico científico dos extensionistas. Para isso, é preciso realizar métodos de aprendizagem coletivos. Os dias de campo servem para que essa troca de conhecimento entre extensionista e produtor aconteça, e com a junção desses conhecimentos busquem alcançar melhores resultados para o sistema de produção agrícola.

Para os acadêmicos que apresentaram o dia de campo a exposição ao público externo à universidade se torna uma preparação para a vida profissional, já que o contato com produtores, técnicos e acadêmicos sempre estará presente na vida dos profissionais, portanto, é de suma importância que se aplique os conhecimentos adquiridos em sala de aula em atividades de extensão. A extensão rural não simples, mas é necessário na vida profissional de um técnico e causa efeitos positivos nas vidas das famílias de agricultores (BALEM, 2015).

CONCLUSÕES

Conclui-se que a inserção da universidade em dias de campo com atividades didáticas, como o uso da trincheira e parcelas demonstrativas, agregam conhecimento tanto para os acadêmicos quanto para os produtores, técnicos e o público em geral que deles participam. Observa-se, ainda, que os dias de campos são uma ótima ferramenta de extensão rural e sua realização deve ser estimulada dentro das instituições de ensino.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Fundação Araucária pelo pagamento de bolsa e incentivo nesta pesquisa e a empresa Gaio Agronegócios pela parceria no desenvolvimento do trabalho e dia de campo.

REFERÊNCIAS

ARGENTON, J.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; WILDNER, L. P. **Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de latossolo vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. 29:425-435, 2005.

BALEM, T. A. **Extensão e desenvolvimento rural.** Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico: Rede e-Tec Brasil, 2015. 123p.

FRANCHINI, J.C.; MEDA, A.R.; CASSIOLATO, M.E.; MIYAZAWA, M. & PAVAN, M.A. **Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por métodos biológicos.** Sci. Agric., 58:357-360, 2001.

KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. **Modos de adubação, absorção de nutrientes e rendimento de milho em diferentes preparos de solo.** Pesq. Agropec. Gaúcha, 2:79-86, 1996.

MARTINS, S. N.; ECKHARDT, V. M. R.; VALANDRO, N. A.; COSTA, J. **A contribuição da extensão na formação de universitários: um estudo de caso.** Revista NUPEM, 7:, 2015.

PAULETTI, V.; PIERRI, L.; RANZAN, T.; BARTH, G. & MOTTA, A. C. V. **Efeitos em longo prazo da aplicação de gesso e calcário no sistema de plantio direto.** Rev. Bras. Ciênc. Solo 38:495-505, 2014.

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

TRINDADE, B. S. **Atributos químicos do solo e a produtividade de grãos afetados pelo gesso agrícola com e semi irrigação.** Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, p 21:, 2013.

QUALIDADE DE FORMAÇÃO DO TORRÃO DE MUDAS DE RÚCULA EM FUNÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS PROVENIENTE DA COMPOSTAGEM DE GLICERINA BRUTA ASSOCIADA À RESÍDUOS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS

Estela Mariani Klein

Universidade Federal do Paraná
Palotina – PR

Francielly Torres dos Santos

Universidade Federal do Paraná
Palotina – PR

Thainá Raiana Andreis Blauth

Universidade Federal do Paraná
Palotina – PR

Jaqueline dos Santos Gonçalves Poder

Universidade Federal do Paraná
Palotina – PR

Natália Lucyk Calory

Universidade Federal do Paraná
Palotina – PR

Jonathan Dieter

Universidade Federal do Paraná
Palotina – PR

RESUMO: No cultivo de mudas de hortaliças o sucesso na produção do substrato é imprescindível, com características físicas e químicas adequadas para produção das mudas. O uso da glicerina bruta associado a resíduos orgânicos da produção de suínos pela compostagem pode ser uma alternativa na produção de substrato orgânico. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade de formação do torrão de mudas de rúcula em

função de substratos produzidos de diferentes concentrações de glicerina bruta (0,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0%) associada à resíduos orgânicos da produção de suínos. As variáveis analisadas foram a qualidade do torrão, de acordo com a facilidade de retirada da bandeja e o torrão em queda livre, com atribuição de nota (0 a 10). Os resultados foram submetidos à análise de variância e aplicado teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Para facilidade de retirada do torrão da bandeja não houve diferença estatística significativa. As notas atribuídas aos T0,0; T1,5; T3,0; T4,5 e T6,0 foram de 8,25; 8,45; 8,45; 7,70 e 6,35, respectivamente. Da mesma forma, para avaliação da queda livre do torrão das mudas de rúcula não houve diferença estatística. As notas atribuídas aos T0,0; T1,5; T3,0; T4,5 e T6,0 foram de 7,10; 7,40; 7,60; 6,95 e 5,45, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: *Eruca sativa*; hortaliças; substratos orgânicos alternativos.

QUALITY OF FORMATION OF THE RÚCULA MUFFINS TORO IN THE FUNCTION OF THE ORGANIC SUBSTRATES FROM THE GROSS GLYCERINE COMPOSITION ASSOCIATED WITH ORGANIC WASTE FROM SWINE PRODUCTION

ABSTRACT: In the cultivation of vegetable seedlings the success in the production of the

substrate is essential, with adequate physical and chemical characteristics to produce the seedlings. The use of crude glycerin associated with organic residues from pig production by composting may be an alternative in the production of organic substrate. The objective of this work was to evaluate the quality of the formation of the rucola seedlings as a function of substrates produced from different concentrations of crude glycerol (0,0, 1,5, 3,0, 4,5 and 6,0%) associated production of pigs. The variables analyzed were the quality of the clod, according to the ease of removal of the tray and the free falling clod with score assignment (0 to 10). The results were submitted to analysis of variance and Tukey's test was applied at the 5% level of significance. For ease of removal of the lump from the tray there was no significant statistical difference. The grades attributed to T0,0; T1,5; T3,0; T4,5 and T6,0 were 8.25; 8.45; 8.45; 7.70 and 6.35, respectively. Likewise, for the evaluation of the free fall of the rump of the rocket seedlings there was no statistical difference. The grades attributed to T0,0; T1,5; T3,0; T4,5 and T6,0 were 7.10; 7.40; 7.60; 6.95 and 5.45, respectively.

KEYWORDS: *Eruca sativa*; vegetables; alternative organic substrates.

1 | INTRODUÇÃO

O substrato tem como finalidade fornecer sustentação às mudas, como também nutrientes, oxigênio e água. Deve apresentar características ideais ao desenvolvimento das mudas e do sistema radicular das mesmas, facilitando a de retirada da muda da bandeja (Wendling et al., 2006).

A ampla disponibilidade de resíduos agroindustriais possibilita à produção de substratos adequados a produção de mudas de diferentes espécies de hortaliças. Vários resíduos podem ser utilizados, desde lixo urbano a resíduos orgânicos da cadeia produtiva de animais, ofertando uma alternativa para diminuir o impacto ambiental (ROSA et al, 2002).

Uma opção é uso de glicerina bruta associada á resíduos da produção de suínos, complementando-se assim e garantindo a eficiência da compostagem. O objetivo do presente estudo foi avaliar a qualidade de formação do torrão de mudas de rúcula produzidas a partir de resíduos orgânicos agroindustriais.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de compostagem foi conduzido na Universidade Federal do Paraná -Setor Palotina. A UFPR localiza-se na Rua Pioneiro, 2153 - Dallas, Palotina - PR, 85950-000, e possui as seguintes coordenadas 24° 17' latitude sul e 53° 50' longitude oeste, com altitude média de 320 metros. A temperatura média do município é de 28 °C e a umidade relativa do ar média é de 78%.

No trabalho avaliou-se a qualidade de formação do torrão de mudas de rúcula em função de substratos produzidos de diferentes concentrações de glicerina bruta (0,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0%) associada à resíduos orgânicos da produção de suínos.

O processo de compostagem foi monitorado quanto à temperatura, umidade e revolvimento. Os compostos orgânicos foram peneirados. Utilizou-se bandejas de 200 células para semear as rúculas, com 5 tratamentos por bandeja, com 4 repetições para cada tratamento. Realizaram-se as caracterizações físicas dos substratos, tais como capacidade de retenção de água, volume dos sólidos e poros, densidade e granulometria. Realizou-se o plantio de 3 sementes por célula, as mudas foram cultivadas em casa de vegetação com irrigação diária, quando as mudas atingiram duas folhas permanentes fez-se o desbaste.

Após de 30 dias foram realizadas as avaliações da qualidade do torrão. O delineamento foi inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando 40 mudas para cada tratamento.

As variáveis analisadas foram a qualidade do torrão, de acordo com a facilidade de retirada da bandeja e o torrão em queda livre, com atribuição de nota (0 a 10). Os resultados foram submetidos à análise de variância e aplicado teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para facilidade de retirada do torrão da bandeja não houve diferença estatística significativa. As notas atribuídas aos T0,0; T1,5; T3,0; T4,5 e T6,0 foram de 8,25; 8,45; 8,45; 7,70 e 6,35, respectivamente. Os resultados obtidos estão relacionados ao volume de raízes presentes no substrato, onde a agregação das mesmas influencia na qualidade do torrão, conseqüentemente na sua facilidade de retirada da bandeja. Da mesma forma, para avaliação da queda livre do torrão das mudas de rúcula não houve diferença estatística (Figura 1). As notas atribuídas aos T0,0; T1,5; T3,0; T4,5 e T6,0 foram de 7,10; 7,40; 7,60; 6,95 e 5,45, respectivamente (Tabela 1).

	FRT	QL
	Nota	Nota
T0,0	8,25 a	7,1 a
T1,5	8,45 a	7,4 a
T3,0	8,45 a	7,6 a
T4,5	7,70 a	6,95 a
T6,0	6,35 a	5,45 a

Tabela 1. Notas atribuídas à qualidade de formação do torrão de rúculas produzidas em substratos orgânicos alternativos.

FRT: Facilidade de retirada do torrão da bandeja; QL: Queda livre.

Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Dois dos fatores mais importantes avaliados no momento de expedição de mudas são parâmetros como a facilidade de retirada do torrão da bandeja e a queda livre (agregação das raízes ao substrato). Levando-se em consideração a facilidade de retirada da muda, não são desejados substratos difíceis de serem retirados da bandeja, pois pode ocorrer a desintegração do torrão (WENDLING *et al.*, 2007).

Tratando-se da agregação, o ideal é a obtenção de torrões com boa agregação, para evitar exposição das raízes, o que dificulta a sobrevivência das mudas após o transplântio (WENDLING; DELGADO, 2008).

Pode-se concluir que a adição de até 6% de glicerina bruta junto aos resíduos orgânicos da cadeia de suínos no processo de compostagem não interfere na qualidade de formação do torrão das mudas de rúcula.



Figura 1. Avaliação da Queda Livre de mudas de rúcula cultivadas em substratos orgânicos alternativos.

REFERÊNCIAS

ROSA, M.F.; SANTOS, F.J.S.; MONTENEGRO, A.A.T.; ABREU, F.A.P.; CORREIA, C. ARAÚJO, F.B.S. NORÕES, E.R.V. **Caracterização do pó de casca de coco verde usado como substrato agrícola.** Comunicado técnico. Embrapa Agroindústria Tropical. Nº 54, maio/2002, p 1-6.

WENDLING, I.; DELGADO, M. E. **Produção de mudas de araucária em tubetes.** Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 201).

WENDLING, I.; GUASTALA, D; DEDECEK, R. **Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil.** Revista *Árvore*, Viçosa, v. 31, p. 209-220, 2007.

PARÂMETROS FITOMÉTRICOS DE MUDAS DE RÚCULA EM FUNÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS PROVENIENTE DA COMPOSTAGEM DE GLICERINA BRUTA ASSOCIADA À RESÍDUOS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS

Estela Mariani Klein

Universidade Federal do Paraná
Palotina – PR

Francielly Torres dos Santos

Universidade Federal do Paraná
Palotina – PR

Thainá Raiana Andreis Blauth

Universidade Federal do Paraná
Palotina – PR

Luana Cristina de Souza Garcia

Universidade Federal do Paraná
Palotina – PR

Jonathan Dieter

Universidade Federal do Paraná
Palotina – PR

RESUMO: Para produção de mudas de hortaliças é fundamental o uso de substratos de qualidade, obtendo-se mudas saudáveis e vigorosas. Dentre os materiais alternativos a glicerina bruta é um subproduto que pode ser utilizado na produção de substratos, associada a resíduos orgânicos da produção de suínos. O objetivo do trabalho foi avaliar os parâmetros fitométricos de mudas de rúcula em função de diferentes concentrações de glicerina bruta (0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6%) associada a resíduos orgânicos da produção de suínos no processo de compostagem. Os resultados foram submetidos a análise de variância e aplicado

teste de Tukey para comparação de médias ao nível de 5% de significância. Para avaliação do NF, APA, DC, MFR, MSPA e MSR não houve diferença estatística entre os tratamentos. No entanto, na avaliação de MFPA e IQD, no T0,0 e T6,0 houve diferença estatística. O T0,0 apresentou 0,15 g de MFPA (menor valor entre os tratamentos) e o T6,0 apresentou 0,36 g de MFPA (maior valor). Do mesmo modo, para o IQD no T0,0 e T6,0 houve diferença estatística de forma que o IQD do T0,0 foi de 0,006 e para o T6,0 foi de 0,010. Conclui-se que a adição de até 6% de glicerina bruta junto aos resíduos orgânicos da cadeia de suínos no processo de compostagem para obtenção dos substratos orgânicos alternativos favorece a produção de MFPA e o índice de qualidade de Dickson das mudas de rúcula.

PALAVRAS-CHAVE: valor nutricional; *Eruca sativa*; Índice de qualidade Dickson.

PHYTOMETRIC PARAMETERS OF RÚCULA MUFFINS IN THE FUNCTION OF ORGANIC SUBSTRATES FROM GROSS GLYCERINE COMPOSITION ASSOCIATED WITH ORGANIC WASTE FROM SWINE PRODUCTION

ABSTRACT: For the production of vegetable seedlings the use of quality substrates is essential, obtaining healthy and vigorous

seedlings. Among the alternative materials, crude glycerin is a by-product that can be used in the production of substrates, associated with organic residues from pig production. The objective of this work was to evaluate the phytometric parameters of arugula seedlings as a function of different concentrations of crude glycerin (0, 1,5, 3,0, 4,5 and 6%) associated with organic residues of pig production in the composting. The results were submitted to analysis of variance and Tukey's test was used to compare means at the 5% level of significance. To evaluate the NF, APA, DC, MFR, MSPA and MSR, there was no statistical difference between the treatments. However, in the evaluation of MFPA and IQD, in the T0.0 and T6.0 there was statistical difference. The T0.0 presented 0.15 g of MFPA (lower value among the treatments) and the T6.0 presented 0.36 g of MFPA (higher value). Likewise, for IQD in T0,0 and T6,0 there was statistical difference so that the IQD of T0,0 was 0.006 and for T6,0 it was 0.010. It is concluded that the addition of up to 6% of crude glycerin together with the organic residues of the pig chain in the composting process to obtain the alternative organic substrates favors the production of MFPA and the Dickson quality index of the rocket seedlings.

KEYWORDS: nutritional value; *Eruca sativa*; Dickson Quality Score.

1 | INTRODUÇÃO

A rúcula (*Eruca sativa*) é uma hortaliça que se destaca por suas variadas propriedades nutricionais, sendo consumida mundialmente (MAIA, 2006). O sucesso na produção de mudas de hortaliças depende de resultados satisfatórios nos canteiros finais de produção (CARMELLO, 1995).

Uma técnica empregada em larga escala é o cultivo de mudas por meio do uso de substratos orgânicos, proporcionando aumento da qualidade das mudas produzidas. Os substratos devem proporcionar as características físicas, químicas e biológicas adequadas à exigência da espécie em interesse (GONÇALVES, 1994).

Diferentes materiais orgânicos e minerais podem ser utilizados, levando-se em consideração o custo e sua disponibilidade. Um material alternativo é uso da glicerina bruta associada à resíduos orgânicos da cadeia produtiva de suínos. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade de mudas de rúcula produzidas em substratos orgânicos alternativos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de compostagem foi conduzido na Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina. A UFPR localiza-se na Rua Pioneiro, 2153 - Dallas, Palotina - PR, 85950-000, e possui as seguintes coordenadas 24° 17' latitude sul e 53° 50' longitude oeste, com altitude média de 320 metros. A temperatura média do município é de 28 °C e a umidade relativa do ar média é de 78%.

No presente trabalho avaliou-se os parâmetros fitométricos de mudas de rúcula em

função de substratos orgânicos alternativos produzidos com diferentes concentrações de glicerina bruta (0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6%) associada à resíduos orgânicos da produção de suínos no processo de compostagem. Durante o processo de compostagem foi monitorado a temperatura, a umidade e o revolvimento do composto.

Após a obtenção dos compostos, os mesmos foram peneirados. Para a produção das mudas utilizou-se 4 bandejas de 200 células, com 5 tratamentos por bandeja. As mudas foram cultivadas em viveiro com irrigação manual. Depois de 30 dias foram realizadas as avaliações fitométricas das mudas. O delineamento foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 40 mudas para cada tratamento. As variáveis analisadas foram o número de folhas (NF), altura da parte aérea (APA), diâmetro do coleto (DC), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca da raiz (MFR), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD).

Os resultados foram submetidos a análise de variância e aplicado teste de Tukey para comparação de médias ao nível de 5% de significância.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 é apresentada a avaliação do NF, APA, DC, MFR, MSPA e MSR não houve diferença estatística entres os tratamentos. No entanto, na avaliação de MFPA e IQD, no T0,0 e T6,0 houve diferença estatística. O T0,0 apresentou 0,15 g de MFPA (menor valor entre os tratamentos) e o T6,0 apresentou 0,36 g de MFPA (maior valor). Do mesmo modo, para o IQD no T0,0 e T6,0 houve diferença estatística de forma que o IQD do T0,0 foi de 0,006 e para o T6,0 foi de 0,010.

Trat	NF	APA cm	DC mm	MFPA g	MFR g	MSPA g	MSR g	IQD
T0,0	4,00	5,24	0,64	0,15 _b	0,019	0,031	0,008	0,006 _b
T1,5	4,25	5,82	0,45	0,19 _{ab}	0,033	0,030	0,009	0,006 _b
T3,0	4,16	6,99	0,73	0,28 _{ab}	0,044	0,050	0,015	0,008 _{ab}
T4,5	4,08	6,30	0,68	0,27 _{ab}	0,055	0,041	0,012	0,007 _{ab}
T6,0	4,66	5,63	0,88	0,36 _a	0,094	0,048	0,016	0,010 _a

Tabela 1. Parâmetros fitométricos de rúculas cultivadas em substratos orgânicos alternativos
Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Segundo Marques *et al.* (2010), nutrientes essenciais disponibilizados à planta, principalmente o nitrogênio, fornece um acréscimo na parte aérea da planta, obtendo uma maior área fotossintética, melhorando seu desenvolvimento.

O nitrogênio tem alta influencia na atividade metabólica, em processos fisiológicos como fotossíntese e síntese de proteínas, sendo um dos nutrientes que

mais determina a produção de biomassa na planta (YONG *et al.*, 2010).

Analisando o aspecto nutricional o nitrogênio está relacionado à capacidade que a muda tem de se desenvolver, onde a rúcula responde de forma positiva ao nitrogênio ofertado no T6,0; isso explica os maiores valores de MFPA e IQD obtidos para esse tratamento.



Figura 1. Muda de rúcula cultivada em substratos orgânicos alternativos.

REFERÊNCIAS

- CARMELLO QAC. 1995. **Nutrição e adubação de plantas hortícolas.** In: MINAMI K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura.** São Paulo: T. A. Queiroz, p. 27-37.
- GONÇALVES AL. 1994. **Substratos para produção de mudas ornamentais.** In: MINAMI K; TESSARIOLI NETO J; PENTEADO SR; SCARPARE FILHO JA. **Produção de mudas hortícolas de alta qualidade.** Piracicaba: ESALQ/SEBRAE, 156p.
- MAIA, A. F. C. A.; MEDEIROS, D. C.; FILHO, J. L. **Adubação Orgânica em diferentes substratos na produção de mudas de rúcula.** Revista Verde, v. 2, n. 2, p. 89-95, 2006.
- MARQUES L. F.; MEDEIROS D. C.; COUTINHO O. L.; MARQUES L. F.; MEDEIROS, C. B.; VALE L. S. **Produção e qualidade da beterraba em função da adubação com esterco bovino.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 5, n. 1, p. 24-31, 2010.
- YONG, J. W. H.; NG, Y. F.; TAN, S. N.; CHEW, A. Y. L. **Effect of fertilizer application on photosynthesis and oil yield of *Jatropha curcas* L.** *Photosynthetica*, Praga, v. 48, n. 2, p. 208–218, 2010.

INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO E DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Tamarindus indica* L

Alcilene Batista de Camargo

Engenheira Florestal pela Universidade do Estado de Mato Grosso.

Alta Floresta, Mato Grosso

Juliana Garlet

Prof. Dra. Universidade do Estado de Mato Grosso, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias

Alta Floresta, Mato Grosso

Laura Araujo Sanches

Engenheira Florestal pela Universidade do Estado de Mato Grosso. Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos

Alta Floresta, Mato Grosso

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação de sementes de *Tamarindus indica* L. em diferentes condições de temperatura e substratos, utilizando-se como parâmetros de avaliação: germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG) e parâmetros morfológicos. Para isso, sementes foram coletadas de árvores matrizes, nas cidades de Alta Floresta e de Juara em Mato Grosso, despulpadas manualmente, lavadas em água corrente até a extração total do endocarpo, e secas à sombra. Posteriormente escarificadas com lixa e imersas em água por 24 horas. Os substratos avaliados foram: papel “Germitest®” com as sementes sobre e, em rolo de papel,

areia e vermiculita em temperaturas de 25, 30 e 35°C. O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado, com Análise de Variância e comparação de médias pelo teste de Duncan. O substrato vermiculita a 30°C, rolo de papel a 25°C e 30°C apresentaram os maiores valores de germinação: 42, 33 e 35% respectivamente. Além disso, o substrato vermiculita a 30°C obteve maior IVG (1,73). As maiores médias de comprimento de raiz foram encontradas em substrato de papel a 30°C (9,16 cm). Para o comprimento da parte aérea, este foi superior no substrato rolo de papel a 30°C (10,35 cm) e vermiculita 30°C (9,20 cm) e 35°C (9,18 cm). Quanto ao diâmetro de colo, o substrato vermiculita independente da temperatura foi superior 25°C (2,34 cm); 30°C (2,38 cm) e 35°C (2,54 cm). O peso da massa fresca das plântulas foi maior em substrato de papel e rolo de papel a 25°C (1,91 e 2,35 g) e vermiculita em todas as temperaturas 25°C (1,98 g); 30°C (2,12 g) e 35°C (2,17 g). Os substratos mais indicados para teste de germinação com sementes de *Tamarindus indica* foram vermiculita e rolo de papel, e independentemente do substrato a temperatura de 30°C se destacou na avaliação dos parâmetros morfológicos das plântulas.

PALAVRAS-CHAVE: Espécie florestal. Germinação. Tamarindo.

INFLUENCE OF SUBSTRATE AND TEMPERATURE ON SEEDS GERMINATION OF *Tamarindus indica* L

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the germination of *Tamarindus indica* L. seeds under different temperature and substrate conditions, using as evaluation parameters: germination (%), germination speed index (IVG) and morphological parameters. For this, seeds were collected from mother trees in Alta Floresta and Juara in Mato Grosso, hand pulped, washed in running water until the endocarp was fully extracted, and dried in the shade. Subsequently scarified with sandpaper and immersed in water for 24 hours. The evaluated substrates were: “Germitest®” paper with seeds on and in paper roll, sand and vermiculite at temperatures of 25, 30 and 35 °C. The experiment was carried out in a completely randomized design with analysis of variance and comparison of means by Duncan test. The vermiculite substrate at 30 °C, paper roll at 25 °C and 30 °C had the highest germination values: 42, 33 and 35% respectively. In addition, the vermiculite substrate at 30 °C had higher IVG (1,73). The highest root length averages were found on paper substrate at 30 °C (9,16 cm). For shoot length, this was higher on the paper roll substrate at 30 °C (10.35 cm) and vermiculite 30 °C (9,20 cm) and 35 °C (9,18 cm). As for the neck diameter, the temperature independent vermiculite substrate was higher than 25 °C (2,34 cm); 30 °C (2,38 cm) and 35 °C (2,54 cm). The weight of fresh seedling mass was higher on paper substrate and paper roll at 25 °C (1,91 and 2,35 g) and vermiculite at all temperatures 25 °C (1,98 g); 30 °C (2,12 g) and 35 °C (2,17 g). The most suitable substrates for *Tamarindus indica* seed germination test were vermiculite and paper roll, and independently of the substrate the temperature of 30 °C stood out in the evaluation of seedling morphological parameters.

KEYWORDS: Forest species. Germination. Tamarindo.

1 | INTRODUÇÃO

Tamarindus indica L. conhecido como Tamarindeiro é uma espécie florestal frutífera da família Fabaceae que é originária da África, mas também é encontrada na Ásia, América do Sul e outras regiões tropicais. Essa espécie é indicada principalmente para regiões semiáridas, pois é capaz de tolerar em média de cinco a seis meses de seca (PEREIRA et al., 2007), apresentando um fácil cultivo com poucos problemas em relação às doenças e pragas.

O tamarindeiro vem sendo empregado como fonte de frutas, sementes, extratos medicinais, potenciais componentes industriais e de madeira. Na medicina popular praticamente são utilizadas todas as suas partes, com inúmeras aplicações terapêuticas em humanos, tais como: laxante, digestiva e para diabetes (GURJÃO, 2006). Pereira et al. (2007) destacam que o fruto maduro apresenta um agradável aroma e sabor, sendo muito utilizado na indústria caseira, principalmente, a partir da polpa na fabricação de alimentos, na forma de refrescos, picolés, sorvetes, pastas, doces, licores, geléias, sucos concentrados, xaropes, assim como para ingrediente em

condimentos e molhos.

Esta espécie pode ser propagada de forma sexuada e assexuada, com predominância da propagação sexuada. Mas a emergência de plântulas de tamarindeiro é semelhante à de outras espécies de leguminosas, em que o tegumento espesso interfere na entrada de água e oxigênio, limitando a emergência, que se inicia cerca de 13 dias após a sementeira, podendo demorar um mês para concluir o processo (JOKER, 2000). Sendo necessário assim, a utilização de métodos de superação de dormência para que o processo de germinação aconteça com mais rapidez e eficiência. Diversos métodos podem ser utilizados para superação de dormência das sementes de tamarindo, porém neste trabalho deu-se preferência para o emprego de escarificação com lixa e imersão em água por 24 horas.

O êxito no estabelecimento de cultivos florestais depende de vários fatores, entre os quais está a utilização de sementes de boa qualidade e a escolha do melhor substrato. Além disso, fatores como a temperatura também interferem nesse processo. A germinação de sementes pode ser influenciada pelo substrato em função de sua estrutura, capacidade de retenção de água, aeração, grau de infestação de patógenos, superfície de contato, dentre outros (NASCIMENTO et al., 2003). Já a temperatura interfere na germinação, a partir da sua influência sobre a velocidade de absorção de água e por afetar as reações bioquímicas (CARVALHO; NAKAGAWA, 1983). Então, tanto o substrato como a temperatura a serem utilizados exercem grande influência sobre a emergência de plântulas.

Assim, torna-se importante conhecer o comportamento germinativo de sementes florestais, pois através da avaliação de lotes de sementes pode-se assim determinar a sua qualidade e aplicação de métodos eficientes para a germinação, garantindo a produção de mudas de boa qualidade. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a germinação de sementes de *Tamarindus indica* em diferentes condições de temperatura e substratos, utilizando-se como parâmetros de avaliação: germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG) e parâmetros morfológicos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos maduros de tamarindo utilizados foram coletados de dez árvores matrizes, nos meses de agosto e setembro de 2016, provenientes de vários bairros distribuídos no perímetro urbano dos municípios de Alta Floresta e de Juara no estado de Mato Grosso. As sementes foram despulpadas manualmente, lavadas em água corrente até a extração total do endocarpo, e colocadas para secar à sombra por 24 horas, no Centro de Pesquisa e Tecnologia da Amazônia Meridional (CEPTAM) da Universidade Estadual do Mato Grosso no Campus de Alta Floresta, onde também foram realizados todos os testes conduzidos durante este estudo.

O teste de germinação em diferentes temperaturas e substratos foi instalado no

mês de julho de 2017, com os substratos recomendados pela RAS (Regra Brasileira para Análise de Sementes) (BRASIL, 2009) e pelo MAPA (BRASIL, 2013), sendo estes: papel “Germitest®” com as sementes sobre e rolo de papel, areia e vermiculita.

Para avaliação da germinação nas condições propostas a superação de dormência foi realizada a escarificação com lixa e imersão em água por 24 horas. Os substratos foram auto clavados para evitar contaminação por patógenos, e ao colocar os substratos nas caixas gerbox esses foram umedecidos com água destilada de acordo com indicações da RAS (BRASIL, 2009). O teste conduzido em papel germitest® no formato de rolos também foi auto clavado, e posteriormente estes foram umedecidos com água destilada seguindo as recomendações da RAS (BRASIL, 2009).

Antes da instalação do teste, as sementes utilizadas foram desinfestadas em hipoclorito de sódio por 10 minutos na concentração de 1%. Para cada substrato avaliado foram utilizadas 25 sementes em cada caixa gerbox (repetição) com quatro repetições, totalizando 100 sementes por tratamento, em diferentes temperaturas: 25°C, 30°C e 35°C, mantidas em câmara BOD com fotoperíodo de 12 horas.

Os tratamentos passaram a ser observados, umedecidos e contabilizadas as sementes germinadas a cada três dias, foram consideradas germinadas as sementes que deram origem a plântulas normais de acordo com os padrões estabelecidos pela RAS (BRASIL, 2009). Conforme as plântulas emergiram foram realizadas as medições da parte aérea, raiz, total, diâmetro do colo e peso de massa fresca. O teste foi conduzido durante 19 dias. Os parâmetros avaliados foram: germinação final e Índice de Velocidade de Germinação calculado através da fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) + \dots + (Gn/Nn)$$

Em que: IVG = índice de velocidade de germinação, G1, G2, G3, ...; Gn = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem; N1, N2, N3, ...; Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

O delineamento experimental adotado para todas as avaliações foi inteiramente casualizado. Efetuou-se a análise da normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, como os dados atenderam as pressuposições da normalidade, seguiu-se com a análise de variância, e a comparação entre as médias pelo teste de Duncan ($P > 0,05$), pelo programa estatístico Assistat versão 7.7.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 a seguir apresenta os dados de germinação final e índice de velocidade de germinação, do teste de germinação com diferentes substratos e temperaturas para sementes de *Tamarindus indica*.

Temperatura	Substratos	G%	IVG
25°C	Vermiculita	22,00 bc	0,43 cd
30°C		42,00 a	1,73 a
35°C		23,00 b	0,83 bc
25°C	Areia	11,00 c	0,21 d
30°C		3,00 c	0,05 d
35°C		0,00 d	0,00 d
25°C	Papel	9,38 c	0,22 d
30°C		21,95 b	0,55cd
35°C		0,00 c	0,00 d
25°C	Rolo de papel	33,00 ab	1,12 b
30°C		35,00 a	1,23 ab
35°C		6,00 c	0,11 d

Tabela 1: Germinação final e índice de velocidade de germinação em diferentes substratos e temperaturas para sementes de *Tamarindus indica* L.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan (P>0,05).

Os tratamentos que mais se destacam com relação ao substrato e temperatura na germinação são: vermiculita a 30°C e rolo de papel a 25°C e 30°C não diferindo estatisticamente entre si. Guedes et al. (2010) avaliando a germinação de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith em diferentes temperaturas e substratos, observaram que o substrato vermiculita obteve alta germinação independente das temperaturas avaliadas. De Lima et al. (2011) trabalhando com sementes de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* TUL.) condicionados em diferentes substratos e temperaturas, também constataram que o substrato vermiculita obteve uma adequada germinação para a espécie. Bassaco, Nogueira e Cosmo (2014) em estudos com sementes de *Sebastiania brasiliensis* Spreng. sob temperaturas e substratos diferentes observaram que o substrato vermiculita a 30°C obteve uma elevada porcentagem de germinação.

Neste estudo verificou-se que para a germinação a temperatura de 30°C independente do substrato apresentou os melhores resultados. Segundo Marcos Filho (2005) para grande parte das espécies a temperatura ótima para germinação está entre 20 e 30°C e a máxima entre 35 e 40°C. Com sementes olho-de-pombo (*Adenantha pavonina* L.) Souza et al. (2007) avaliando temperatura e substratos diferentes observaram que a temperatura de 30°C proporcionou maior porcentagem de germinação. Benedito (2012) trabalhando com sementes de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.), também constatou que a temperatura de 30°C obteve uma média de germinação superior as demais temperaturas.

Quanto ao índice de velocidade de germinação a temperatura que mais se destaca é a de 30°C exceto para a areia que apresentou baixíssima germinação. Silva et al. (2017) estudando as sementes de espécie de *Tamarindus indica* em diferentes temperaturas e substratos observaram que a temperatura de 30°C independente do substrato proporcionou melhor índice de velocidade de germinação. Em relação ao índice de velocidade de germinação a temperatura de 30°C com o substrato vermiculita apresentou maiores valores em estudos com a espécie pau de leite (*Sebastiania brasiliensis* (Spreng.)) (BASSACO; NOGUEIRA; COSMO, 2014).

Benedito (2012) trabalhando com espécie jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.) em temperatura de 30°C verificou que esta apresentou o maior índice de velocidade de germinação independentemente do tipo de substrato. Este mesmo autor analisando sementes de jurema branca observou que a temperatura de 30°C também obteve maior índice de velocidade de germinação, mas não diferiu estatisticamente das demais temperaturas avaliadas.

Analisando o índice de velocidade de germinação para os substratos avaliados neste estudo, nota-se que se destacam a vermiculita a 30°C e rolo de papel a 30°C com os maiores valores. Avaliando índice de velocidade de germinação de sementes de *Amburana cearensis* AC Smith, Guedes et al. (2010) obtiveram os maiores valores no substrato vermiculita a 30°C. Quanto ao substrato observa-se que o rolo de papel e a vermiculita foram estatisticamente superiores aos demais independentemente da temperatura avaliada. Benedito (2012) também verificou que os substratos rolo de papel e vermiculita apresentaram bons resultados para sementes de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) independentemente da temperatura utilizada.

Na Tabela 2 a seguir são apresentados os valores médios de comprimento de raiz, parte aérea e total, além do diâmetro do colo e peso fresco de plântulas de tamarindo submetidas a diferentes substratos em vermiculita, areia, papel e rolo de papel e em temperaturas diferentes de 25, 30 e 35°C.

	Raiz (cm)	P. aérea (cm)	Total (cm)	Colo (cm)	Peso (g)
Vermiculita					
25°C	6,69 ab	8,82 ab	15,52 ab	2,34 a	1,98 a
30°C	7,68 ab	9,20 a	16,89 ab	2,38 a	2,12 a
35°C	5,72 bc	9,18 a	14,91 ab	2,54 a	2,17 a
Areia					
25°C	5,85 bc	5,46 cd	11,31 cd	2,03 ab	1,68 ab
30°C	4,00 c	5,0 d	9,00 e	1,47 b	1,12 b
35°C	0,00 d	0,00 e	0,00 f	0,00 c	0,00 c
Papel					
25°C	5,98 bc	6,07 bc	12,05 bc	1,97 ab	1,91 a
30°C	9,16 a	8,64 ab	17,80 a	2,06 ab	1,75 ab

35°C	0,00 d	0,00 e	0,00 f	0,00 c	0,00 c
Rolo de papel					
25°C	8,00 ab	7,98 ab	15,99 ab	2,08 ab	2,35 a
30°C	7,89 ab	10,35 a	18,25 a	2,04 ab	1,75 ab
35°C	4,18 c	6,06 bc	10,25 de	1,35 b	1,20 b

Tabela 2: Parâmetros morfológicos de plântulas de Tamarindo em teste de germinação com diferentes substratos e temperaturas.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan ($P>0,05$).

Para o substrato de papel a 30°C nota-se que este apresentou maior comprimento de raiz, não diferindo estatisticamente dos substratos vermiculita 25 e 30°C e rolo de papel a 25 e 30°C. O substrato areia apresentou menor comprimento de raiz independente das temperaturas testadas. Azerêdo (2009) trabalhando com sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth analisando substratos e temperaturas diferentes constatou que para o substrato vermiculita, o comprimento de raiz foi superior na temperatura de 25°C. Guedes et al. (2010) pesquisando temperatura e substratos diferentes com sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. observaram que a vermiculita a 30°C promoveu um bom crescimento da raiz em relação aos demais substratos.

Para comprimento da parte aérea e tamanho de plântula de *Tamarindus indica* o substrato rolo de papel a 30°C apresentou maior percentagem não diferindo estatisticamente do substrato papel e vermiculita a 30°C. Já o substrato vermiculita se destaca por apresentar valores de comprimentos de raiz e tamanho total satisfatórios independente das temperaturas testadas. De acordo com Souza et al. (2007) avaliando a temperatura de 30°C as plântulas de *Adenanthera pavonina* L. apresentaram melhor comprimento no substrato de vermiculita. Com a espécie *Caesalpinia pyramidalis* Tul. De Lima et al. (2011) relatam que não ocorreu diferença significativa com relação a temperatura utilizada de 25 e 30°C, e em relação aos substratos papel e areia a 35°C houve uma percentagem reduzida em relação ao tamanho da plântula.

As maiores percentagens apresentadas em diâmetro de colo para o substrato independente da temperatura foi para vermiculita que geraram valores maiores aos demais substratos porém não diferiram estatisticamente dos substratos areia 25°C, papel 25 e 30°C e rolo de papel 25 e 30°C, sendo que esses substratos a temperatura 35°C apresentou os menores valores em diâmetro do colo exceto para vermiculita.

Quanto ao peso da massa fresca das plântulas nota se que o substrato rolo de papel em 25°C obteve maiores valor em relação aos demais, mas não diferiu estatisticamente a 30°C, e também do substrato papel a 25 e 30°C, areia a 25°C e vermiculita que independente da temperatura apresentou percentagem similar a estes. Em estudos realizados por Kissmann et al. (2008) com sementes de *Adenanthera*

pavonina L. os autores notaram e que para tamanho da parte aérea, tamanho da raiz nos substratos rolo de papel e sobre papel não houve diferença significativa, já o peso fresco das plântulas se destacou como maior no substrato sobre o papel independente da temperatura.

Independentemente do substrato nota-se que a temperatura a 30°C foi a que favoreceu o desenvolvimento das plântulas de *Tamarindus indica* para os parâmetros morfológico testados.

4 | CONCLUSÃO

Os substratos mais indicados para teste de germinação com sementes de *Tamarindus indica* L. foram vermiculita e rolo de papel.

Independentemente do substrato a temperatura de 30° C se destacou para avaliação dos parâmetros morfológicos de plântulas de *Tamarindus indica* L. sendo indicada como melhor temperatura para testes de germinação, associada aos substratos vermiculita e rolo de papel.

REFERÊNCIAS

AZERÊDO, G. A. **Qualidade fisiológica de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth.** 2009. 139 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, São Paulo, 2009.

BASSACO, M. V. M.; NOGUEIRA, A. C.; COSMO, N. L. Avaliação da germinação em diferentes temperaturas e substratos e morfologia do fruto, semente e plântula de *Sebastiania brasiliensis*. **Floresta**, v. 44, n. 3, p. 381 - 392, 2014.

BENEDITO, C. P. **Biometria, germinação e sanidade de sementes de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Willd.) e jurema-branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.)**. 2012. 97p. Tese (Doutorado em Fitotecnia.). Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, Rio Grande do Norte, 2012.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**, Brasília DF, 98 p. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**, Brasília DF, 138 p. 2009.

CARVALHO, N. M., NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargil, 1983. 429p.

DE LIMA C. R.; PACHECO, M. V.; BRUNO, R. L. A.; FERRARI, C. S.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; BEZERRA, A. K. D. Temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2 p. 216 - 222, 2011.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; VIANA, J. S.; COLARES, P. N. Q. Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 57-64, 2010.

GURJÃO, K. C. O.; BRUNO, R. L. A.; ALMEIDA, F. A. C.; PEREIRA, W. E.; BRUNO, G. B.

Desenvolvimento de frutos e sementes de tamarindo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 351-354, 2006.

JOKER, D. **Seed Leaflet: *Tamarindus indica* L.** Forest Seed Centre. Krogerupvej, Humlebaek, Denmark. 2000.

KISSMANN, C.; SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; RIBEIRO, N. Tratamentos para quebra de dormência, temperaturas e substratos na germinação de *Adenantha pavonina* L. **Ciência Agrotécnica**, v. 32, n. 2, p. 668 - 674, 2008.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ. 495p. 2005.

NASCIMENTO, W. M. O.; RAMOS, N. P.; CARPI, V. A. F.; SCARPARE FILHO, J. A.; CRUZ, E. D. Temperatura e substrato para a germinação de sementes de *Parkia platycephala* Benth. (Leguminosae-Mimosoideae). **Revista Agropecuária Tropical**, v. 7, n. 1, p. 119-129, 2003.

PACHECO, M. V.; MATTEI, V. L.; MATOS, V. P.; SENA, L. H. M.; SALES, A. G. F. A. Dormência de sementes e produção de mudas de *Dimorphandra mollis* Benth. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 689-697, 2011.

PEREIRA, P. C.; MELO, B.; FRAZÃO, A. A.; ALVES, P. R. B. **A cultura do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.)**. 13 p. 2007.

SILVA, D. D. A.; MACHADO, C. G.; CRUZ, S. C. S.; VESPUCCI, I. L.; ARAUJO, Y. J. D. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de tamarindo. **Revista Espacios Digital**, v. 38 p. 11 n. 14, 2017.

SOUZA, E. B. Germinação de sementes de *Adenantha pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 437- 443, 2007.

SUBSTRATOS A BASE DE RESÍDUOS DO BENEFICIAMENTO DA ERVA-MATE NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Jacaranda micrantha Cham*

Monica Lilian Rosseto

Engenheira Florestal pela Universidade do Oeste de Santa Catarina.

Xanxerê, Santa Catarina

Juliana Garlet

Prof. Dra. Universidade do Estado de Mato Grosso, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias.

Alta Floresta, Mato Grosso

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento e a qualidade de mudas de *Jacaranda micrantha Cham* produzidas em diferentes substratos formulados a partir de resíduos do beneficiamento da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), e também relacionar as características físicas e químicas dos substratos formulados com o crescimento das mudas. Os substratos analisados foram: T1 (100% substrato comercial (Turfa Fértil - Testemunha); T2 (25% sub. comercial e 75% resíduo); T3 (50% sub. comercial e 50% resíduo); T4 (75% sub. comercial e 25% resíduo); T5 (25% resíduo e 75% vermiculita); T6 (50% resíduo e 50% vermiculita); T7 (75% resíduo e 25% vermiculita); T8 (100% resíduo), sendo o experimento realizado em delineamento de blocos ao acaso. O crescimento e a qualidade das mudas foram determinados pelos seguintes parâmetros morfológicos: altura da parte aérea,

diâmetro do colo, peso de matéria seca total, peso de matéria seca da parte aérea, peso de matéria seca das raízes, e através da relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do colo. Observou-se que as mudas de *Jacaranda micrantha* produzidas em substratos que continham resíduo de erva-mate associado a vermiculita foram as que apresentaram as melhores médias nos parâmetros morfológicos avaliados. Assim o resíduo proveniente do beneficiamento de erva-mate permite sua utilização para a produção de mudas florestais.

PALAVRAS-CHAVE: Substratos orgânicos, Qualidade de mudas, Caroba.

USE OF SUBSTRATES FORMED FROM PROCESSING THE WASTE RESIDUE OF YERBA MATE IN THE PRODUCTION OF JACARANDA MICRANTHA CHAM SEEDLINGS

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the growth and quality of *Jacaranda micrantha Cham* seedlings in different substrates formulated from processing the residue of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), and also to relate the physical and chemical properties of various substrates on the growth of seedlings. The substrates examined were: T1, 100% commercial substrate (Turfa Fértil); T2, 25% commercial substrate and 75% residue; T3,

50% commercial substrate and 50% residue; T4, 75% commercial substrate and 25% residue; T5, 25% residue and 75% vermiculite; T6, 50% residue and 50% vermiculite; T7, 75% residue and 25% vermiculite; and T8, 100% residue. The experiment was conducted in a randomized block design for growth, and the quality of the seedlings was determined according to the following morphological parameters: shoot height, stem diameter, total dry matter weight, dry matter weight of shoots, dry matter weight of roots, and the relationship between shoot height and stem diameter. Jacaranda micrantha seedlings grown in substrates that contained vermiculite combined with yerba mate residue presented the best averages in all evaluated morphological parameters. Therefore, the residue produced as a by-product of yerba mate processing can be used for the production of forest seedlings.

KEYWORDS: Organic substrates, Seedlings quality, Caroba.

1 | INTRODUÇÃO

A produção de mudas florestais é uma atividade importante, pois representa o início de uma cadeia produtiva que visa o estabelecimento de povoamentos (SCHORN; FORMENTO, 2003). E, com a crescente demanda por produtos florestais torna-se necessário o conhecimento de como produzi-las com qualidade e preço acessível. A escolha do substrato para produção das mudas é um ponto importante. Desse modo os resíduos orgânicos surgem como uma alternativa econômica, uma vez que apresentam importantes características físicas e químicas. KÄMPF (2000) considera que durante a elaboração de substratos, deve-se escolher materiais leves e porosos, com adequadas características físicas, químicas e biológicas, e salienta que as matérias primas devem estar disponíveis regularmente, em volumes suficientes e com baixo custo.

Entre os materiais com alto potencial de utilização encontram-se os resíduos de espécies florestais. Desta forma, buscando produzir mudas com melhor qualidade, a inserção de composto orgânico em substratos torna-se uma alternativa viável, sendo o resíduo do beneficiamento da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) uma boa opção, devido a sua disponibilidade no Oeste catarinense, importante região produtora.

Nogueira et al. (2014) destacam a necessidade de estudos com resíduos agroindustriais, industriais florestais e urbanos, e sua utilização como substratos, representa uma alternativa viável para produção de mudas, pois grandes volumes destes produtos são gerados, e quando não recebem destino adequado podem se tornar um problema ambiental. As características e os componentes dos substratos são muito variáveis, sendo que estes apresentam propriedades químicas que podem ser alteradas, ao contrário das físicas, que dificilmente podem ser modificadas após a semeadura. Os atributos químicos estão relacionados à sua capacidade de fornecer nutrientes às plantas, e sua caracterização é fundamental para o conhecimento da formulação, recomendação e monitoramento de adubações, o que contribui para a

qualidade dos substratos (SANTOS et al., 2014).

Assim, considerando a importância do substrato orgânico para a produção de mudas florestais objetivou-se neste trabalho avaliar o crescimento e a qualidade de mudas de *Jacaranda micrantha* Cham, produzidas em diferentes substratos formulados a partir de resíduos do beneficiamento da erva-mate (*Ilex paraguariensis*), e também relacionar as características físicas e químicas dos substratos formulados com o crescimento das mudas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido no Viveiro Florestal da Universidade do Oeste de Santa Catarina campus de Xanxerê- SC, em casa de vegetação, com irrigação programada.

O resíduo utilizado para formar os substratos foi proveniente do beneficiamento da erva-mate adquirido em ervateira localizada no município de Xaxim- SC. O resíduo era composto por folhas e ramos mais finos provenientes do processo de secagem e socagem (produção da erva-mate moída para o chimarrão). Estas partes não são aproveitadas, pois a peneira classifica o que não serve para o consumo como palitos grossos fora do padrão. Além disso, há sementes e outras partes do ramo danificadas ainda no campo que são trazidos junto aos ramos bons, e resíduos oriundos da limpeza das máquinas e barracão de estocagem e “soque”. O resíduo estava em processo de compostagem por aproximadamente seis meses.

As composições dos tratamentos utilizados para a produção de mudas de *Jacaranda micrantha* foram: T1 (100% substrato comercial (Turfa Fértil- Testemunha); T2 (25% sub. comercial e 75% resíduo); T3 (50% sub. comercial e 50% resíduo); T4 (75% sub. comercial e 25% resíduo); T5 (25% resíduo e 75% vermiculita); T6 (50% resíduo e 50% vermiculita); T7 (75% resíduo e 25% vermiculita); T8 (100% resíduo). Realizou-se a análise química e física dos diferentes substratos avaliados, por meio de uma amostra retirada de cada substrato, sendo a análise realizada pelo Laboratório de solos da Unoesc –Campus Xanxerê (Tabela 1). A análise química foi realizada seguindo o protocolo sugerido por Tedesco et al. (1995), e para a física utilizou-se a metodologia do Densímetro (BOUYOUCUS, 1951) adaptada por Veiga (2011).

Este estudo teve delineamento de blocos ao acaso, sendo cinco blocos, com oito tratamentos, e oito plantas por unidade experimental. No momento do plantio foram semeadas duas sementes por tubete (semeadura em dezembro de 2013), com posterior repicagem quando houve germinação de mais de uma planta por recipiente. As mudas de *Jacaranda micrantha* foram produzidas em tubetes de 240 cm³, suspensos a 52,5 cm do solo em bandejas metálicas com largura de 103,50 X 103,50 cm.

As avaliações das mudas produzidas foram realizadas 100 dias após a semeadura, pelos seguintes parâmetros: altura da parte aérea (H) (cm) por meio

de régua, diâmetro do colo (DC) (mm) por meio de paquímetro digital, peso de matéria seca total (PMST) (g), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) (g), peso de matéria seca das raízes (sendo estas lavadas para retirada do substrato, e posteriormente secas em estufas a 60 graus até atingirem peso constante) (PMSR) (g), e relação entre a altura da parte aérea (cm) e o diâmetro do colo (mm) (HD). Foram analisadas todas as mudas, pois não houve mortalidade.

As variáveis coletadas foram submetidas ao teste de Bartlett para avaliar a homogeneidade dos dados, e Shapiro Wilk, para a normalidade. Como estes se mostraram homogêneos e normais não houve necessidade de transformação. Em seguida realizou-se a análise de variância, prosseguindo com o teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) para comparação das médias. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014) para realização de todas as análises estatísticas efetuadas neste estudo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1 em relação aos macronutrientes do substrato, o nível de K é considerado adequado quando este encontra-se entre 3,0 – 10 mmol/dm³ conforme a classificação de Gonçalves e Poggiani (1996), sendo que os tratamentos 2, 3, 7 e 8 encontram-se dentro do padrão recomendado, salienta-se que a adição de resíduo aumentou os teores de K, pois os tratamentos com maiores proporções de resíduo apresentaram valores mais elevados.

Para os elementos Ca e Mg, a faixa considerada adequada para o desenvolvimento das mudas está entre 10 – 20 mmol/dm³ de Ca e 5 – 10 mmol/dm³ de Mg, nenhuma das formulações testadas apresentou os índices indicados, com valores extremamente baixos, no entanto novamente a adição de resíduo, aumentou os níveis de Ca e Mg, e as formulações somente com resíduo e vermiculita também apresentaram valores superiores ao substrato comercial (Testemunha).

*Substratos	Nutrientes do substrato										
	-----Macronutrientes-----					-----Micronutrientes-----					
	K	Ca	Mg	P	S	Zn	Cu	Mn	Al	Boro	pH
	mmol/dm ³			mg/dm ³			cmol/dm ³				
T1	0,81	0,59	0,16	56,47	17,99	5,31	0,01	16,78	3,05	0,72	5,42
T2	3,87	0,57	0,24	73,00	17,43	11,12	0,01	83,60	-0,35	0,87	6,01
T3	3,36	0,59	0,23	72,45	17,79	10,70	0,01	69,54	-0,35	1,03	6,00
T4	2,60	0,56	0,22	70,52	17,49	9,22	0,00	77,42	5,65	0,98	6,70
T5	2,43	0,16	0,23	59,50	16,81	7,24	0,02	12,48	7,15	0,91	7,50
T6	2,87	0,26	0,23	76,03	4,95	10,64	0,01	11,58	8,15	0,78	7,57
T7	4,46	0,25	0,24	61,16	10,88	12,18	0,00	12,64	-0,35	0,88	7,45
T8	4,51	0,35	0,23	68,32	13,92	11,81	0,01	15,50	-0,35	0,75	7,07

Análise Física

*Substratos	Densidade de Partículas	MOS	Água Disponível ml/g
T1	0,185	18,4	0,70
T2	0,280	19,3	0,50
T3	0,362	17,3	0,65
T4	0,455	20,2	0,60
T5	0,361	13,5	3,50
T6	0,389	10,8	3,65
T7	0,251	15,0	1,15
T8	0,249	18,4	0,50

Tabela 1 - Atributos químicos e físicos de substratos compostos a base de turfa, vermiculita e resíduo de erva mate.

MOS= Matéria orgânica. * T1 (100% substrato comercial (Turfa Fértil)- Testemunha); T2 (25% sub. comercial e 75% resíduo); T3 (50% sub. comercial e 50% resíduo); T4 (75% sub. comercial e 25% resíduo); T5 (25% resíduo e 75% vermiculita); T6 (50% resíduo e 50% vermiculita); T7 (75% resíduo e 25% vermiculita); T8 (100% resíduo).

A concentração de P para os substratos avaliados apresentaram níveis adequados do mesmo, pois este se encontra dentro da faixa recomendada por Gonçalves e Poggiani (1996) de 40 - 80 mg/dm³, novamente com elevação dos níveis deste nutriente com a adição de resíduo. Com relação ao pH adequado, conforme a classificação de Gonçalves e Poggiani (1996) está entre 5,5 e 6,5. Nota-se que a adição de resíduo de erva-mate e vermiculita propiciaram a elevação do pH. Santos et al. (2014), também observaram o mesmo padrão, onde a adição de resíduos orgânicos e a vermiculita foram responsáveis pelo aumento do pH dos substratos.

Conforme a análise física dos substratos testados, verificada na Tabela 1 observa-se que a densidade das partículas foi menor no T1, em comparação aos demais substratos. O mesmo foi relatado por Rondon Neto e Ramos (2010) que acreditam que o aumento da densidade esteja relacionado com a proporção de resíduo vegetal (neste caso serragem) (50%), sendo que a serragem apresenta granulometria muito fina diminuindo os espaços porosos. Isso explicaria o fato dos substratos T5 e T6, apresentarem a maior quantidade de água disponível (Tabela 1).

Wendling et al. (2007) avaliando substratos à base de esterco bovino curtido, serragem semidecomposta, palito de erva-mate picado, terra de subsolo, substrato comercial à base de casca de pinus e húmus de minhoca, também constaram que os substratos com maiores proporções de resíduo vegetal, não obtiveram os valores recomendados por Gonçalves e Poggiani (1996) para as características físicas dos substratos.

A quantidade de matéria orgânica foi maior nos substratos T4, T2, T1 e T8 (Tabela 1) respectivamente, ou seja nos substratos com maiores concentrações de resíduo e substrato comercial, sendo este um fator importante para a produção de mudas florestais, pois quantidades adequadas de matéria orgânica auxiliam na

capacidade de retenção de água e aeração, além de fornecer nutrientes para a planta.

As variáveis morfológicas analisadas neste estudo para *Jacaranda micrantha* são demonstradas na Tabela 2.

Tratamentos	H(cm)	DC(mm)	PMSR(g)	PMSPA(g)	PMST(g)	HD
T1	24,80 c	3,64 ab	1,29 abc	2,14 abc	3,43 abcd	6,81 ab
T2	22,63 c	3,22 b	1,00 c	1,57 c	2,58 d	7,02 ab
T3	24,48 c	3,47 ab	1,11 bc	1,88 bc	2,99 cd	7,05 ab
T4	29,56 b	3,81 ab	1,26 abc	1,98 bc	3,25 bcd	7,75 ab
T5	29,42 b	3,68 ab	1,578 ab	2,37 ab	3,95 abc	7,99 ab
T6	32,63 a	3,97 a	1,56 ab	2,61 a	4,17 ab	8,21 ab
T7	31,19 ab	3,90 ab	1,72 a	2,60 a	4,32 a	7,99 ab
T8	31,35 ab	3,73 ab	0,98 c	1,97 bc	2,95 cd	8,40 ab
CV	13,76	29,70	55,70	39,05	42,87	31,77

Tabela 2 - Médias de altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (DC), peso da matéria seca das raízes (PMSR), peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca total (PMST), e relação altura e diâmetro de colo, de mudas de *Jacaranda micrantha* produzidas em substratos à base de resíduos do beneficiamento da erva-mate.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). * T1 (100% substrato comercial (Turfa Fértil)- Testemunha); T2 (25% sub. comercial e 75% resíduo); T3 (50% sub. comercial e 50% resíduo); T4 (75% sub. comercial e 25% resíduo); T5 (25% resíduo e 75% vermiculita); T6 (50% resíduo e 50% vermiculita); T7 (75% resíduo e 25% vermiculita); T8 (100% resíduo).

As maiores médias de altura foram encontradas nos tratamentos T6, T7 e T8, respectivamente (Tabela 2). Ou seja, os tratamentos que tiveram em sua composição 50% ou mais de resíduo associado à vermiculita apresentaram as maiores médias de altura.

De acordo com a classificação de Gomes e Paiva (2011) uma muda de boa qualidade é aquela que apresenta altura variando de 15 a 30 cm de altura, requisitos encontrados nas mudas de *Jacaranda micrantha* produzidas em diferentes substratos avaliadas aos 100 dias e chegando nessas condições em três meses, menor período de tempo do que o encontrado por Almeida et al. (2005) com mudas de *Jacaranda puberula* Cham. submetidas ao sombreamento de 30% e avaliadas aos 120 dias chegando a essas condições de altura num período de 8 meses. O fato de que as mudas foram produzidas no verão, pode ter auxiliado o seu crescimento nos parâmetros avaliados.

O diâmetro do colo (Tabela 2) das mudas de caroba foi superior nos tratamentos T6 e T2, mas estes não apresentaram diferenças significativas para os demais. O peso da matéria seca das raízes foi superior no T7, o qual apresentou peso de 1,72 g. O desenvolvimento das raízes neste tratamento pode estar relacionado a presença do resíduo da erva-mate associado a vermiculita, o que proporciona um substrato mais poroso e menos denso, facilitando a drenagem de água e aeração do solo. Almeida et al. (2005) encontraram valores de peso seco das raízes para *Jacaranda puberula* de 2,22 g sob 30% de sombreamento.

Em relação ao peso da matéria seca da parte aérea o tratamento T6 foi superior,

no entanto, não deferindo estatisticamente do tratamento T7. O peso da matéria seca da parte aérea foi de 2,61 g para o tratamento T6 e 2,60 g para o tratamento T7, respectivamente. Gonçalves et al. (2014) analisando diferentes substratos com resíduos orgânicos para produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioviana* Baill) contataram que a adição de 20, 30 e 40 % de esterco bovino curtido proporcionaram maiores valores de massa seca total, demonstrando a potencialidade da utilização de resíduos orgânicos na produção de mudas florestais. A relação (HD) das mudas de caroba não apresentou diferença significativa entre os tratamentos.

Comparando-se os resultados de crescimento de *Jacaranda micrantha* (Tabela 3) com a análise química e física dos substratos (Tabela 1) nota-se que os tratamentos T6 e T7 apresentaram os maiores valores de crescimento, e quando comparados com a recomendação constata-se que estes não encontravam-se dentro das faixas recomendadas. Isto pode ter ocorrido pelo fato da espécie ser pioneira requerendo assim baixos níveis de nutrientes para o seu desenvolvimento.

Gonçalves et al. (2008) analisando crescimento de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes, constataram que a espécie tem baixo requerimento por Ca, Mg e K, respondendo somente a P. Como jacarandá também é uma leguminosa, pode ter apresentado comportamento similar neste estudo, visto que somente os níveis de P encontravam-se adequados nos tratamentos T6 e T7.

Assim, nota-se que o resíduo do beneficiamento da erva-mate apresenta potencialidade de uso como substrato para produção de mudas florestais. Resíduos vegetais já apresentaram bons resultados como substratos para produção de mudas florestais como constatado por Nogueira et al. (2014) e Silva et al. (2014) utilizando serragem e maravalha para produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, Sodr e et al. (2007) para cacauieiro (*Theobroma cacao* L.) e Wendling et al. (2007) para produ o de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*).

4 | CONCLUSÕES

O resíduo proveniente do beneficiamento de erva-mate permite sua utiliza o em substratos para a produ o de mudas florestais. As mudas de *Jacaranda micrantha* produzidas em substratos que continham resíduo de erva-mate associado   vermiculita apresentaram resultados superiores as demais formula es analisadas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. S. et al. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, v. 3, p.323-329, 2005.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Science and Agrotechnology**, v.38, n.2, p.109-112. 2014.

GOMES, J. M., PAIVA, H. N. de. **Viveiros Florestais**: Propagação sexuada. Editora UFRV: Viçosa. 2011. 116 p.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: USP ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM, 1996.

GONÇALVES, E.O. et al. Crescimento de Mudas de *Ateleia glazioviana* em Substratos Contendo Diferentes Materiais Orgânicos. **Floresta e Ambiente**, v.21, p.339-348, 2014.

GONÇALVES, E. O. et al. Crescimento de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) sob diferentes doses de macronutrientes. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1029-1040, 2008.

KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N. & FERMINO, M. H. (Ed). **Substrato para plantas, a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p.139-145.

NOGUEIRA, A. C. et al. Adição de maravalha a substratos comerciais na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Ambiência**, v. 10, p.527-538, 2014.

RONDON NETO, R. M.; RAMOS, C. B. Avaliação das características físicas dos substratos formulados com resíduos orgânicos para a produção de mudas florestais em tubetes. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, p.1983-6325, 2010.

SANTOS, F.E.V. et al. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 18, p.971–979, 2014.

SCHORN L. A.; FORMENTO, S. **Produção de mudas florestais**. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, Centro de Ciências Tecnológicas, Departamento Engenharia Florestal (Apostila).55p. 2003.

SILVA, R. F. et al. Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em substratos orgânicos alternativos. **Ciência Florestal**, v. 24, p.609-619, 2014.

SODRÉ, G. A. et al. Caracterização física de substratos à base de serragem e recipientes para crescimento de mudas de cacaueteiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, p.339-344, 2007.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de solos, UFRGS.1995. 174p. (Boletim Técnico n. 5).

VEIGA, M. **Metodologia para coleta de amostras e análises físicas do solo**. Florianópolis: Epagri, 2011. 52p. (Epagri, Boletim Técnico, 156).

WENDLING, I. et al. 2007. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, v. 31, p.209-220, 2007.

USO DE BIOSSÓLIDO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTO DE SERINGUEIRA (*Hevea Spp.*)

Douglath Alves Corrêa Fernandes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto de Agronomia, Departamento de Ciências
do Solo, Seropédica - RJ.

Marcos Gervasio Pereira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto de Agronomia, Departamento de Ciências
do Solo, Seropédica - RJ.

Anderson Ribeiro Diniz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto de Agronomia, Departamento de Ciências
do Solo, Seropédica - RJ.

Joel Quintino de Oliveira Junior

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto de Agronomia, Departamento de Ciências
do Solo, Seropédica - RJ.

Sidinei Julio Beutler

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto de Agronomia, Departamento de Ciências
do Solo, Seropédica - RJ.

Ana Carolina de Oliveira Souza

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto de Agronomia, Departamento de Ciências
do Solo, Seropédica - RJ.

RESUMO: O trabalho teve por objetivo avaliar o potencial do uso de bio sólido como componente do substrato para a produção de mudas para porta-enxerto de Seringueira (*Hevea spp.*), além de determinar uma proporção de bio sólido que condicionará melhor qualidade

as mudas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, e o substrato foi composto por diferentes combinações entre bio sólido e amostras de terra coletadas na profundidade de 20-40 cm de um Argissolo Vermelho-Amarelo 100/0; 75/25; 50/50; 25/75; 0/100 (v/v), as diferentes proporções foram comparadas ao substrato comercial para mudas. Utilizaram-se mudas de porta-enxertos produzidas a partir de sementes do clone GT1. As plantas foram coletadas aos 6 meses de idade após o transplante, foram coletados dados da altura, diâmetro do coleto, massa seca das folhas, do caule e raiz e foram analisados os teores de macronutrientes nos tecidos vegetais. Foram ainda calculados índices de qualidade das mudas, como a relação altura e diâmetro, relação altura e massa seca de parte aérea, relação entre massa seca de parte aérea e parte seca de raiz e índice de qualidade de Dickson. Constatou-se que utilizando-se o substrato com proporção de 25% bio sólido e 75% terra e 50% bio sólido com 50% terra, se tem desenvolvimento satisfatório das mudas de seringueira, e que doses superiores a 50% de bio sólido foram prejudiciais ao desenvolvimento das mudas de seringueira, apresentando as menores médias em diâmetro e altura das mudas quando comparado aos demais tratamentos.

PALAVRAS-CHAVE: Heveicultura, Manejo,

USE OF SEWAGE SLUDGE BIO SOLIDS IN THE COMPOSITION OF SUBSTRATES FOR THE PRODUCTION OF ROOTSTOCKS OF *Hevea* Spp.

ABSTRACT: For this, the present study was to evaluate the potential use of sewage sludge as a component of the substrate for the production of seedlings for rootstock of the rubber tree (*Hevea* spp.) And determine a ratio of biosolids that will provide better quality seedlings. The experiment was conducted in the greenhouse, the substrate was composed of different combinations of biosolids/soil 100/0; 75/25; 50/50; 25/75; 0/100, and compared to commercial substrate for seedlings. It was used seedlings obtained from the GT1 clone. The plants were collected at 6 months after transplanting, were collected height, stem diameter, dry weight of leaf, stem and root and macronutrients content in plant tissues. It was found out that using substrate with 25% sludge 75% soil and 50% sludge 50% soil, has a satisfactory development of rubber seedlings and that doses higher than 50% of biosolids are harmful to the development of rubber seedlings.

KEYWORDS: biosolids, rubber tree, rootstock.

1 | INTRODUÇÃO

A expansão de áreas cultivadas com seringueira, no Brasil, implica na necessidade de ampliação de viveiros para a produção de mudas de boa qualidade e com isso garantir o sucesso da heveicultura. O sucesso na exploração de culturas florestais e perenes em geral depende essencialmente da qualidade das mudas utilizadas no plantio (TRAZZI *et al.*, 2012). No caso da seringueira, este princípio também é de fundamental importância, para que o seringal entre em exploração no mais curto espaço de tempo possível e com maior produtividade. A aquisição de substratos comerciais tende a elevar os custos de produção. Porém sua utilização garante mudas de boa qualidade, e estas têm maiores chances de sobreviver no campo. De acordo com Carneiro (1995), maiores índices de sobrevivência e crescimento inicial pós-plantio podem ser influenciados pela utilização de mudas com alto padrão de qualidade.

Os substratos podem ser compostos por diferentes matérias-primas, sendo os materiais orgânicos os mais utilizados. O biossólido é composto basicamente do resíduo do tratamento de águas residuárias e sólidos urbanos com a adição de cal, vem sendo estudado como alternativa viável para composição do substrato, já que é um ótimo formador de matéria orgânica, capaz de melhorar as propriedades físicas do solo (JORGE *et al.*, 1991), podendo aumentar a capacidade de retenção hídrica, fornecer macro e micronutrientes às mudas (SCHEER; CARNEIRO; SANTOS, 2010). Além disso, se apresenta como solução para um problema ambiental, como uma alternativa para reduzir os gastos com insumos, aumentando a renda dos agricultores (SOUZA *et al.*, 2010).

Todavia, a utilização do bio-sólido em composições de substrato para mudas deve ser planejada, para que não ocorram problemas posteriores, já que podem provocar alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além da possibilidade de contaminação e eutrofização do lençol freático e cursos hídricos por agentes patogênicos (SOCCOL *et al.*, 2010), metais pesados, no caso do material de origem industrial. Assim o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial do uso de bio-sólido como componente do substrato para a produção de mudas para porta-enxerto de Seringueira (*Hevea spp.*). Bem como determinar qual proporção de bio-sólido proporciona melhor qualidade das mudas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Produção dos porta enxertos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, sendo os porta enxertos produzidos através da germinação das sementes do clone de seringueira GT1, este clone foi escolhido devido a melhor uniformidade entre as plantas propagadas via sementes. E quando combinadas com outros clones comerciais que são tradicionalmente cultivados no processo de enxertia apresentaram alta produtividade de borracha (CARDINAL *et al.*, 2007).

As sementes foram postas para germinação em sementeira com areia lavada, 15 dias após a emergência, as plântulas foram transplantadas para sacos plásticos de polipropileno com o volume de 600 cm³ contendo substrato composto por terra de subsolo, esterco bovino e areia na proporção do volume de 2:1:0,5. Os porta enxertos ficaram no viveiro até os 90 dias após a germinação e posteriormente foram transplantados para os vasos para a condução do experimento.

Preparação do Substrato

Foram utilizados diferentes tipos de substratos no estudo e todos foram caracterizados quimicamente de acordo com a EMBRAPA (1997). A caracterização química encontra-se descrita na Tabela 1.

Os substratos foram compostos pela mistura de bio-sólido/terra nas seguintes proporções respectivamente: 25% bio-sólido/75% terra, 50% bio-sólido/50% terra e 75% bio-sólido/25% terra.

Tratamentos	pH	Ca	Mg	K	Na	P	Al	H+Al	S	T	V%
	cmol _c kg ⁻¹					Mg kg ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹				
Substrato	7,13	23,35	6,56	0,84	0,32	88,35	0,00	2,89	31,07	33,96	91,49
Solo	4,64	2,19	2,04	0,06	0,05	10,86	0,60	7,56	4,34	11,90	37,38
25% lodo 75% terra	4,27	7,58	3,71	0,16	0,21	128,54	0,60	8,17	11,65	19,82	58,78
50% lodo 50% terra	4,22	9,08	3,11	0,11	0,12	132,02	0,63	11,36	12,42	23,78	52,37

Tabela 1. Valores de pH, teores disponíveis de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), fósforo (P) e alumínio (Al). H+Al, soma de bases (S), CTC a pH 7 (T) e saturação por bases (V%), para os diferentes tratamentos.

O substrato foi preparado utilizando-se amostras coletadas na camada de 20-40cm, de um Argissolo Vermelho-Amarelo.

O biossólido utilizado foi doado pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro – CEDAE. O material é composto basicamente pela fração sólida e estabilizada do lodo de esgoto doméstico, processo que é realizado na própria estação de tratamento de esgoto (ETE) com a adição de cal. A caracterização química do biossólido encontra-se na Tabela 2.

	pH	Ca	Mg	K	N	P
	g kg ⁻¹					
Biossólido	4,20	5,88	40,29	10,43	119,88	25,14

Tabela 2. Valores de pH, teores totais de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), fósforo (P) e nitrogênio (N), para o biossólido.

Para o tratamento 1 foi utilizado substrato comercial Biomix composto de turfa, casca de Pinus moída, vermiculita e bokashi (aditivo orgânico com macro e micronutrientes). Tabela 1.

Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), formado por seis tratamentos, com cinco repetições. Foram utilizados vasos plásticos com capacidade de 6,0 litros. No tratamento 1 foi empregado apenas substrato comercial (SC). O tratamento 2 foi composto apenas pela amostra coletada do Argissolo Vermelho-Amarelo.

O tratamento 3 foi composto por 100% de biossólido (100B). Os tratamentos 4, 5 e 6 foram compostos pela mistura de biossólido/terra nas seguintes proporções, respectivamente: 25% biossólido/75% solo (25B:75T), 50% biossólido/50% terra (50B:50T) e 75% biossólido/25% terra (75B:25T). A homogeneização do material foi realizada em uma betoneira de 120 litros para a formação do composto.

Condução do experimento

O experimento foi conduzido durante o período de 182 dias, sendo avaliado diariamente, mantendo-se o conteúdo de água próximo o da capacidade de campo e sendo feito o controle de plantas invasoras manualmente.

Análises Realizadas

Foram tomadas as medidas de altura e diâmetro do coleto dos porta-enxertos ao primeiro dia após transplante para o vaso de 6 litros, avaliando-se a altura e diâmetro inicial e final seis meses após o transplante, bem como a diferença. Para a altura foi considerado a distância entre o coleto e a extremidade da folha mais jovem, medida com fita métrica graduada em cm. O diâmetro do coleto foi medido com paquímetro digital.

As plantas foram separadas em folhas, caule e raiz que por meio de corte ao nível do substrato. Posteriormente as partes foram lavadas, separadas e dispostas em sacos de papel e postas para secar em estufa de circulação forçada à 65°C por 72 horas, até atingir massa constante (Figura 3). Após secas, as amostras foram pesadas em balança de precisão com duas casas decimais, para obtenção de massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST).

O material foi moído em moinho tipo Willey. As amostras das partes do porta-enxerto (folha, caule e raiz) foram analisadas para se obter os teores de macronutrientes (N, P e K) segundo Tedesco *et al.* (1995).

Para a análise da qualidade das mudas foram mensurados os índices de relação entre a altura e o diâmetro do coleto (H/D), a relação entre a altura e a parte aérea das mudas (H/MSPA), relação entre massa seca de parte aérea e a massa seca de raiz (MSPA/MSR) e o índice de qualidade de desenvolvimento (IQD) obtido considerando os valores de MSPA, MSR e MST, altura e diâmetro do coleto das mudas de acordo com Dickson *et al.* (1960).

Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e os seus resíduos foram avaliados para normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e para homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett à 5% de significância. Quando a normalidade e/ou homogeneidade de variâncias não foram atendidas, procedeu-se a transformação dos dados pelo método de Box-Cox. A comparação das médias foi realizada pelo teste tukey à 5% de significância. Todos os procedimentos foram realizados no software R (R CORE TEAM, 2013), por meio do pacote “ExpDes” (FERREIRA *et al.*, 2013).

3 | RESULTADOS

Durante o experimento 60% das mudas do tratamento 6 composto por 100% de biofósforo morreram, tornando inviável sua utilização para a produção de porta-enxerto de *Hevea spp.* Possivelmente a alta dosagem de biofósforo rico em macronutrientes tenha causado efeito tóxico às mudas.

Os valores de incremento em altura (H) e incremento em diâmetro do coleto

(D) para os diferentes tratamentos com substrato para produção de porta-enxerto de *Hevea* spp. são apresentados na Tabela 3.

Tratamentos		Diâmetro		Altura	
		(mm)		(cm)	
1	SC	4,39	a	51,13	a
2	100T	1,16	ab	44,75	ab
3	25B:75T*	3,13	a	42,88	ab
4	50B:50T*	3,06	ab	29,67	ab
5	75B:25T*	-0,67	b	26,13	b
6	100B**	-0,90		19,00	
	CV(%)	74,44		23,04	

Tabela 3. Crescimento em altura (H) e ganho em diâmetro do coleto (D), em porta-enxerto de *Hevea* spp. produzido com diferentes composições de substratos utilizando biofósforo e terra de subsolo.

*Proporções volumétricas, em sequência de biofósforo e terra. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). **Média realizada com duas repetições, sem análise estatística.

O melhor crescimento foi observado no tratamento com o substrato comercial. Porém, esse resultado foi equivalente aos demais tratamentos sugerindo de que para esse parâmetro o uso do biofósforo na composição do substrato com doses variando até 50% levam ao aumento no crescimento de mudas de *Hevea* spp.. Os melhores tratamentos apresentaram um desenvolvimento de aproximadamente 15% superior ao tratamento com 75B 25T.

Ainda, foi constatado que o tratamento que proporcionou menor crescimento em altura foi o composto por 75B:25T. O menor crescimento, provavelmente, pode ser justificado pela falta de um componente que promova aeração no substrato, uma vez que a composição deste foi, maior com biofósforo.

A avaliação dos diâmetros possibilitou observar que o tratamento com 75% de biofósforo provocou um decréscimo no diâmetro do coleto para a espécie (Tabela 3). A partir da aplicação de uma proporção equilibrada entre o biofósforo e terra (50/50), a resposta da planta começou a ser positiva. O melhor desenvolvimento em diâmetro da espécie utilizando biofósforo no substrato foi observado no tratamento que recebeu 25B:75T, resultando em um desenvolvimento equivalente ao observado no substrato comercial.

Os valores de massa seca de folha (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST) para os diferentes tratamentos com substrato para produção de porta-enxerto de *Hevea* spp. são apresentados na (Tabela 4)

Tratamentos		(g)									
		MSF	MSC	MSPA	MSR	MST					
1	SC	6,16	bc	9,48	a	16,42	ac	5,96	a	20,88	ab
2	100T	2,07	c	7,35	ab	9,42	c	2,01	bc	11,43	c
3	25B:75T*	7,26	ab	10,51	a	17,78	ab	3,21	ab	20,99	a
4	50B:50T*	11,13	a	9,21	ab	20,34	a	3,82	ab	24,16	a
5	75B:25T*	5,52	bc	3,98	b	10,22	bc	1,21	c	11,57	bc
6	100B**	20,6		3,74		5,80		1,39		7,19	
	CV(%)	32,53		32,88		26,59		28,67		23,48	

Tabela 4. Massa seca parte aérea (MSPA), massa seca de caule (MSC), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST) em porta-enxerto de *Hevea* spp. produzido com diferentes composições de substratos utilizando bio sólido e terra de subsolo.

*Proporções volumétricas, em sequência de bio sólido e terra. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). **Média realizada com duas repetições, sem análise estatística

Analisando a massa seca das folhas foi observado maior valor no tratamento com 50B:50T se diferenciando estatisticamente dos demais excetuando com 25B:75T. Possivelmente, o bio sólido atuou de forma benéfica as mudas de *Hevea* spp. no que diz respeito a incremento de massa seca das folhas quando utilizado em proporções de 25 a 50% com amostras da camada de 20-40 cm do Argissolo, apresentando 5,19g e 9,06g em média respectivamente a mais que o utilizando somente terra.

O maior incremento em massa seca no caule foi observado no tratamento com 25B:75T, e o menor valor no com maior proporção de bio sólido (75B:25T) de acordo com (Tabela 4). Avaliando o incremento de massa seca no caule pode-se notar que o uso de bio sólido na composição de 25% de bio sólido melhora a qualidade do substrato, já que este tratamento apresentou em média cerca de 3,16g a mais de massa seca no caule que o tratamento usando somente solo.

A produção de massa seca da parte aérea foi superior no tratamento com 50B:50T, indicando maior rusticidade das mudas nesse tratamento, seguido pelos tratamentos 1 e 3 que não se diferenciaram estatisticamente. Já a menor produção foi no tratamento utilizando apenas solo.

No que se refere à massa seca de raiz, o substrato comercial promoveu maior produção de biomassa, seguido pelos tratamentos 50B 50T e 25B 75T. O menor desenvolvimento radicular foi observado no tratamento 75B 25T, influenciado pela maior proporção de bio sólido.

A produção total de massa seca foi superior no tratamento 4, com cerca de 24,16g seguido dos tratamentos T3 (20,99g) e T1 (20,88g), mostrando mais uma vez a tendência de proporções equilibradas (25% a 50%) de bio sólido aumentarem o ganho de massa de mudas de *Hevea* spp.

Para a variável H/DC, não foi verificada diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 5).

Tratamentos	H/DC	H/MSPA	MSPA/MSR	IQD
1 SC	8,54 a	6,10 ab	2,78 a	2,01 a
2 100T	8,52 a	8,71 a	4,86 a	0,88 ab
3 25B:75T*	8,24 a	4,68 b	5,76 a	1,51 ab
4 50B:50T*	7,97 a	3,57 b	5,88 a	1,81 ab
5 75B:25T*	8,47 a	6,15 ab	6,67 a	0,62 b
6 100B**				
CV(%)	17,09	28,04	37,76	43,99

Tabela 5 Relação altura/diâmetro (H/DC), relação altura/massa seca da parte aérea, relação massa seca da parte aérea/massa seca de raiz (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em porta-enxerto de *Hevea* spp. Produzido com diferentes composições de substratos utilizando biofósforo e terra de subsolo.

*Proporções volumétricas, em sequência de biofósforo e solo. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). **Média realizada com duas repetições, sem análise estatística.

Comparando os diferentes tratamentos baseando-se na relação entre a altura da planta e a massa seca da parte aérea o maior valor foi observado no tratamento usando somente terra e o menor valor no tratamento 4, diferindo estatisticamente apenas do tratamento 2.

Na relação entre a massa seca da parte aérea e a massa seca radicular também não apresentou diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 5).

O maior valor de IQD foi encontrado no tratamento 1, com valor igual a 2,01 sem diferença sobre os tratamentos 2, 3 e 4. Já o menor valor para esta variável foi observado no tratamento 5, com média 0,62, evidenciando uma menor qualidade das mudas produzidas com este tipo de substrato. Observa-se que os maiores IQD calculados apresentam no geral maiores valores de MSF, MST e também relações que refletem a qualidade da muda o que implica melhor qualidade da muda. Com base nisso, verifica-se que mudas do tratamento 4 apresentaram uma boa distribuição da biomassa, acarretando um maior equilíbrio da planta e assim pressupondo a influência positiva do biofósforo na qualidade das mudas de *Hevea* spp.

As concentrações médias dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas folhas, caule e raízes de porta-enxerto de *Hevea* spp. produzido com diferentes composições de substratos utilizando biofósforo e terra de subsolo são apresentados nas (Tabelas 6, 7 e 8) respectivamente.

O tratamento com substrato comercial apresentou a menor concentração de nitrogênio nas folhas, se diferenciando dos demais.

Os tratamentos com maiores doses de biofósforo apresentaram também maiores concentrações de nitrogênio nas folhas, o que pode ser devido a alta concentração de material orgânico no biofósforo que disponibiliza N e outros nutrientes. O teor de potássio foi superior nas folhas, caule e raiz no tratamento 1, se diferenciando dos demais tratamentos, devido a alta concentração de K disponível nesse substrato (Tabela 1).

Tratamentos		Folha (g kg ⁻¹)					
		N	P	K			
1	SC	19,71	b	3,35	a	11,21	a
2	100T	37,63	a	3,10	a	3,46	b
3	25B:75T*	37,53	a	2,68	a	3,77	b
4	50B:50T*	40,21	a	2,32	a	3,12	b
5	75B:25T*	37,40	a	3,22	a	3,91	b
6	100B**	49,35		6,49		10,12	
	CV(%)	13,64		16,43		25,07	

Tabela 6. Concentração de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas folhas de porta-enxerto de *Hevea* spp. produzido com diferentes composições de substratos utilizando bio-sólido e terra de subsolo.

*Proporções volumétricas, em sequência de bio-sólido e solo. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). **Média realizada com duas repetições, sem análise estatística.

A concentração de nitrogênio no caule foi estatisticamente superior no tratamento 5. Para o fósforo as maiores concentrações foram observadas nos tratamentos 1 e 5, mais uma vez evidenciando a função bio-sólido em fornecer nutrientes as plantas.

Tratamentos		Caule (g kg ⁻¹)					
		N	P	K			
1	SC	5,89	c	5,25	a	5,72	a
2	100T	9,36	b	2,5	c	3,46	b
3	25B:75T*	11,52	b	3,13	bc	3,05	b
4	50B:50T*	13,88	b	2,56	c	2,78	b
5	75B:25T*	25,32	a	5,04	ab	3,85	b
6	100B**	25,88		9,05		3,85	
	CV(%)	26		26,09		14,75	

Tabela 7. Concentração de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em g kg⁻¹ no caule de porta-enxerto de *Hevea* spp. produzido com diferentes composições de substratos utilizando bio-sólido e terra de subsolo.

*Proporções volumétricas, em sequência de bio-sólido e solo. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). **Média realizada com duas repetições, sem análise estatística.

Quanto ao sistema radicular a maior concentração de nitrogênio foi observada no tratamento 5, com diferença apenas para o tratamento com substrato comercial. Já para o fósforo o tratamento 1 apresentou maior concentração se diferenciando dos tratamentos com doses inferiores a 75% de bio-sólido e sem bio-sólido.

Tratamentos		Raiz (g kg ⁻¹)					
		N	P	K			
1	SC	12,48	b	5,45	a	16,13	a

2	100T	14,63	ab	2,22	c	4,49	b
3	25B:75T*	16,93	ab	2,65	c	5,56	b
4	50B:50T*	15,94	ab	2,77	bc	5,00	b
5	75B:25T*	15,77	a	3,77	ab	6,15	b
6	100B**	20,99		6,19		7,57	
	CV(%)	10,88		27,56		28,63	

Tabela 8. Concentração de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em g kg⁻¹ nas raízes de porta-enxerto de *Hevea* spp. produzido com diferentes composições de substratos utilizando bio sólido e terra de subsolo.

*Proporções volumétricas, em sequência de bio sólido e solo. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05). **Média realizada com duas repetições, sem análise estatística.

4 | DISCUSSÃO

A alta dosagem de bio sólido rico em macronutrientes utilizada no tratamento 6 pode ter causado efeito tóxico às mudas, levando-as a morte. Esse mesmo padrão foi verificado no trabalho de Maia (1999), utilizando subsolo, lodo de esgoto e casca de *Pinus* como substrato na produção de mudas de *Pinus taeda*, concluindo que lodo não deve ser usado puro, apesar da sua relativa fertilidade, em razão, provavelmente, da sua baixa porosidade, provocando compactação do substrato.

Doses de bio sólido variando até 50% na composição de substrato levam ao aumento no crescimento de mudas de *Hevea* spp. Caldeira *et al.* (2013), relataram maiores médias de altura para mudas de eucalipto nos tratamentos com 60%, 40% e 20% de lodo de esgoto misturado à vermiculita.

Ainda, foi constatado que o tratamento que proporcionou menor crescimento em altura foi o composto por 75B:25T.

O menor crescimento das mudas no tratamento composto por 75B:25T, pode estar relacionado a pouca aeração no substrato. Esse padrão também foi verificado por Caldeira *et al.* (2012), analisando diferentes proporções de bio sólido na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioviana baill*) no qual o tratamento com 90% bio sólido + 10% terra de subsolo também apresentou menor crescimento em altura.

O diâmetro do coleto é tido como característica importante na avaliação da capacidade de sobrevivência de mudas, visto que esta variável está associada ao desenvolvimento do sistema radicular e a sobrevivência da planta ser dependente da capacidade das raízes de nutrir e sustentar a mesma (RITCHIE, 2010).

Ao usar 75% de bio sólido provocou um decréscimo no diâmetro do coleto para a espécie. Tal padrão sugere uma possível influência do substrato que possui alta retenção hídrica, o que prejudica o desenvolvimento de *Hevea* spp. já que a espécie tem melhor desenvolvimento em solos bem drenados. De Melo Silva, *et al.*, (2015), produzindo mudas de juçara com resíduos agroindustriais e lodo de esgoto compostados não encontrou interação entre substrato e doses do fertilizante, nem

entre os substratos para o diâmetro do coleto das mudas.

A maior produção de biomassa de raiz verificada no tratamento com substrato comercial, seguido pelos tratamentos 50B:50T e 25B:75T, e menor desenvolvimento radicular no tratamento 75B:25T, leva ao entendimento de que é necessário haver uma boa aeração no substrato para um maior crescimento das raízes. A massa seca da raiz é um dos melhores aspectos e o parâmetro mais importante para a sobrevivência e estabelecimento das mudas no campo (VIEIRA *et al.*, 2014). O mesmo padrão foi relatado por Trigueiro e Guerrine (2003). Os autores verificaram que o substrato comercial proporcionou melhores resultados de massa seca de raiz quando comparado com substrato utilizando biofóssido para produção de mudas de *Eucalyptus grandis*.

Proporções equilibradas (25% a 50%) de biofóssido aumentarem o ganho de massa de mudas de *Hevea* spp. Da mesma forma, Caldeira *et al.*, (2011) avaliando o uso de diferentes doses de lodo de esgoto no crescimento de mudas de *Tectona grandis*. Observaram que o biofóssido favoreceu o crescimento das mudas, e melhores resultados para o acúmulo de massa seca total.

Mesmo não sendo verificada diferença entre os tratamentos para a variável H/DC, é importante ressaltar que, Caldeira *et al.*, (2008b), recomendam valores menores que 10 para esta variável, assim todas as mudas estariam dentro do que se preconiza ideal. Porém a relação entre altura e diâmetro do coleto varia em função da espécie, do tipo e proporção do substrato, do volume do recipiente, do manejo das mudas no viveiro e da idade em que a muda foi avaliada.

Segundo Gomes e Paiva (2011), quanto menor for a relação entre a altura da planta e a massa seca da parte aérea mais lenhificada será a muda e maior deverá ser a sua capacidade de sobrevivência no campo. Assim, mudas de seringueira produzidas com substrato composto por 50B:50T parecem ser favorecidas, por apresentarem H/MSPA mais próximo do ideal, em relação aos demais substratos testados.

Alguns valores são tidos como referência para determinar se mudas de espécies florestais são de boa qualidade, dessa forma valores muito altos para MSPA/MSR podem ser prejudiciais a muda, devido à tendência de desequilíbrio no crescimento e conseqüente em seu tombamento, além de possíveis problemas no que se refere à absorção de água para a parte aérea (GOMES *et al.*, 2013). Gomes e Paiva (2011) afirmam que quanto mais próximo de 2,0 melhor será a relação entre o peso da matéria seca da parte aérea e o seu respectivo peso da matéria seca da raiz. No entanto, nenhum tratamento obteve esse índice, o mais próximo foi o tratamento com substrato comercial.

Outro índice tido como referência para avaliação da qualidade de mudas florestais é o IQD, segundo Oliveira *et al.* (2008), os maiores valores do Índice de qualidade de Dickson indicam melhor qualidade das mudas, podendo ser utilizado como importante indicador da qualidade das mudas, por considerar a robustez (H/DC) e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda (MSPA/MSR), ponderando

resultados de parâmetros valorosos para a avaliação da qualidade das mudas.

A alta concentração de material orgânico no biossólido disponibiliza N e outros nutrientes as mudas. De acordo com Almeida *et. al.*, (2017) utilização do lodo de esgoto tem como principal benefício, o fornecimento de macronutrientes como nitrogênio e fósforo.

O biossólido apresenta baixos teores de potássio, a baixa concentração de potássio no biossólido, pode está ligada a alta solubilidade deste elemento em água, sendo perdido no efluente líquido durante o tratamento.

Os resultados encontrados através das análises feitas entre as partes da planta (folha, caule e raiz), permitem concluir que a utilização do biossólido em altas proporções provoca um benefício considerável ao estado nutricional das plantas. Isso reflete o potencial nutricional que o substrato possui para a produção de mudas. Os resultados indicam um padrão com o biossólido em 75% da composição do substrato promovendo o melhor ganho nutricional em comparação ao substrato comercial com o menor ganho com relação ao nitrogênio, pelo excessivo teor de matéria orgânica presente no lodo. Porém esse substrato não se apresentou superior em nenhuma das variáveis que determinam a qualidade das mudas, provavelmente não sendo indicado como melhor composição de substrato para mudas de seringueira.

5 | CONCLUSÃO

O biossólido é um bom componente para substrato na produção de mudas para porta-enxerto de Seringueira (*Hevea spp.*).

O tratamento com 25% biossólido 75% solo, seguido pelo tratamento com 50% biossólido 50% solo, promoveu desenvolvimento adequado das mudas de seringueira.

Doses superiores a 50% de biossólido foram prejudiciais ao desenvolvimento das mudas de seringueira.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, V. F. R.; ALMEIDA, R. R.; GOMES, N. R.; CAETANO, L. R.; CHOZE, R. **Caracterização química como alternativa de destinação ao uso agrícola do lodo da ETE**, Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent., v. 4, n. 7, p. 87 – 98, 2017.

BOWER, H.; IDELOVITCH, E. **Quality requirements for irrigation with sewage water**. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, New York, v. 113, n. 4, p. 510 - 535, 1987.

CALDEIRA, M. V.; DELARMELINA, W. M.; PERONI, L.; GONÇALVES, E. O.; SILVA, A. G. **Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia v. 43, n. 2, p. 155 - 163, 2013.

CALDEIRA, M. V. W.; PERONI L.; GOMES, D. R.; DELARMELINA, W. M.; TRAZZI, P. A. **Diferentes proporções de biossólido na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (Ateleiaglazioveana baill)**. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 40, n. 93, p. 015 - 022, 2012.

- CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. **Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha**. Scientia Agraria, Curitiba, v. 9, p. 27 - 33, 2008.
- CALDEIRA, M.V.W.; DELARMELINA, W.M.; LÜBE, S.G.; GOMES, D.R.; GONÇALVES, E.O.; ALVES, A.F. **Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de Tectona grandis**. Floresta, Curitiba, v.42, n.1, p.77 - 84, 2011.
- CARDINAL, A. B. B.; GONÇALVES, P. S.; MARTINS, A. L. **Influência da relação enxerto vs. porta-enxerto no aumento do vigor e produção de clones superiores de seringueira**. Bragantia, v.66, n.2, p.277 - 284, 2007.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995. 451 p.
- DE MELO SILVA, F. A.; DE SOUZA, I. V.; ZANON, J. A.; NUNES, G. M.; DA SILVA, R. B.; FERRARI, S. **Produção de mudas de juçara com resíduos agroindustriais e lodo de esgoto compostados**. Brazilian Journal of Biosystems Engineering, v. 9, n. 2, p. 109 - 121, 2015.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J. F. **Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries**. Forestry Chronicle, Quebec, v.36, n.1, p.10 - 13, 1960.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de análises de solo**. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: **Experimental Designs package**. R package version 1.1.2. 2013.
- GOMES, D. R.; CALDEIRA, M. V. W.; CALDEIRA, M. V. W.; GONÇALVES, E. O. **Lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de Tectona grandis L.** Cerne, Lavras, v.19, n. 1, 2013.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. de. **Viveiros Florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV, 2011. 116 p.
- JORGE, J.A; CAMARGO, O.A; VALADARES, J.M.A.S. **Condições físicas de um Latossolo vermelho-escuro quatro anos após aplicação de lodo de esgoto e calcário**. Revista brasileira de ciências do solo, v.15, p.237 - 240, 1991.
- MAIA, C. M. B. F. **Uso de casca de Pinus e lodo biológico como substrato para produção de mudas de Pinus taeda**. Boletim de Pesquisa Florestal, v. 3, n. 9, p. 81 - 92, 1999.
- OLIVEIRA, R. B.; LIMA, J. S.; SOUZA, C. A. M.; FILHO, S. M. **Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo**. Revista Ciência Agrotécnica, v.32, n. 1, p. 122 - 128, 2008.
- R CORE TEAM. R: **A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (URL <http://www.R-project.org/>), 2013.
- RITCHIE, G. A. Assessing plant quality. In: LANDIS, T. D Seedling processing, storage and out planting Washington, DC: US Departmentt of Agriculture Forest Service, v. 7, p.17-81, 2010.
- SCHEER, M. B.; CARNEIRO C.; SANTOS, K. G. **Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de Paraptadenia rigida (Benth.) Brenan**. Scientia Forestalis, v.38, n. 88, p. 637 – 644, 2010.
- SOCCOL, V. T.; PAULINO, R. C.; PEREIRA, J. T.; CASTRO, E. A.; COSTA, A. O.; HENNING, L.;

ANDREOLI, C. **Organismos patogênicos presentes em lodo de esgoto a ser aplicado no solo e a Resolução nº 375 do CONAMA**. In: COSCIONE, A. R.; NOGUEIRA, T. A. R.; PIRES, A. M. M. **Uso agrícola de lodo de esgoto – Avaliação após a Resolução nº 375 do CONAMA**. Botucatu: FEPAF, 2010, p. 83 - 112, 2010.

SOUZA, A.R.C.; PEITER, M.X.; ROBAINA, A.D.; SOARES, F.C.; PARIZI, A.R.C.; FERRAZ, R.C. **Consumo hídrico e desempenho de Kalanchoe cultivado em substratos alternativos**. *Ciência Rural*, v.40, n.3, 2010.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 147p. (Boletim Técnico, 5)

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; COLOMBI, R.; PERONI, L.; GODINHO, T. O. **Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos**. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 40, n. 96, p. 455 - 462, 2012.

TRIGUEIRO, R. de M.; GUERRINI, I. A. **Uso de bioossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto**. *Scientia Forestalis*, Piracicaba-SP, n. 64p. 150 – 162, 2003.

VIEIRA, C.R.; SANTOS, O.L.; SCARAMUZZA, J.F. **Influência do vermicomposto no crescimento e na nutrição de mudas de angico cascudo**. *Revista Biociências*, Taubaté, v. 20, n. 2, p. 52 - 61, 2014.

VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DA *Senna occidentalis* (L.) LINK EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Rose Benedita Rodrigues Trindade

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Ciências Agrárias.
Dourados-MS.

Sidnei Azevedo de Souza

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Ciências Agrárias.
Dourados-MS.

Maria do Carmo Vieira

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Ciências Agrárias.
Dourados-MS.

RESUMO: *Senna occidentalis* (L.) Link (sinonímia *Cassia occidentalis*) é uma espécie nativa das Américas pertencente à família Fabaceae (Leguminosae) e subfamília Caesalpinioideae, conhecida popularmente como “fedegoso”, é uma planta muito utilizada medicinalmente, como tônico, febrífugo, estomáquico, purgativo e apresenta indicações como antimalárica em regiões da Amazônia e da África. Embora seja considerada como erva daninha, suas propriedades medicamentosas fazem desta planta uma espécie a ser estudada. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a velocidade de emergência de *S. occidentalis* em diferentes substratos. Os tratamentos foram compostos por oito substratos: T1 = Bioplant® 100%, T2 = Bioplant®50% + Solo 50%, T3 =

Bioplant®50% + areia 50%, T4 = Bioplant®50% + cama de frango 50%, T5 = Bioplant®50% + solo 25% + areia 25%, T6 = Bioplant®50% + Solo 25% + cama de frango 25%, T7 = Bioplant®50% + areia 25% + cama de frango 25%, T8 = solo 100%. A sementeira foi feita em bandejas de isopor de 128 células. A melhor emergência ocorreu nos tratamentos T2, T4, T6, que apresentavam em sua composição substratos associados a outros elementos, tais como cama de frango.

PALAVRAS-CHAVE: Planta medicinal, fedegoso, cama de frango.

SPEED OF EMERGENCE AND DEVELOPMENT OF *Senna occidentalis* (L.) LINK ON DIFFERENT SUBSTRATES

ABSTRACT: *Senna occidentalis* (L.) Link (synonym *Cassia occidentalis*) is a native species in the Americas belonging to the family Fabaceae (Leguminosae) and subfamily Caesalpinioideae, popularly known as "smelly", it is a plant widely used in medicine, as tonic, febrifuge, stomach, purgative and has indications as antimalarial in some regions of Amazon and Africa. Although considered as a weed, its medicinal properties make this plant a species to be studied. Therefore, the objective of this work was to evaluate the emergence speed of *S. occidentalis* in different substrates. The treatments consisted of eight substrates:

T1 = Bioplant® 100%, T2 = Bioplant®50% + Soil 50%, T3 = Bioplant®50% + sand 50%, T4 = Bioplant®50% + Chicken litter 50%, T5 = Bioplant®50% + 25% soil + 25% sand, T6 = Bioplant®50% + 25% soil + 25% chicken litter, T7 = Bioplant®50% + 25% sand + 25% chicken litter, T8 = 100% soil. Sowing was done in 128-cell Styrofoam trays. The best emergence occurred in treatments T2, T4, T6, which presented in their composition substrates associated with other elements, such as chicken litter.

KEYWORDS: Medicinal plant, smelly, chicken litter.

1 | INTRODUÇÃO

A espécie *Senna occidentalis* (L.) Link (sinonímia *Cassia occidentalis*) é nativa das Américas e pertence à família Fabaceae (Leguminosae) e subfamília Caesalpinioideae. Conhecida popularmente como “fedegoso”, devido ao odor fétido característico; “mata-pasto”, por ser facilmente encontrada como contaminante de áreas de pastoreio; e “café negro”, visto que as suas sementes são usadas para preparar uma bebida semelhante ao café (TESKE e TRENTINI, 1994).

São plantas herbáceas com altura de 40-80 cm, caules eretos, lenhosos, moderadamente ramificados, folhas elípticas verde-escuras e flores amarelo-ouro. A brotação ocorre na primavera, e as inflorescências, no início do verão. As vagens são curvas, com ápices voltados para cima; quando imaturas, são verdes, com faixas transversais marrons, tornam-se secas no outono, quando as sementes estão maduras. As sementes são marrom-escuras e levemente brilhantes, têm forma aproximadamente triangular e cerca de 5 mm no maior comprimento (EVERIST, 1981; COLVIN et al., 1986).

Segundo Viegas Jr. et al., (2006), a *S. occidentalis* é utilizada medicinalmente a muito tempo, por tribos americanas, indianas e africanas, como tônico, febrífugo, estomáquico e purgativo. Além de apresentar indicações como antimalárica em regiões da Amazônia e da África. Estudos realizados *in vitro* com extratos das sementes e das folhas da *S. occidentalis*, apresentaram atividade antibacteriana, com relevância para *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* e *Staphylococcus aureus* (SAMY e IGNACIMUTHU, 2000).

De acordo com Lombardo et al., 2009, a partir do desenvolvimento de microrganismos resistentes e de infecções oportunistas, fitoquímicos com atividade antibacteriana e antifúngica trazem perspectivas não só pela abrangência nos tratamentos terapêuticos, mas também como substitutos da função conservadora das formulações, por mostrar uma grande versatilidade bioquímica e apresentar distribuição ubíqua como erva daninha, a *S. occidentalis* é de notável importância na busca de novas substâncias biologicamente ativas, podendo contribuir para a terapêutica por meio do aproveitamento sustentável dos recursos do bioma. Desta forma, conhecer a biologia de germinação de *S. occidentalis* se faz necessário para um acompanhamento e desenvolvimento de possíveis fármacos.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a porcentagem de emergência do fedegoso (*S. occidentalis*) submetido a diferentes substratos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Horto de Plantas Medicinais - HPM, da Universidade Federal da Grande Dourados, em Dourados - MS, cujas coordenadas são 22° 11' 43,7" S e 54° 56' 8,5" W.

A semeadura foi realizada em 23 abril de 2015 em bandejas de isopor contendo 128 células, sendo 32 células por tratamento, e permaneceram em ambiente protegido por sombrite 50%.

Os tratamentos foram compostos por oito substratos, sendo eles: T1 = Bioplant® 100%, T2 = Bioplant® 50% + Solo 50%, T3 = Bioplant® 50% + areia 50%, T4 = Bioplant® 50% + cama de frango 50%, T5 = Bioplant® 50% + solo 25% + areia 25%, T6 = Bioplant® 50% + Solo 25% + cama de frango 25%, T7 = Bioplant® 50% + areia 25% + cama de frango 25%, T8 = solo 100%.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com oito tratamentos e quatro repetições. As avaliações de emergência foram feitas a partir de sete dias após a semeadura e posteriormente, a cada dois dias. Foram contabilizadas também as plantas que emitiam folhas verdadeiras. E a partir destes dados calculou-se o índice de velocidade de emergência seguindo a fórmula proposta por Maguire (1962): $IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$ onde: IVE = índice de velocidade de emergência. E1, E2,... En = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem. N1, N2,... Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Os dados de porcentagem de emergência foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5%, utilizando o programa estatístico Sisvar. Para a variável número de folhas verdadeiras (NFV) foi realizada a transformação dos dados por raiz quadrada.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância está apresentada na Tabela 1, e indica que houve efeito significativo dos tratamentos apenas para o número de folhas verdadeiras de plântulas de *S. occidentalis*, não diferindo quanto à porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência.

Os coeficientes de variação foram elevados (acima de 20%) limitando a precisão experimental, em consequência desta espécie apresentar germinação escalonada. O fedegoso apresenta sementes com tegumento composto por três estratos celulares, aumentando sua rigidez, o que resulta em dormência tegumentar (BITENCOURT et

al., 2008). Esta característica dificulta a germinação uniforme da espécie e pode ser considerada uma limitação na produção de mudas.

Fator	Quadrados Médios		
	Emergência (%)	NFV (%)	IVE
Substratos	25,068 ^{NS}	98,354*	0,301 ^{NS}
Blocos	198,059	38,249	1,285
C.V. (%)	38,27	42,76	36,46

Tabela 1 - Análise de variância da emergência, número de folhas verdadeiras (NFV) e índice de velocidade de emergências (IVE) de plântulas de *Senna occidentalis*, UFGD, Dourados, 2015.

* = significativo a ($p < 0,05$); ^{NS} = não significativo a ($p < 0,05$); C.V. = coeficiente de variação.

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a emergência de plântulas (Tabela 2), indicando que mesmo o substrato comumente utilizado para a produção de mudas com vantagens sobre fácil obtenção, viabilidade econômica, uniformidade na composição química e granulométrica, porosidade, capacidade de retenção de água e baixa densidade (MARTINS et al., 2009), não contribuiu para maior germinação das plântulas de *S. occidentalis*.

Substratos	Emergência (%)	NFV (%) ¹	IVE
Bioplant® 100%	3,82 a	6,25 b	1,27 a
Bioplant® 50% + Solo 50%	4,18 a	11,72 ab	1,71 a
Bioplant® 50% + areia 50%	3,85 a	8,59 ab	1,45 a
Bioplant® 50% + cama de frango 50%	4,64 a	19,53 a	1,94 a
Bioplant® 50% + solo 25% + areia 25%	4,17 a	16,41 ab	1,63 a
Bioplant® 50% + Solo 25% + cama de frango 25%	4,41 a	19,53 ab	2,15 a
Bioplant® 50% + areia 25% + cama de frango 25%	3,98 a	17,19 ab	1,70 a
solo 100%	3,83 a	13,28 ab	1,58 a

Tabela 2 - Emergência, número de folhas verdadeiras (NFV) e índice de velocidade de emergências (IVE) de plântulas de *Senna occidentalis*, UFGD, Dourados, 2015.

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem pelo teste F, a 5% de probabilidade.

¹Análise estatística realizada com base nos dados transformados por raiz quadrada.

No tratamento Bioplant® 50% + cama de frango 50% foi verificado maior número de plântulas com as primeiras folhas verdadeiras, a mistura de cama de frango associada ao substrato Bioplant® pode aumentar a retenção de água, o que facilita a embebição da semente e a retomada do metabolismo da planta (COGO et al., 2013).

O índice de velocidade de emergência não teve efeito significativo dos

tratamentos, indicando que o tempo médio para a emergência das plântulas foi independente dos substratos empregados nas condições em que o experimento foi realizado.

Conclui-se que os substratos utilizados não influenciaram na germinação de sementes de *S. occidentalis* e em sua velocidade de germinação em razão, provavelmente, da dormência tegumentar. A utilização de Bioplant® 50% + cama de frango 50% pode contribuir para o desenvolvimento das folhas verdadeiras.

REFERÊNCIAS

- BITENCOURT, G. de A.; RESENDE, U. M.; FAVERO, S. Descrição morfo-anatômica das sementes de *Senna occidentalis* (L.) Link. (Fabaceae-Caesalpinoideae) e *Phyllanthus niruri* L. (Euphorbiaceae). *Revista de biologia e farmácia*. v. 3, n. 1, p. 38-44, 2008.
- COGO, M. R. de; BARBOSA, F. M.; SOUZA, L. B. de; COELHO, A. P. D.; FRESCURA, V. D. Produção de mudas de *Solanum betaceum* Cav. e *Physalis angulata* L. em diferentes substratos. *Revista Enciclopédia Biosfera*. Goiânia, v. 9, n. 16, p. 1806-1813, 2013.
- COLVIN, B. M. et al. *Cassia occidentalis* toxicosis in growing pigs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 189, n. 4, p.423-426, 1986.
- EVERIST, S. L. *Poisonous plants of Australia*. Melbourne: Angus e Robertson, p.401-405. 1981.
- LOMBARDO, M., KIYOTA, S., KANEKO, T.M.; Aspectos Étnicos, Biológicos e Químicos de *Senna occidentalis* (Fabaceae). *Revista Ciências Farmacêutica Básica Aplicada*. v. 30, n. 1, p. 9-17, 2009.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 2, p.176-177, 1962.
- MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A.; SPIERING, S. H. Umedecimento do substrato na emergência e vigor de plântulas de pupunheira. *Revista Brasileira de Fruticultura*. v. 31, n. 1, p. 224-230, 2009.
- SAMY, R.P., IGNACIMUTHU, S. Antibacterial activity of some folklore medicinal plants used by tribals in Western thats of India. *Jornal Ethnopharmacol*. v. 69, p. 63-71. 2000.
- TESKE, M., TRENTINI, A. M. M. *Compêndio de fitoterapia*. Curitiba: Laboratório Botânico, 268p. 1994.
- VIEGAS Jr., C.; REZENDE A.; SILVA, D. H. S.; CASTRO-GAMBÔA I.; BOLZANI, V. S. Aspectos químicos, biológicos e etnofarmacológicos do gênero *Cassia*. *Química Nova*. v. 29, n. 6, p.1279-86. 2006.

SINTOMATOLOGIA DE DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E FERRO E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE MASSA SECA EM MUDAS DE IPÊ AMARELO *Tabebuia serratifolia* CULTIVADAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

Ricardo Falesi Palha de Moraes Bittencourt

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA.

Belém - Pará.

Italo Marlone Gomes Sampaio

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA.

Belém - Pará.

Erika da Silva Chagas

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA.

Belém - Pará.

Vivian Christine Nascimento Costa

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA.

Belém - Pará.

Gabriel Anderson Martins dos Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

Belém - Pará.

Alyam Dias Coelho

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA.

Belém - Pará.

Stefany Priscila Reis Figueiredo

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA.

Belém - Pará.

Hozano de Souza Lemos Neto

Universidade Federal do Semi-Árido - Ufersa

Mossoró – Rio Grande do Norte.

Mário Lopes da Silva Júnior

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA.

Belém - Pará.

RESUMO: A etapa de produção de mudas é primordial para o sucesso na implantação de

plantios. Muitos fatores interferem na qualidade das mudas, dentre eles a nutrição mineral. Desta forma a avaliação do estado nutricional vem a ser uma ferramenta para assegurar a produção de mudas de boa qualidade. Dentre os métodos de avaliação destaca-se a diagnose visual. Com base nisto o objetivo deste trabalho foi caracterizar a sintomatologia de deficiência de macronutrientes e de ferro (Fe), bem como a produção de matéria seca em mudas de ipê amarelo cultivadas em solução nutritiva. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com oito tratamentos: solução completa (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, B, Cu, Mn, Mo, Zn), omissão de nitrogênio (-N), omissão de fósforo (-P), omissão de potássio (-K), omissão de cálcio (-Ca), omissão de magnésio (-Mg), omissão de enxofre (-S) e omissão de ferro (-Fe) e três repetições, onde cada unidade experimental consistiu de uma muda de ipê amarelo. A omissão de N foi o que mais comprometeu o crescimento e acúmulo de massa seca das mudas de ipê amarelo (*T.serratifolia*) seguido pela omissão de Ca. Contudo, apesar do surgimento de deficiência nutricional, não se observou efeitos das omissões de K, Mg, S e Fe no crescimento e acúmulo de massa seca das mudas. A omissão

de P na solução nutritiva não evidenciou aparecimento de desordem nutricional e redução quanto as características avaliadas.

PALAVRAS-CHAVE: Nutrição mineral, diagnose visual, produção de mudas, hidroponia.

SYMPTOMATOLOGY OF MACRONUTRIENT AND IRON DEFICIENCIES AND THEIR EFFECTS ON GROWTH AND DRY MASS PRODUCTION IN YELLOW IPÊ SEEDLINGS *Tabebuia serratifolia* NUTRITIVE SOLUTION

ABSTRACT: The seedling production stage is crucial for the success in the implantation of plantations. Many factors affect the quality of seedlings, including mineral nutrition. Thus the assessment of nutritional status becomes a tool to ensure the production of good quality seedlings. Among the evaluation methods, the visual diagnosis stands out. Among the evaluation methods, the visual diagnosis stands out. Based on this, the objective of this work was to characterize the symptoms of macronutrient and iron (Fe) deficiency, as well as the dry matter production in yellow ipe seedlings cultivated in nutrient solution. The experiment was conducted in a greenhouse of the Institute of Agricultural Sciences of the Federal Rural University of Amazonia. The experimental design was randomized blocks with eight treatments: complete solution (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, B, Cu, Mn, Mo, Zn), nitrogen omission (-N), phosphorus omission. (-P), potassium omission (-K), calcium omission (-Ca), magnesium omission (-Mg), sulfur omission (-S) and iron omission (-Fe) and three repetitions, where each experimental unit consisted of a yellow ipe seedling. The omission of N was the one that most affected the growth and accumulation of dry mass of yellow ipe seedlings (*T.serratifolia*) followed by the omission of Ca. However, despite the appearance of nutritional deficiency, no effects of K, Mg, S and Fe omissions on seedling growth and dry matter accumulation were observed. The omission of P in the nutrient solution did not show the appearance of nutritional disorder and reduction regarding the evaluated characteristics.

KEYWORDS: Mineral nutrition, visual diagnosis, seedlings production, hidroponics.

1 | INTRODUÇÃO

O ipê amarelo (*Tabebuia serratifolia*), é uma espécie florestal, pertencente à família Bignoniaceae, empregada na arborização, ornamentação, recuperação de áreas degradadas, produção de madeira, bem como em fins medicinais (Goulart et al., 2016; Viera & Weber, 2017). Ocorre em diversos países da América do Sul, dentre eles, o Brasil, onde sua área de abrangência se estende da região Norte, Nordeste até o Sudeste do país (Carvalho, 1994).

Dentre as etapas consideradas importantes para o sucesso na implantação de áreas de plantios florestais, a formação de mudas de qualidade destaca-se como aquela que garantirá o sucesso nas etapas posteriores de produção, por conta disto, muitas pesquisas são realizadas com o intuito de assegurar a qualidade das mudas

(Hoppe et al., 2004 ; Tucci et al., 2009).

Dentre os fatores que influenciam na qualidade das mudas, encontra-se a nutrição mineral. Neste sentido, entender as exigências nutricionais do ipê amarelo, bem como seu comportamento frente a limitação no fornecimento de macro e micronutrientes (diagnose visual), pode auxiliar na avaliação do estado nutricional da cultura, favorecendo a produção de mudas de melhor qualidade, assim como o manejo nutricional de plantios já estabelecidos.

Apesar de sua importância, poucas são as pesquisas relacionadas a exigência nutricional do ipê amarelo (Goulart et al., 2016; Viera et al, 2016; Viera & Weber, 2017). Com base no exposto, objetivou-se caracterizar a sintomatologia de deficiência de macronutrientes e de ferro (Fe), além da produção de matéria seca em mudas de ipê amarelo cultivadas em solução nutritiva.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural Amazônia (UFRA) campus Belém. As mudas foram preparadas em casa de vegetação, por meio semeadura direta em sacos de 15 x 25 cm contendo substrato à base de terriço e composto orgânico na proporção 3:1. Após 365 dias do semeio foi realizado o transplantio das mudas para vasos de 4 L com sílica moída, sendo estas lavadas em água corrente para remoção do substrato aderido as raízes.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com oito tratamentos e três repetições, no qual cada unidade experimental se constituiu de um vaso plástico de 4 L contendo uma muda de ipê amarelo. Nos primeiros 14 dias após o transplantio, as mudas foram cultivadas com solução nutritiva completa de Hoagland & Arnon (1950) a metade da força iônica. Após este período de aclimação, as plantas foram submetidas aos tratamentos.

O experimento foi constituído pelos seguintes tratamentos: solução completa (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, B, Cu, Mn, Mo, Zn), omissão de nitrogênio (-N), omissão de fósforo (-P), omissão de potássio (-K), omissão de cálcio (-Ca), omissão de magnésio (-Mg), omissão de enxofre (-S) e omissão de ferro (-Fe). A composição das soluções estão dispostas na Tabela 1.

Solução Estoque	Tratamentos							
	C	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-Fe
1 M	Macronutrientes - ml.L ⁻¹							
KH ₂ PO ₄	1	1	-	-	1	1	1	1
KNO ₃	5	-	5	-	5	5	5	5
Ca(NO ₃) ₂	5	-	5	5	-	5	5	5

MgSO ₄	2	2	2	2	2	-	-	2
KCl	-	5	1	-	-	-	-	-
CaCl ₂	-	5	-	-	-	-	-	-
NaH ₂ PO ₄	-	-	-	1	-	-	-	-
NaNO ₃	-	-	-	5	10	-	-	-
(Na) ₂ SO ₄	-	-	-	-	-	2	-	-
MgCl ₂	-	-	-	-	-	-	2	-
Micronutrientes - ml L ⁻¹								
Fe-EDTA ²	1	1	1	1	1	1	1	-
Micro ¹	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabela 1 – Composições das soluções nutritivas.

¹Solução Estoque de Micronutrientes: 2,86 g/L de H₃BO₃, 1,81 g/L de MnCl₂·4H₂O, 0,22 g/L de ZnSO₄·5H₂O, 0,08 g/L de CuSO₄·5H₂O, e 0,02 g/L de H₂MoO₄·H₂O.

²Fe-EDTA: 21,6 g/L de EDTA, 286 ml/L de KOH 1M e 24,9 g/L FeSO₄·7H₂O

Durante o experimento as soluções foram oxigenadas através de drenagem em períodos estratégicos (final da tarde), sendo realizada a reposição das soluções no início da manhã. A renovação das soluções foi feita semanalmente. O pH das soluções foi monitorado utilizando um pHmetro de bolso modelo GroLine - HI98118 da empresa HANNA e mantido na faixa 5,5 a 6,5. Quando necessário foi realizada a correção do pH por meio do uso de solução de NaOH 1N ou de C₆H₈O₇ 0,1N (ácido cítrico).

Com 90 dias após o início do experimento, as sintomatologia ocasionadas pela omissão de nutrientes foi descrita, após isto determinou-se o índice SPAD no segundo par de folha a partir do ápice, sendo realizada duas leituras por folha. Para tanto, utilizou-se o clorofilometro portátil SPAD-502 da empresa Minolta. Logo após, foi avaliado a altura utilizando-se uma régua graduada e o diâmetro do colo das plantas por meio de um paquímetro. Em seguida, as plantas foram compartimentadas em raiz, caule e folhas para posterior secagem em estufa de circulação de ar forçado a 65°C até peso constante para determinação da massa seca. Com base nos resultados, realizou-se análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Dunnett (p<0,05), utilizando-se o software SAS (Statistical Analysis System) (SAS, 1999).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos omissões de N, K, Mg, Ca, S e Fe, manifestaram sintomas de desordem nutricional, com exceção da omissão de P (Figura 1), sendo o principal sintoma característico observado a clorose, alternando-se com a intensidade, posição e órgãos afetados.

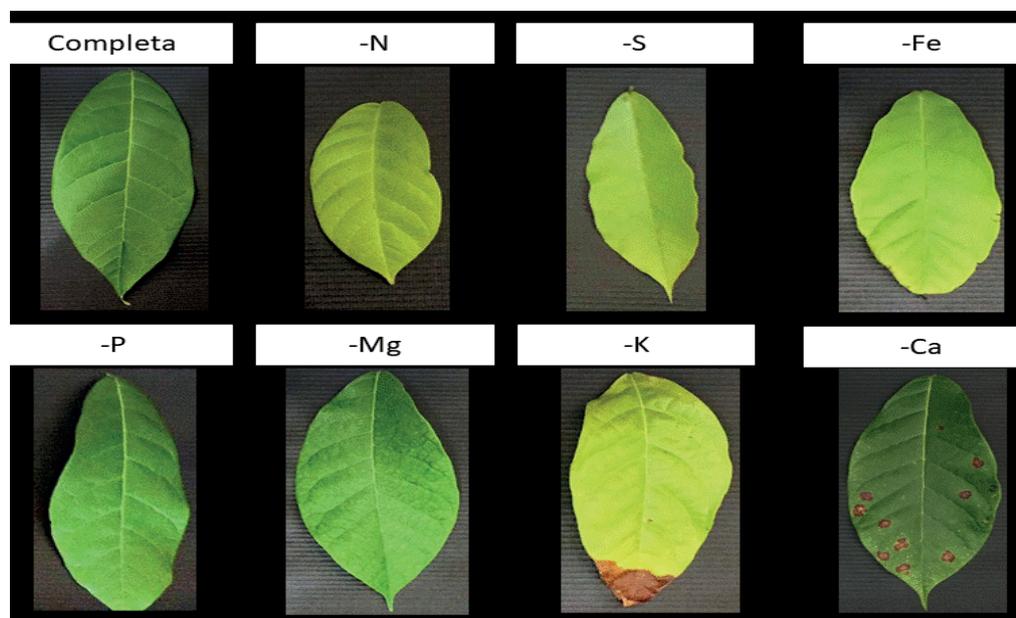


Figura 1- Sintoma de deficiência de nitrogênio (-N), enxofre (-S), ferro (-Fe), magnésio (-Mg), potássio (-K) e cálcio (-Ca) em folíolos recém maduros de ipê amarelo em comparação a solução completa.

Fonte: Autores (2019)

Para as características de crescimento e acúmulo de massa seca, observou-se efeito significativo para os tratamentos omissão de N, Ca e Mg. Ainda, quanto ao índice SPAD (teor relativo de clorofila), verificou-se redução em plantas cultivadas com omissão de N, K, Ca, Mg, S e Fe (Tabela 2).

Tratamento	A (cm)	DC (mm)	MSF (g)	MSC (g)	MSR (g)	MST (g)	IS
Solução Completa	70,33a	1,97	26,50a	49,86a	42,30a	118,65a	44,85a
- N	50,67b	1,53	6,49c	12,26d	12,95b	31,69c	23,17d
- P	64,33a	1,67	25,86a	38,86a	40,40a	105,12a	43,43a
- K	65,00a	1,91	23,68a	37,39a	32,05a	93,12a	40,73a
- Ca	63,00a	1,91	13,22b	26,45c	13,40b	53,07b	33,20b
- Mg	61,67a	1,72	17,45a	31,09b	22,40a	70,94a	34,10c
- S	62,00a	1,82	22,79a	35,01a	27,14a	84,94a	30,03e
- Fe	64,67a	2,04	28,07a	45,52a	35,72a	109,31a	22,00f
CV (%)	8	9,93	14,72	13,96	18,36	23,59	10,45

Tabela 2 – Médias da altura (A), diâmetro do coleto (DC), massa seca da folha (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca total (MST) e índice SPAD (IS) de plantas de ipê-amarelo aos 90 dias após o transplante em função dos tratamentos.

*Medias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Fonte: Os autores (2019).

No tratamento submetido à omissão de nitrogênio, as plantas apresentaram redução significativa em sua altura, matéria seca de folhas, caule e raízes em relação

ao tratamento com solução completa (Tabela 1).

As reduções das características altura e massa seca de plantas omitidas de N, também foram observadas por Corcioli et al. (2016), em mudas de mogno africano (*Khaya ivorensis*) e Silveira et al. (2002), em clones de eucalipto. Isto ocorre devido ao N estar intimamente ligado a síntese de aminoácidos e estes, por sua vez, são essenciais para a síntese de proteínas, enzimas, vitaminas e pigmentos, como a clorofila.

Com relação a omissão de P, não houve diferença estatística e nem aparecimento de sintoma de deficiência em relação ao tratamento contendo solução completa para as variáveis avaliadas. Em plantas de umbuzeiro, Gonçalves et al. (2006), não observaram sintoma de deficiência de P e redução nos componentes de crescimento das plantas com relação as plantas completamente nutridas. Para a cultura do camucamuzeiro, a deficiência nutricional de P ocorreu somente após 250 dias (Viégas et al., 2004), desta forma, o período de avaliação estabelecido neste trabalho pode ter sido insuficiente para a manifestação desta sintomatologia.

Para o K, não se observou redução no crescimento e acúmulo de massa seca em relação ao tratamento completo. Resultado semelhante foi obtido por Vieira et al. (2016) em trabalho com ipê amarelo (*Tabebuia ochracea*). Contudo, observou-se sintoma de deficiência nutricional característico nos folíolos do terço inferior das mudas de ipê amarelo (Figura 1) (Malavolta et al., 1997), observando-se clorose seguida de necrose nas margens tendenciando para o centro do folíolo.

O tratamento com omissão de Ca, com relação ao acúmulo de massa seca e teor relativo de clorofila (Tabela 2), apresentou diferença significativa em relação ao tratamento que recebeu solução completa. Esta redução pode estar relacionada a má formação da parede celular, uma vez que o Ca está presente nos pectatos, que são responsáveis por promover a rigidez e estabilidade da parede celular (Malavolta et al. 1997). Este tratamento apresentou como sintomatologia o aparecimento de manchas necróticas iniciando nas folhas do terço superior das plantas. Sintomatologia semelhante descrita por Wallau et al. (2008) em mogno brasileiro.

Com relação, a omissão de Mg apresentou clorose internerval nos folíolos do terço inferior das plantas (Malavolta et al., 1997). Apesar disso, não se observou redução significativa no crescimento e, em geral, nos acúmulos de massa seca nas diferentes partes da planta.

Como observado para K, a omissão de S não influenciou nas características de crescimento e desenvolvimento do ipê amarelo, contudo, observou-se redução no índice SPAD, além de sintomas clorose generalizada nas folhas terço superior das plantas. Resultado similar foi descrito nos trabalhos realizados por Wallau et al. (2008), Gonçalves et al. (2006) e Viera et al. (2016), onde foi realizada a omissão deste nutriente nas culturas do mogno brasileiro, umbuzeiro e ipê amarelo (*T. ochraceae*), respectivamente. O S é um constituinte de proteínas e aminoácidos como a cisteína e a metionina, e, pelo fato da maioria das proteínas estarem localizadas

nos cloroplastos e em moléculas de clorofila, planta deficientes em S acabam por manifestar esta sintomatologia (Marschner, 1995; Viégas et al., 2014).

Em última análise, a falta de efeitos das omissões de P, K, Mg e S nas características avaliadas pode estar associada: a menor exigência na fase inicial do nutriente, ao acúmulo de nutrientes durante a fase de adaptação ao sistema hidropônico, a reserva nutriente acumulada na fase de muda, e, ao tempo de manifestação do sintoma, questões estas que podem ter sido juntas fatores suficiente para garantir desempenho semelhante ao obtido pelo tratamento com solução completa, embora tenha-se observado aparecimentos de desordem nutricional (Figura 1).

4 | CONCLUSÃO

A omissão de N foi o que mais comprometeu o crescimento e acúmulo de massa seca das mudas de ipê amarelo (*T.serratifolia*) seguido pela omissão de Ca. Apesar do surgimento de deficiência nutricional, não se observou efeitos das omissões de K, Mg, S e Fe no crescimento e acúmulo de massa seca das mudas. A omissão de P na solução nutritiva não evidenciou aparecimento de desordem nutricional e redução quanto as características avaliadas.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. **Colombo: EMBRAPA/CNPF**, 640 p., 1994.
- CORCIOLI, G; BORGES, J. D.; JESUS, R. P. de. Deficiências de macro e micronutrientes em mudas maduras de mogno africano *Khaya ivorensis* estudadas em viveiro. **Cerne**, Lavras, v.22, p. 121-128, 2016.
- GOULART, L. M. L., PAIVA, H. N., LEITE, H. G., XAVIER, A., & DUARTE, L. D. Produção de mudas de Ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) em resposta a fertilização nitrogenada. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 327-345, 2016.
- GONÇALVES, F. C.; NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. Deficiência nutricional em mudas de umbuzeiro decorrente da omissão de macronutrientes. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**. Brasília, v. 41, n. 6, p 1053-1057, 2006.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water culture method of growing plants without soil. Berkeley: **Agricultural Experimental Station**, 1950. 347p.
- HOPPE, J. M.; BRUN, E. J. Produção de sementes e mudas florestais. **Caderno didático**, v. 1, n. 2, 2004.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. **Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato**. Piracicaba, 2. ed. 319 p. 1997.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2th. ed. New York: **Academic Press**, 1995. 889 p.

PRADO, R. M. Nutrição de Plantas, **Editora Unesp**. São Paulo, 407 p., 2008.

SILVEIRA, R. L. V. de.; MOREIRA, A.; TAKASHI, E. N.; SGARBI, F.; BRANCO, E. F. Sintomas de deficiência de macronutrientes e de Boro, em clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*. **Cerne**, Lavras, v.8, n.2, p. 107-116, 2002.

TUCCI C. A. F.; LIMA H. N.; LESSA J. F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazonica**. v. 39, n.2, p. 289-294. 2009.

WALLAU, R. L. R. de.; BORGES, A. R.; ALMEIDA, D. R. de.; CAMARGOS, S. L. Sintomas de deficiências nutricionais em mudas de mogno cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v.14, n.4, p.304-310, 2008.

VIEGAS, I. D. J. M.; THOMAZ, M. A. A.; da SILVA, J. F.; da CONCEIÇÃO, H. E. O.; NAIFF, A. P. M. Efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 315-319, 2004.

VIÉGAS, I. D. J. M., GALVÃO, J. R., DA SILVA JÚNIOR, M. L., MELO, N. C., & DE OLIVEIRA, M. S. Crescimento, composição mineral e sintomas visuais de deficiência nutricional em ipeca. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 141-147, 2014.

VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S. Base Saturation on Growth and on Nutrition of Yellow Ipê Seedlings. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

VIERA, C. R.; WEBER, O. L. S.; SCARAMUZZA, J. F. Omissão de macronutrientes no crescimento inicial de *Tabebuia ochraceae*. **Ambiência**, Guarapuava, v.12, n.4, p. 869-883. 2016.

SAS. SAS software. Version 9,1. Cary, North Carolina: **SAS Institute Inc**. 1999.

ADUBOS VERDES ANTECEDENDO A CULTURA DO MILHO COM O USO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA

Alexandre Daniel de Souza Junior

Engenheiro Agrônomo, Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP, São José do Rio Preto, SP.

E-mail: alexandrejunior02@hotmail.com

Andreza Cássia de Sousa Moura

Engenheiro Agrônomo, Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP, São José do Rio Preto, SP.

E-mail: andrezacassia66@gmail.com

Diogo Motta Arruda

Engenheiro Agrônomo, Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP, São José do Rio Preto, SP.

E-mail: diogo.ma.agro@hotmail.com

Eduardo Raphael Pimentel

Engenheiro Agrônomo, Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP, São José do Rio Preto, SP.

E-mail: erp.pimentel@gmail.com

Leonardo Mota Seibel

Engenheiro Agrônomo, Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP, São José do Rio Preto, SP.

E-mail: leeo.mota@hotmail.com

Mário de Cézare

Engenheiro Agrônomo, Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP, São José do Rio Preto, SP.

E-mail: mariodecezare@hotmail.com

Rodrigo Merighi Bega

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

E-mail: rmbega@gmail.com

importância econômica para o Brasil e necessita de grandes quantidades de nitrogênio para completar seu ciclo. A adubação verde é um manejo de grande adaptabilidade e proporciona benefícios por disponibilizar nutrientes ao solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento da cultura do milho safrinha em sucessão à adubação verde e com uso da adubação nitrogenada. O experimento foi desenvolvido na área experimental da UNIRP em São José do Rio Preto-SP, no ano de 2015/16. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, constituídos pela combinação de cinco adubos verdes (feijão lab-lab, feijão-de-porco, crotalária spectabilis, feijão guandu-anão, milheto e vegetação espontânea) com três doses de N: 0%, 50% e 100% da dose recomendada de Cantarella et al. (1997). As plantas de milho alcançaram maior altura com uso do feijão-de-porco no estádio V4 e com uso do milheto após seu pendoamento. A adubação verde proporcionou resultados positivos, sendo a melhor média de produtividade obtida com uso do feijão lab-lab e a adubação nitrogenada não influenciou no desenvolvimento milho.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação verde. Sucessão de culturas. Fixação biológica. Plantio Direto.

RESUMO: O milho é uma cultura de grande

FERTILIZERS PREDATING THE MAIZE CROP WITH THE USE OF NITROGEN FERTILIZATION

ABSTRACT: Corn is a crop of great economic importance for Brazil and requires large amounts of nitrogen to complete its cycle. Green manure is a highly adaptable management and provides benefits by providing nutrients to the soil. The objective of this work was to evaluate the development of corn crop in succession to green fertilization and verify the influence of nitrogen fertilization. The experiment was developed in the experimental area of UNIRP in São José do Rio Preto - SP, in the year 2015/16. The experimental design was a randomized block design with four replicates, consisting of five green manures (lab-lab beans, pigs' bean, crotalaria spectabilis, pigeon pea, millet, spontaneous vegetation) with three doses of N: 0%, 50% and 100% of the recommended dose of Cantarella et al. (1997). The corn plants reached higher height with the use of the bean of pig in the stage V4 and with use of millet after its pendoamento. The green manure yielded positive results, with the best productivity results obtained with the use of lab-lab beans and nitrogen fertilization did not influence maize development.

KEYWORDS: Green adubation. Succession of cultures. Biological fixation. Planting Direct.

INTRODUÇÃO

O milho é uma cultura amplamente cultivada no Brasil e de grande importância no agronegócio do país. Para a obtenção de elevada produtividade, o milho necessita ter suas exigências nutricionais plenamente satisfeitas, de forma a atender a grande demanda de extração de nutrientes do solo, sobretudo de N, que além de ser o nutriente extraído em maior quantidade, é o que tem a recomendação de adubação e o manejo mais complexo (CANTARELLA&DUARTE, 2004). Resultados de experimentos conduzidos no Brasil, sob diversas condições de solo, clima e sistemas de cultivo, mostram resposta generalizada da cultura à adubação nitrogenada (EMBRAPA, 2011).

A adubação verde caracteriza-se como uma tecnologia de grande adaptabilidade às diversas regiões produtoras, que trás benefícios físicos, químicos e biológicos para o solo. Dentre seus benefícios estão: à redução da erosão com a proteção do solo, por causa das chuvas de alta intensidade e a manutenção da alta taxa de infiltração de água no solo, o aumento da capacidade da retenção de água do solo, mobilização e ciclagem dos nutrientes do solo, redução da população de plantas invasoras, com uso de leguminosas há a fixação biológica de nitrogênio, atenuação das temperaturas térmicas, auxilia na descompactação do solo, e outros benefícios (SOUZA et al., 2013).

A adubação verde influencia positivamente nas características vegetativas e produtivas da cultura do milho, mesmo na ausência da adubação nitrogenada mineral

(SANTOS et al., 2010). O processo de fixação biológica de nitrogênio é a principal forma de adição de nitrogênio ao solo, e esse processo é realizado principalmente pela associação das bactérias da família *Rhizobiaceae* com as leguminosas (SOUZA et al., 2013). Isso torna as plantas da família das leguminosas as mais utilizadas como adubo verde, pois além de serem plantas rústicas, produzem grandes quantidades de matéria seca e possuem sistema radicular geralmente profundo e ramificado, sendo capazes de extrair nutrientes das camadas mais profundas do solo (BERGAMASCHI & MATZENAUER, 2014).

Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar o desenvolvimento da cultura do milho safrinha em sucessão aos adubos verdes: crotalária *spectabilis* (*Crotalaria spectabilis*), feijão guandu-anão (*Cajanus cajan*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), milheto (*Pennisetum glaucum*), feijão lab-lab (*Dolichos lab-lab*), vegetação espontânea (testemunha) e verificar a influência da adubação nitrogenada em seu desenvolvimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no município de São José do Rio Preto – SP, na área experimental do curso de Agronomia do Centro Universitário de Rio Preto – UNIRP, cujas coordenadas geográficas são 20°78'23" Sul e 49°28'16" Oeste, no ano de 2015/2016, em um solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados. O experimento foi em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os adubos verdes: crotalária *spectabilis* (*Crotalaria spectabilis*), feijão guandu-anão (*Cajanus cajan*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), milheto (*Pennisetum glaucum*), feijão lab-lab (*Dolichos lab-lab*) e vegetação espontânea (testemunha) e nas subparcelas a aplicação de N, sendo as doses 0%, 50% e 100% da dose recomendada segundo Cantarella et al. (1997), com quatro repetições, totalizando dezoito tratamentos.

Com base na análise química do solo (Tabela 1), necessitou fazer a correção do solo, foi aplicada uma dose de 2t.ha⁻¹ de calcário com PRNT de 86%, no dia 28 de agosto de 2015, com aplicação manual, seguida de incorporação a 15 cm de profundidade.

Profundidade	pH	P	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V%	M%
m	(CaCl ₂)	-mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----							---	%	---
0 – 0,20	4,8	4	ns	1,7	11	6	4,1	26	18,7	45,2	41	19

Tabela 1. Análise química do solo.

Para a semeadura dos adubos verdes foram utilizadas as seguintes quantidades

de sementes: 30 Kg.ha⁻¹ de crotalaria spectabilis, 70 Kg.ha⁻¹ de feijão guandu-anão, 240 Kg.ha⁻¹ de feijão-de-porco, 30 Kg.ha⁻¹ de milho e 120 Kg.ha⁻¹ de feijão lab-lab. A semeadura ocorreu em dezembro de 2015 à lanço, e oitenta dias depois, as plantas foram dessecadas, com a utilização do herbicida Roundup®, na dose de 3 L.ha⁻¹. Após dez dias da dessecação, as plantas foram roçadas para a implantação da cultura do milho que aconteceu entre os dias 01 (bloco 1), 02 (blocos 2 e 3) e 04 (bloco 4) de abril 2016.

Fez-se o uso do híbrido triplo superprecoce 2B433, da empresa Dow Agrosiences, considerado como milho safrinha. O espaçamento adotado foi 0,5 m entre linhas, totalizando 24 linhas por parcela e 8 linhas em cada subparcela, sendo utilizadas 3,5 sementes.m⁻¹, com espaçamento final de 0,28 m entre plantas.

Seguindo a recomendação de Cantarella et al. (1997), foram aplicadas as seguintes doses: NPK 45-90-60 para a semeadura, sendo 250 Kg.ha⁻¹ de Superfosfato simples e 50 Kg.ha⁻¹ de KCl em todas as parcelas em sulco de plantio, e 100 Kg.ha⁻¹, 50 Kg.ha⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹ de Uréia para o tratamento de 100%, 50% e 0%, respectivamente.

No mês de abril, após a semeadura, ocorreu baixa precipitação (32 mm), sendo necessária a utilização de irrigação, de modo a permitir uma boa emergência das plantas. Durante todo o desenvolvimento vegetativo das plantas, foram irrigados 110 mm, por conta do clima que se manteve seco durante todo este período.

Foram realizadas duas adubações de cobertura, sendo a primeira realizada no estágio V4 (vinte dias após a emergência), com a aplicação de 40 Kg.ha⁻¹, 20 Kg.ha⁻¹ e 0 Kg.ha⁻¹ de N para o tratamento 100%, 50% e 0%, respectivamente. A segunda cobertura foi no estágio V8 (quarenta e dois dias após a emergência), sendo o recomendado 60 Kg.ha⁻¹, 30 Kg.ha⁻¹ e 0Kg.ha⁻¹ de N, para o tratamento 100%, 50% e 0%, respectivamente. Após o pendoamento foi necessária à aplicação de herbicida para controle das plantas daninhas.

As avaliações foram realizadas aos 30, 50 e 70 dias após a emergência (DAE) das plantas, onde foram avaliadas: altura das plantas, contagem do número de folhas totalmente abertas, avaliação da área foliar, e na última avaliação antes da colheita foram analisados também o número de espigas viáveis por planta, a altura de inserção da espiga e altura do pendão.

A colheita se deu 140 dias após semeadura, no dia 20 de agosto de 2016, com estágio de maturidade do milho em R6. Foi avaliado o número de fileiras de grãos por espigas, peso de espiga despalhada, massa de 100 grãos e produtividade em kg.ha⁻¹, com correção de umidade em 13%, realizado em estufa.

Após a coleta dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância (Teste F), considerando o nível mínimo de significância a 5% de probabilidade. A análise de variância seguiu delineamento em blocos casualizados, com parcelas subdivididas, sendo o uso de adubos verdes os tratamentos principais e as doses de adubação de nitrogênio os tratamentos secundários. As diferenças entre os adubos verdes e os níveis de adubação foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a altura das plantas (Tabela 2), foi observado efeito significativo para a adubação verde e não significativo para a adubação nitrogenada 30 (DAE), havendo a interação entre eles. Na tabela 3, observa-se que na dose 0% obteve-se um melhor resultado com uso do feijão-de-porco, sendo que na testemunha foram obtidos os piores resultados. Na dose 50%, também foram observados os melhores resultados com uso do feijão-de-porco, porém os piores foram obtidos com uso do feijão lab-lab e da crotalária *espectabilis*. Na dose 100%, com uso do feijão guandu foram obtidos os melhores resultados e os piores com uso do feijão lab-lab. Com relação à testemunha, observa-se que os melhores resultados foram obtidos com uso de 50% da dose N e já na dose 0% foram obtidos os piores resultados.

Com relação ao efeito do adubo verde, o uso do feijão-de-porco (Tabela 2), aos 30 DAE, foi o que resultou em melhores resultados. O mesmo foi observado por Santos et al. (2010), que também obtiveram melhores resultados com uso de feijão-de-porco. Tal fato pode ser explicado devido à baixa relação C/N dessa leguminosa, que permite uma disponibilização mais rápida dos nutrientes, e também a sua produção de biomassa seca que permite que os benefícios da adubação verde sejam alcançados (SOUZA et al., 2013).

Aos 50 DAE (Tabela 2), tanto a adubação verde quanto as doses de N não tiveram efeitos significativos, não houve interação entre eles, para altura de plantas. Aos 70 DAE (Tabela 2), a adubação teve efeitos significativos, sendo os melhores resultados observados com o uso do milho e novamente, igualmente nos 30 DAE, com uso do feijão lab-lab os resultados foram inferiores. Apesar de não fixar N atmosférico, o milho é capaz de ciclar até 50 Kg/ha de N. Sua relação C/N é 25, isso significa que sua decomposição da palhada em comparação com as leguminosas é mais lenta, permitindo que os nutrientes sejam lentamente disponibilizados e assim fiquem disponíveis por mais tempo no solo, e/ou sua alta produção de biomassa que proporciona um maior período de solo coberto, consequentemente proporcionando uma maior retenção de água no solo (SOUZA et al., 2013).

Adubo Verde	30 DAE	50 DAE	70 DAE
	cm		
Lab-lab	22,6 b	62,4 a	170,4 b
Crotalária	24,1 b	62,9 a	176,9 ab
Milho	28,1 ab	74,1 a	190,9 a
Guandu	28,9 ab	67,8 a	175,6 ab
Feijão-porco	31,2 a	71,2 a	180,1 ab
Testemunha	25,7 ab	67,1 a	181,6 ab
F	4,573**	0,704 ^{ns}	3,841*
CV (%)	19,5	28,0	6,8

Dose Nitrogênio			
0%	26,6 a	65,7 a	177,5 a
50%	26,6 a	69,3 a	181,7 a
100%	27,1 a	67,7 a	178,6 a
F	0,107 ^{ns}	0,445 ^{ns}	0,801 ^{ns}
F interação	2,305*	1,486 ^{ns}	0,677 ^{ns}
CV(%)	18,4	19,6	6,7

Tabela 2. Altura das plantas em função do efeito dos adubos verdes antecessores e doses de N.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ns não significativo pelo teste de F.

**significativo a 1% de probabilidade segundo o teste F.

*significativo a 5% de probabilidade segundo o teste de F.

Adubo Verde	Altura das plantas (cm)		
	Dose 0%	Dose 50%	Dose 100%
Lab-lab	24,1 ABa	22,5 Ba	21,2 Ca
Crotalária	26,6 ABa	23,3 Ba	22,5 BCa
Milheto	27,9 ABa	24,2 ABa	32,3 ABa
Guandu	28,1 ABa	25,3 ABa	33,3 Aa
Feijão-porco	32,0 Aa	34,3 Aa	27,4 ABCa
Testemunha	21,1 Bb	29,9 ABa	26,2 ABCab

Tabela 3. Altura das plantas em função do efeito de adubos verdes em cada dose de nitrogênio, na cultura do milho.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Para área foliar e número de folhas abertas (Tabelas 4 e 5), não foram observados resultados significativos tanto para adubação verde quanto para adubação nitrogenada, também não havendo interação entres os fatores, em nenhuma das avaliações.

A planta de milho pode ter seu crescimento vegetativo reduzido por conta de estresse (RITCHIE et al., 2003), isso pode explicar a falta de resultados significativos. As condições climáticas durante todo o período vegetativo podem ter influenciado nos resultados. O déficit hídrico pode reduzir o crescimento vegetativo das plantas, reduzindo o índice de área foliar e a produção de matéria seca, fazendo com que a planta aumente a necessidade de graus-dia para completar seu ciclo (BERGAMASCHI & MATZENAUER, 2014).

Adubo Verde		30 DAE	50 DAE	70 DAE
		cm ²		
Lab-lab		551,8 a	2476,7 a	5513,4 a
Crotalária	754,6 a	2324,2 a	5742,1 a	
Milheto	695,6 a	2563,9 a	5874,9 a	
Guandu	1069,0 a	2779,1 a	5319,1 a	
Feijão-porco	817,5 a	2652,3 a	5890,1 a	
Testemunha	723,2 a	2605,5 a	5666,1 a	
F	2,378 ^{ns}	0,322 ^{ns}	0,590 ^{ns}	
CV (%)	50,1	37,0	17,5	
Dose Nitrogênio				
0%	26,6 a	2458,5 a	5479,0 a	
50%	26,6 a	2645,6 a	5753,2 a	
100%	27,2 a	2596,6 a	5770,6 a	
F	0,416 ^{ns}	0,355 ^{ns}	1,195 ^{ns}	
F interação	1,548 ^{ns}	1,223 ^{ns}	1,817 ^{ns}	
CV(%)	31,9	31,1	12,9	

Tabela 4. Área foliar das plantas em função do efeito dos adubos verdes antecessores e doses de N.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ns não significativo pelo teste de F.

Adubo Verde	30 DAE	50 DAE	70 DAE
Lab-lab	4,5 a	5,9 a	11,8 a
Crotalária	4,8 a	6,1 a	11,6 a
Milheto	4,4 a	6,3 a	11,4 a
Guandu	5,3 a	6,6 a	11,3 a
Feijão-porco	4,7 a	6,4 a	11,7 a
Testemunha	4,8 a	6,2 a	11,3 a
F	1,547 ^{ns}	0,556 ^{ns}	1,384 ^{ns}
CV (%)	19,6	18,8	5,9
Dose Nitrogênio			
0%	4,7 a	6,2 a	11,5 a
50%	4,9 a	6,3 a	11,6 a
100%	4,7 a	6,2 a	11,5 a
F	0,783 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,026 ^{ns}
F interação	1,061 ^{ns}	1,335 ^{ns}	0,677 ^{ns}
CV(%)	11,6	12,7	7,3

Tabela 5. Número de folhas totalmente abertas das plantas em função do efeito dos adubos verdes antecessores e doses de N.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ns não significativo pelo teste de F.

Para diâmetro do colmo, altura de inserção da espiga e número de espigas por plantas (Tabela 6), não foram obtidos resultados significativos em função ao efeito da adubação verde e adubação nitrogenada, não ocorrendo interação entre os fatores.

Adubo Verde	DC	AIE	NE
	cm		
Lab-lab	2,3 a	71,1 a	1,7 a
Crotalária	2,3 a	70,9 a	1,8 a
Milheto	2,3 a	78,3 a	1,4 a
Guandu	2,2 a	75,6 a	1,4 a
Feijão-porco	2,7 a	75,7 a	1,5 a
Testemunha	2,1 a	78,6 a	1,5 a
F	1,964 ^{ns}	2,096 ^{ns}	1,822 ^{ns}
CV (%)	23,6	10,7	25,3
Dose Nitrogênio			
0%	2,2 a	73,6 a	1,5 a
50%	2,5 a	76,3 a	1,5 a
100%	2,3 a	75,2 a	1,7 a
F	1,653 ^{ns}	0,647 ^{ns}	1,883 ^{ns}
F interação	1,240 ^{ns}	0,617 ^{ns}	1,279 ^{ns}
CV(%)	28,0	11,0	28,8

Tabela 6. Diâmetro do colmo (DC), altura de inserção da espiga (AIE) e número de espigas (NE) em função do efeito dos adubos verdes antecessores e doses de N.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ns não significativo pelo teste de F.

Para valores médios de fileiras de grãos por espigas e peso da espiga despilhada (Tabela 7), não houve efeitos significativos para adubação verde e adubação nitrogenada, não havendo interação entre os fatores. Para massa de 100 grãos (Tabela 7) houve efeito significativo para a adubação verde, sendo o melhor resultado obtido com o uso da crotalária *spectabilis*, que diferenciou apenas do feijão guandu-anão. Esse fato pode ser explicado devido a grande quantidade de nitrogênio fixado por essa leguminosa, que é disponibilizado no solo para a planta. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos et al. (2010), que observaram maior produtividade para massa de 100 grãos com uso de crotalária *espectabilis* como antecessora do milho.

Com relação à adubação nitrogenada não foram obtidos efeitos significativos e não houve interação entre os fatores. Para produtividade (Tabela 7), houve efeito significativo da adubação verde, sendo observado melhor resultado com o uso de feijão lab-lab e o pior com a testemunha. Não houve efeito significativo para adubação nitrogenada e não ocorreu interação entre os fatores. O uso dos adubos verdes resultou em maiores produtividades, comparado com a testemunha, por conta da fixação do nitrogênio atmosférico e da ciclagem desse nutriente.

Adubo Verde	NFE	PED	P100G	PROD
	g			Kg.ha ⁻¹
Lab-lab	17,3 a	232,83 a	36,81 ab	4889 a
Crotalária	17,6 a	242,57 a	38,09 a	4706 ab
Milheto	17,8 a	243,69 a	35,72 ab	4645 ab
Guandu	17,8 a	229,78 a	33,64 b	4585 ab
Feijão-porco	18,0 a	236,02 a	34,09 ab	4619 ab
Testemunha	17,6 a	221,28 a	34,14 ab	4243 b
F	1,041 ^{ns}	2,311 ^{ns}	3,929*	2,932*
CV (%)	4,4	8,2	8,8	9,3
Dose Nitrogênio				
0%	17,6 a	236,09 a	36,17 a	4557 a
50%	17,8 a	231,98 a	36,87 a	4636 a
100%	17,6 a	235,02 a	36,21 a	4650 a
F	0,677 ^{ns}	0,168 ^{ns}	2,658 ^{ns}	0,190 ^{ns}
F interação	1,206 ^{ns}	1,494 ^{ns}	1,128 ^{ns}	0,801 ^{ns}
CV(%)	4,0	10,9	11,4	12,2

Tabela 7. Número de fileiras por espiga (NFE), peso da espiga despalhada (PED), peso de cem grãos (P100G) e produtividade de grãos (PROD) em função do efeito de adubos verdes antecessores e doses de N, na cultura do milho.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey;

ns não significativo pelo teste de F.

*significativo a 5% de probabilidade segundo o teste de F.

A adubação nitrogenada não apresentou efeito significativo em nenhum dos aspectos avaliados. Isso pode ser explicado porque o nitrogênio na sua forma orgânica, resultante da adubação verde, permaneça por um período de tempo maior no solo do que o nitrogênio na forma mineral, isso porque a mineralização do N se dá de forma mais lenta, permitindo que a planta tenha um melhor aproveitamento e mais tempo de utilizar o nitrogênio disponível na solução do solo.

CONCLUSÕES

A adubação verde contribui de forma positiva na produtividade do milho, sendo observados melhores resultados com uso da adubação verde em comparação com a testemunha.

O feijão lab-lab proporcionou melhores resultados, em produtividade, como adubo verde em comparação com as outras espécies utilizadas.

A adubação nitrogenada, consorciada com o adubo verde, não produziu efeito nenhum sobre o desenvolvimento e produtividade do milho.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R. C. **Potencialidades de adubos verdes para conservação e recuperação de solos**. Viçosa: UFV, 1993. 112 p.
- AMADO, T. J. C.; MILNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 241-248, 2002.
- ARAÚJO, A. S. F. et al. Utilização de nitrogênio pelo trigo cultivado em solo fertilizado com adubo verde (*Crotalaria juncea*) e/ou uréia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 284-289, 2005.
- BERGAMASCHI, H.; Matzenauer, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS, 2014. 84 p.
- BOER, C. A. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 1269-1276, 2007.
- BORGES, I. D. **Marcha de absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca em milho**. Lavras: UFLA, 2006. 115 p.
- CALEGARI, A. et al. **Adubação verde no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Assessoria de Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993. 346 p.
- CANTARELLA, H.; DUARTE, A. P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Eds.) **Tecnologia de produção de milho**. Viçosa: UFV, 2004. p. 139-182.
- CANTARELLA, H. et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, p. 45-71, 1996. (Boletim Técnico, 100).
- CARVALHO, M. A. C. et al. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 47-53, 2004.
- EIRAS, P.P.; COELHO, F. C. Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura do milho. **Revista Científica Internacional**. n. 17, p. 96-124, jun. 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF, 2013. 353 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema de produção do milho. **Embrapa Milho e Sorgo**. 7 ed. Set, 2011. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/feraduba.htm>. Acesso em: 27 mai. 2016.
- GONÇALVES, C. N.; CERETA, C. A.; BASSO, C. J. Sucessões de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa MG, v. 24, p. 153-159, 2000.
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARTE, J. C. **Adubos e adubações**. 9. ed. São Paulo, SP, 2002. 200 p.
- OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 1079-1087, 2002.
- SANTOS, P. A. et al. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.2, p.123-134, 2010.
- SILVA, E. C. et al. Acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura e no milho cultivado em sucessão sob diferentes doses de nitrogênio em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.2,

p.202-217, 2006.

SOUZA, C. M. et al. **Adubação verde e rotação de culturas**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2013. 110 p.

TORRES, J. L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.43, n.3, p.421-428, mar. 2008.

HÁ AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DA SOJA E RENTABILIDADE NA ASSOCIAÇÃO ENTRE ADUBAÇÃO NITROGENADA NA "SEMEADURA" E INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium*?

Higo Forlan Amaral

Centro Universitário Filadélfia (UniFil), Centro de Ciências Agrárias, Agronomia. Londrina, Paraná

Universidade Estadual de Maringá (UEM), Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia (PROFAGROEC). Maringá, Paraná

Walace Galbiati Lucas

Centro Universitário Filadélfia (UniFil), Centro de Ciências Agrárias, Agronomia. Londrina, Paraná

* Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) em Agronomia vencedor do concurso CREA-PR no ano de 2019.

RESUMO: A principal recomendação para o fornecimento de nitrogênio (N) na cultura da soja no Brasil é o uso da bactéria *Bradyrhizobium*. Atualmente, existem algumas questões sobre o uso da adubação nitrogenada nessa cultura, por exemplo, no período de semeadura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de soja e a rentabilidade da aplicação da adubação nitrogenada no momento de "semeadura" associado à inoculação de *Bradyrhizobium*. O estudo teve abordagem prática via ensaio de campo com seguintes tratamentos: controle, sem adubação nitrogenada e sem inoculação (SNSBrady); com adubação nitrogenada e sem inoculação (CNSBrady), sem adubação nitrogenada e com inoculação (SNCBrady), com adubação nitrogenada e com inoculação (CNCBrady). A produção foi maior sob a

SNCBrady e a adubação nitrogenada no período de semeadura não favoreceu aumento a produção de soja. A rentabilidade foi R\$ 750,0 em SNCBrady, quando comparado a associação da adubação nitrogenada de semeadura e *Bradyrhizobium*. Assim, considera-se que o uso de adubação nitrogenada não foi favorável para o acréscimo da produtividade na cultura da soja e ganhos de rentabilidade que justifique tal prática.

PALAVRAS-CHAVE: Bactérias diazotróficas. *Glycine max*. Produção de grãos.

ARE THERE SOYBEAN PRODUCTIVITY INCREASES AND PROFITABILITY IN THE ASSOCIATION BETWEEN NITROGEN FERTILIZATION IN THE "SEEDING" AND *Bradyrhizobium* INOCULATION?

ABSTRACT: The main recommendation to supply nitrogen (N) in soybean crop in Brazil is the use of the bacterium *Bradyrhizobium*. Currently, there are some questions regarding the use of N fertilization in this crop, for example, in the seeding time. The objective of this work was to evaluate the production and financial viability of N fertilization in the fertilization in "seeding" time associated with *Bradyrhizobium* inoculation. The study had a practical approach via field trial with the following treatments: control, no nitrogen fertilization and no inoculation (SNSBrady); with

nitrogen fertilization and without inoculation (CNSBrady), without nitrogen fertilization and with inoculation (SNCBrady), with nitrogen fertilization and with inoculation (CNCBrady). The SNCBrady treatment showed the highest productivity and the lowest production SNSBrady. Soybean production was higher under SNCBrady, and the N fertilization in the seeding time did not increase soybean production. Profitability was R\$ 750.0 in SNCBrady, when compared to the association between sowing and Bradyrhizobium nitrogen fertilization. Thus, the use of nitrogen fertilization in seeding time was not favorable for the increase of soybean crop yield and profitability that justifies such practice.

KEYWORDS: Diazotrophic bacteria. *Glycine max*. Grain production.

1 | INTRODUÇÃO

A soja é uma das plantas cultivadas com maior extração de nitrogênio (N). Os grãos exportam em média quatro vezes mais N do que outras grandes culturas, como o trigo e o milho. A cultura da soja utiliza cerca de 80 kg de N a cada tonelada (t) de grãos produzidos (HUNGRIA, 2007).

É conhecido o retorno e vantagens econômicas de se aplicar N nestas gramíneas, ao contrário, na soja, existe o suprimento desse elemento de forma natural, devido à presença de bactérias no solo associadas às raízes, conhecidas comumente como rizóbios, e o conhecido benefício de explorar a fixação biológica do N₂ nas condições brasileiras (ALVES et al., 2003).

As principais fontes de N disponíveis para a soja são os fertilizantes nitrogenados e a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) atmosférico. Os rizóbios, do gênero *Bradyrhizobium*, a mais de uma década, tem significativas vantagens para a cultura da soja e tem ganho mais expressividade com as novas estirpes e formulados de inoculantes (HUNGRIA et al., 2006).

De acordo com Zilli et al. (2006), trabalhos de pesquisa com soja têm adaptado novas tecnologias de se cultivar a planta e segundo Buzego et al. (2016), materiais genéticos tem resultado em incremento consecutivo de produção e, por consequência, novos questionamentos surgem sobre suprimento de N.

As bactérias fixadoras de nitrogênio que são capazes de formar os nódulos fazem associação com leguminosas, e são popularmente conhecidas como rizóbios (CARDOSO; ANDREOTE, 2016). No caso da soja, necessita-se da inoculação, a cada ano safra, de bactérias *Bradyrhizobium* na semente para realizar a planta atinja patamares de altas produtividades (HUNGRIA et al., 2017; MORETTI et al., 2018)

A indicação atualizada para o cultivo da cultura soja é o uso de inoculante sem a utilização de adubos que possuam o N na sua composição (HUNGRIA et al., 2017; MORETTI et al., 2018). Segundo, já a uma década atrás, Aratani et al. (2008) descreveram que independente do período e dose de aplicação, não ocorre aumento na produtividade na cultura da soja, mesmo quando comparado a soja sem adubação

nitrogenada. Isto decorre, dos programas de seleção de *Bradyrhizobium* no território brasileiro, que levou em consideração a capacidade da planta fixar N, a recomendação atual para o cultivo da soja é a utilização de inoculante sem a suplementação com fertilizante nitrogenado.

É debatido, por vezes especulado, por profissionais ligados a cadeia produtiva da soja, se o uso da adubação nitrogenada, mesmo que em doses baixas, realmente não se utiliza na adubação de base (BRAGA, 2013). Este argumento, geralmente, é fundamentado na simples observação de que a nodulação não é afetada por essa pequena proporção de N neste momento de semeadura. Devido este contraditório, mesmo que sem resultados consistentes na literatura especializada, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade e viabilidade financeira da adubação de N previamente a semeadura e inoculação com *Bradyrhizobium* na cultura da soja.

2 | METODOLOGIA

O experimento foi instalado na fazenda Cegonha, localizada no município de Londrina, Paraná. A fazenda está localizada na Latitude 23° 40' 49.191" S e na Longitude 51° 16' 37.451" W, de Clima subtropical úmido – Cfa, com 561 metros de altitude, vindo a ter uma precipitação média atual de 1500 mm com 21 °C de temperatura média, com histórico de 20 anos de cultivo de soja 1ª safra e milho 2ª safra que sempre foram implantados em semeadura direta, em um solo Latossolo vermelho distroférrico.

Para o ensaio utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições em parcelas de 5 x 10 m, com bordadura ao redor das parcelas de 1,35 m e implantado os seguintes tratamentos: T1) Testemunha, sem adubação nitrogenada e sem inoculação (SNSBrady); T2) Com adubação nitrogenada e sem inoculação (CNSBrady); T3) Sem adubação nitrogenada e com inoculação (SNCBrady); T4) Com adubação nitrogenada e com inoculação (CNCBrady).

Foi utilizada a cultivar TMG 7062 IPRO, que possui um ciclo médio de 120 dias. Para o tratamento das sementes utilizou-se, 2 ml a cada 1 kg de sementes do inseticida Fipronil e dos fungicidas Piraclotroblina e Metil-tiofanato.

A inoculação, foi feita diretamente nas sementes, utilizando o inoculante GELFIX 5 produzido pela BASF, possuindo uma concentração de 5×10^9 UFC mL⁻¹, da Bactéria *Bradyrhizobium elkanii* SEMIA 587 e SEMIA 5019 (informações do fabricante).

A adubação em todos os tratamentos foi com 165 kg ha⁻¹ do fertilizante 00-20-10 seguindo a nomenclatura NPK, respectivamente, nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Nos tratamentos onde realizou-se a adubação nitrogenada, utilizou-se 16,5 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia.

A semeadura (semeadeira - adubadeira) foi realizada no dia 05 de outubro de 2017 com implemento mecanizado em linhas com 45 cm de espaçamento com 13 sementes por metro linear e 165 kg. ha⁻¹ de adubo (formulação descrita acima) na

linha de plantio.

Em toda área experimental foi realizado o controle de plantas invasoras no primeiro e no quarto dia após a semeadura, por meio da aplicação de herbicida, e foram utilizados o glifosato (2 kg ha^{-1}), o fenoxaprope-p-etílico ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$) e o 2,4 D ($1.200 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) nas aplicações. O controle fitossanitário de doenças da soja foi realizado através de duas aplicações com os fungicidas Piraclostrobina ($75 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) e também o Epoxiconazol ($100 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) e para o controle de pragas, realizado uma aplicação com o inseticida Tiametoxam ($35,25 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) e lambda-cialotrina ($26,5 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) e também com o inseticida Imidacloprido ($85 \text{ g i.a. ha}^{-1}$).

O ensaio foi conduzido por aproximadamente 125 dias, aos 117 dias foi aplicado herbicida dessecante (PARAQUATE 2 L ha^{-1}). Para chegar ao resultado pretendido, produção da soja, as plantas foram coletadas manualmente com 125 dias, sendo coletadas duas linhas de 5 metros de plantas de soja por parcela. Após coletadas e identificadas, as plantas foram trilhadas, e realizado o processo de separação das sementes, que foram pesadas com balança Urano analítica Lab UA 5200/0,1 para calcular a produção final por parcela e estimar a produção por hectare, foi analisada a umidade de cada amostra com o aparelho, "DICKEY-John M3G", realizando o desconto, afim de ficarem todas em uniformidade, sendo considerado 12% de umidade padrão.

Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) pelo programa SASM-Agri pelo Teste de Duncan em 5% de nível de erro.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apontaram efeito positivo no uso da inoculação no crescimento e na produtividade das plantas em comparação a testemunha (SNSBrady) (Figura 1). A utilização do adubo nitrogenado influenciou significativamente a produção, porém, a inoculação com *Bradyrhizobium* (SNCBrady) aumentou significativamente a produção.

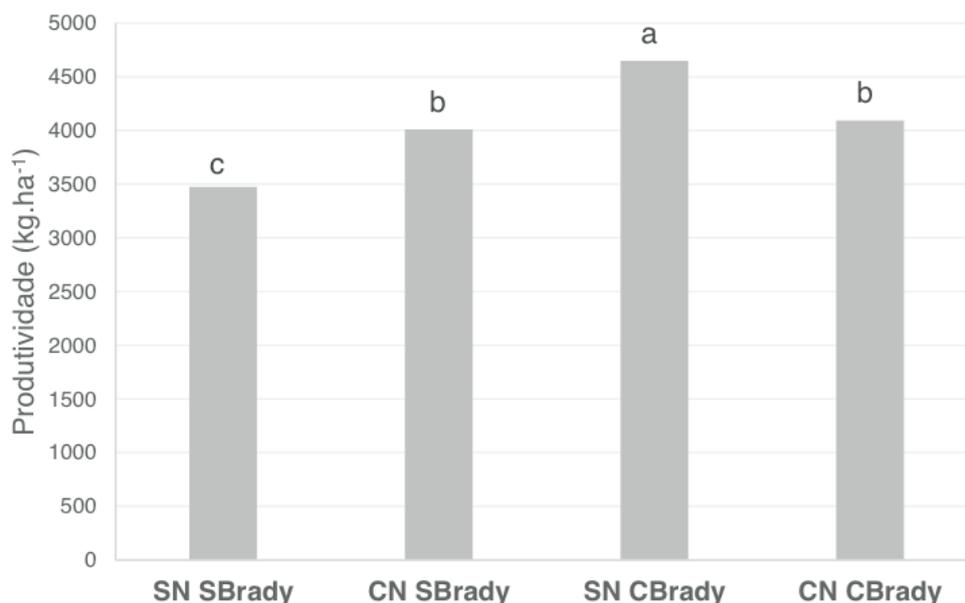


Figura 1. Produtividade de soja em diferentes adubação nitrogenada de “base” e inoculação com *Bradyrhizobium*.

Médias de quatro repetições, sendo que seguidas da mesma letra não diferem pelo teste Duncan 5%.

A relação positiva do inoculante na produtividade da soja ao ser comparado com a sua ausência comprova os dados que mostram a primordialidade de se inocular as sementes para o plantio. Uma das explicações é que a FBN satisfizes as necessidades de N da cultura, pois aumentou no solo estirpes mais eficientes de *Bradyrhizobium*.

Segundo Romanini Júnior et al. (2007) o *Rhizobium* que já existe ativo no solo apresenta uma menor eficiência quando comparado ao que é utilizado na inoculação. Foi constatado que a parcela onde não foi utilizado o adubo nitrogenado, mas a semente de soja foi inoculada com a bactéria *Bradyrhizobium* deteve o maior desempenho produtivo em relação aos outros tratamentos do trabalho.

Em relação aos tratamentos CNSBrady e CNCBrady, em que foi utilizada adubação com o N na base da cultura, com e sem a inoculação, obtiveram uma produtividade menor comparada ao tratamento onde só foi realizada a inoculação. No entanto comparados esses dois tratamentos não foram detectadas diferenças significativas em relação a eles. A testemunha, como previsto, foi o tratamento que obteve o menor índice de produtividade.

Segundo Bergamin et al. (2007) em seu trabalho no que tange a interação de inoculante e N, o melhor resultado no comparativo de produtividade foi com a presença de *Bradyrhizobium* independentemente da aplicação ou não de N, o que corroborou com o presente trabalho. Assim como Oliveira (2005) demonstrou que os tratamentos com e sem a utilização de N não mostraram alteração significativa, verificando comportamento diferente do que mostra este trabalho. Estudo de Zilli et al. (2006), da mesma natureza para que comparam o uso de inoculantes e outras fontes de N, indicou-se que os adubos nitrogenados ofereceram rendimento de grãos

maiores que se justifica o uso de N para a cultura da soja.

Como recorda Bárbaro-Torneli et al. (2018), em trabalho realizado em Latossolo, para avaliar viabilidade de inoculação bacteriana, observaram que os tratamentos onde foi utilizado o inoculante foram maiores em relação aos tratamentos controles em termos de produtividade de grãos. Câmara (2000) ressalta, em trabalhos da mesma natureza, que somente inoculação de *Bradyrhizobium* em soja há maior produção de grãos em relação à adubação com o N.

Para que ocorra o estabelecimento da simbiose soja-*Bradyrhizobium* decorre-se algumas etapas, sendo necessário que a raiz libere quantidade adequada de exsudatos (principalmente os flavonóides) e ocorra todo o processo de formação do nódulo, esta etapa está ligada à fatores *Nod* (da planta) e nodulinas (das bactérias) (HOFFMANN (2007). Esses fatores estão ligados às moléculas sinalizadoras, que resultam na comunicação bioquímica entre planta e bactéria. Dessa forma, quando se interfere nesta comunicação, como no caso do uso de adubação nitrogenada, há uma menor eficiência da simbiose, ou até mesmo total inibição deste processo (HUNGRIA et al. (2007). Uma vez que o N (fertilizante ou mineral) está no ambiente rizosférico pode interferir desde a formação dos nódulos e até formação completa do aparato da nitrogenase (que pode decorrer em três semanas); assim, é preciso atenção com as boas práticas de inoculação (NOGUEIRA et al., 2018).

Procurou-se converter em rentabilidade a produtividade apresentada anteriormente, então, calculou-se o investimento em fertilizantes e inoculantes, o lucro bruto obtido da produtividade ($sc\ ha^{-1}$), resultando o percentual (em relação ao máximo de produtividade) e o lucro líquido (tabela 1).

TRATAMENTO	INVESTIMENTO* por hectare (R\$)	PRODUÇÃO Sacas por hectare	LUCRO ("bruto" R\$)	RENTABILIDADE por hectare (% /R\$)
SN SBrady (controle)	247,0	58	4.350,0	74,0% /R\$ 4.102,0
CN SBrady (adubação nitrogenada na base)	297,0	67	5.025,0	85,6% /R\$ 4.728,0
SN CBrady (recomendação de Inoculação)	255,0	77	5.775,0	100% /R\$ 5.520,0
CN CBrady (adubação nitrogenada na base associado a inoculação)	305,0	68	5.100,0	86,8% /R\$ 4.795,0

Tabela 1. Investimento, produção e saldo na produção de soja quando associado adubação nitrogenada de "base" à inoculação com *Bradyrhizobium*.

*investimento foi referente a demanda de adubação e inoculação, valores em moeda corrente brasileira (R\$) e cotação da safra verão de 2017/2018. **calculado com base no valor médio de R\$ 75,0 de comercialização da saca de soja na safra verão de 2017/2018.

De acordo com o apresentado na tabela 1, é possível verificar que o tratamento (SNCBrady), correspondente, sem N de base e com *Bradyrhizobium*, a produtividade foi maior aos demais tratamentos do experimento, sendo de 77 sc ha⁻¹. A testemunha SNSBrady, onde foi empregado o adubação sem a utilização de N e sem inoculação, resultou em menor produção, sendo de 58 sc ha⁻¹, e as duas parcelas onde foi utilizado a adubação com N, percebeu-se uma produtividade estatisticamente igual, sem e com o uso de inoculante, sendo de, 67 e 68 sc ha⁻¹, respectivamente.

O tratamento SNCBrady (atual recomendação para suprimento de N para soja via inoculação de *Bradyrhizobium*), correspondeu ao 100% (máximo) de produção (nas condições estudadas). Importante ressaltar, obviamente, que o custo de produção de soja ultrapassa apenas a adubação e inoculação, porém, nas condições estudadas manteve-se aos demais necessidades culturais padrões para todos os tratamentos.

Quando comparamos CNCBrady (adubação nitrogenada na base associado a inoculação) com SNCBrady, o uso de N na base diminuiu a rentabilidade em 13,2%, então, deixou-se de produzir e lucrar, 9 sacas de soja e R\$ 725,0. Esse decréscimo mantém-se aos tratamentos SNSBrady e CNSBrady.

O uso de microrganismos via boas práticas de inoculação é uma tecnologia que vai de encontro as demais atuais de agricultura conservacionista e competitiva (FRANCIOLI et al., 2016). Isto é devido a custo baixo, facilidade de uso, manutenção e aumento de produtividade e com o mínimo de impacto aos recursos de solo e água.

No caso de produção de grãos, especialmente soja e milho, o uso de bactérias diazotróficas e promotoras de crescimento de plantas tem sido intensificado e melhorado constantemente nos centro de pesquisa agrícola no Brasil (CEREZINI et al., 2016, FUKAMI et al., 2016, 2018, HUNGRIA et al., 2017, KASCHUK et al., 2011, MORETTI et al., 2018). Portanto, para mantermos a competitividade internacional de produção e comercialização de soja, o uso de *Bradyrhizobium* e outras bactérias como *Azospirillum*, é ponto-chave para manter os custos produtivos baixos e maior rendimento aos sojicultor.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atual recomendação de inoculação com *Bradyrhizobium* na semente foi que proporcionou maior produtividade, e esta foi significativamente maior e mais rentável. Nas condições estudadas, um possível agricultor teria uma rentabilidade de R\$ 750,0 em relação à menor variação comparativa, já com a maior variação, chegaria em torno de R\$ 1.425,0.

REFERÊNCIAS

ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. The success of soybean in Brazil. **Plant and Soil**, v. 252, p. 1-9, 2003.

ARATANI, Ricardo G. et al. Adubação nitrogenada em soja na implantação do sistema plantio direto. **Bioscience Journal**. v. 24, n. 3, p. 31-38, 2008.

BÁRBARO-TORNELI, Ivana Marino et al. Influence of modes of application of co-inoculation in the agronomic performance of soybean. **Núcleos**, [s.l.], p. 105-114, 28 jun. 2018. <http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.3008>.

BRAGA, Gastão Ney Monte. **Assuntos sobre Agronomia: recomendação de Zero de Nitrogênio na Soja é Colocada em Dúvida**. 2013. Disponível em: <<https://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2010/12/acidificacao-do-solo-pelos-adubos.html>>.

BULEGON, L. G., RAMPIM, L., KLEIN, J., KESTRING, D., GUIMARÃES, V. F., BATTISTUS, A. G., INAGAKI, A. M. Componentes de produção e produtividade da cultura da soja submetida à inoculação de *Bradyrhizobium* e *Azospirillum*. **Terra Latinoamericana**, v. 34, n. 2, p. 169-176. 2016.

CÂMARA, G. M. S. **Soja: tecnologia da produção II**. Piracicaba: ESALQ/LPV, 2000. 450 p.

CAMPOS, B. H. C. Dose de inoculante turfoso para soja em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 423-426, 1999.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do Solo**. 2016.

CEREZINI, P.; HARUMI, B.; BARBOSA, M.; et al. Field Crops Research Strategies to promote early nodulation in soybean under drought. **Field Crops Research**, v. 196, p. 160-167, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2016.06.017>.

COELHO, C. H. M. et al. Identificação de genótipos de cana-de-açúcar quanto ao potencial de contribuição da fixação biológica de nitrogênio. **Agronomia**, v. 37, n. 2, p. 37-40, 2003.

FRANCIOLI, D.; SCHULZ, E.; LENTENDU, G.; et al. Mineral vs. organic amendments: microbial community structure, activity and abundance of agriculturally relevant microbes are driven by long-term fertilization strategies. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, p. 1446, 2016.

FUKAMI, J.; CEREZINI, P.; HUNGRIA, M. *Azospirillum*: benefits that go far beyond biological nitrogen fixation. **AMB Express**, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2018.

FUKAMI, J.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S.; HUNGRIA, M. Accessing inoculation methods of maize and wheat with *Azospirillum brasilense*. **AMB Express**, v. 6, n. 1, p. 3, 2016.

HOFFMANN, L. V. Biologia Molecular da Fixação Biológica do Nitrogênio. In: A. S. Parada; S. S. D. Freitas (Orgs.); **Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental**. Campinas: Instituto Agrônomo. 1ª ed., p. 154. 2007.

HUNGRIA, M., R. J. CAMPO, I. C. MENDES, AND P.H. GRAHAM. A. The contribution of biological nitrogen fixation to the N nutrition of grain crops in the tropics: The success of soybean (*Glycine max* L. Merr.) in South America. In: R.P. Singh, N. Shankar, and P.K. Jaiwa, editors, **Nitrogen nutrition and sustainable plant productivity**. Studium Press, Houston, TX. p. 43-93. 2006.

HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S.; SILVA JÚNIOR, E. B.; ZILLI, J. É. Inoculum Rate Effects on the Soybean Symbiosis in New or Old Fields under Tropical Conditions. **Agronomy Journal**, v. 109, n. 3, p. 1106, 2017.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Embrapa Soja, 2007.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Quantifying effects of different agricultural land uses on soil microbial biomass and activity in Brazilian biomes: inferences to improve soil quality. **Plant and Soil**, v. 338, n. 1-2, p. 467-481, 2011.

MORETTI, L. G.; LAZARINI, E.; BOSSOLANI, J. W.; et al. Can additional inoculations increase soybean nodulation and grain yield? **Agronomy Journal**, v. 110, n. 2, p. 715-721, 2018.

NOGUEIRA, M. A.; PRANDO, A. M.; OLIVEIRA, A. B. DE; et al. Ações de transferência de tecnologia em inoculação/ coinoculação com Bradyrhizobium e Azospirillum na cultura da soja na safra 2017/18 no estado do Paraná. 2018.

OLIVEIRA, E. S. Inoculação e adubação nitrogenada na produtividade da cultura da soja. Rondonópolis:FAIR, 2005. 23 p.

ROMANINI JÚNIOR, A. et al. Avaliação da inoculação de rizóbio e adubação nitrogenada no desenvolvimento do feijoeiro, sob sistema plantio direto. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23. n. 4, p 74 - 82. 2007.

ZILLI, J. É; MARSON, L.C.; CAMPO, R.J.; GIANLUPPI, V.; HUNGRIA, M. Avaliação da fixação biológica de nitrogênio na soja em áreas de primeiro cultivo no cerrado de Roraima. **Comunicado Técnico**, 20. EMBRAPA-RORAIMA, 2006. 19 p.

DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM MILHO SOB NÍVEIS DE POTÁSSIO

Dargonielsin de Andrade Milhomem

Universidade Federal do Tocantins (UFT),
Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia
Gurupi – TO

Weder Ferreira dos Santos

Universidade Federal do Tocantins (UFT),
Professor, Engenharia de Bioprocessos e
Biotecnologia
Gurupi – TO

Lucas Carneiro Maciel

Universidade Federal do Tocantins (UFT),
Agronomia
Gurupi – TO

Oswaldo José Ferreira Junior

Universidade Federal do Tocantins (UFT), Pós-
Graduação em Produção Vegetal
Gurupi – TO

Eduardo Tranqueira da Silva

Universidade Federal do Tocantins (UFT),
Agronomia
Gurupi – TO

Elias Cunha de Faria

Universidade Federal do Tocantins (UFT),
Agronomia
Gurupi – TO

Saulo Lopes Fonseca

Universidade Federal do Tocantins (UFT),
Agronomia
Gurupi – TO

Débora Rodrigues Coelho

Universidade Federal do Tocantins (UFT),
Agronomia
Gurupi – TO

Geisiane Silva Cobas

Universidade Federal do Tocantins (UFT),
Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia
Gurupi – TO

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar a divergência genética de dez genótipos de milho sob níveis de potássio, no estado do Pará, na safra 2017/2018. Foram conduzidos dois experimentos com genótipos de milho sob alto e baixo potássio, com 90 e 0 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com dez tratamentos e 3 repetições. As características avaliadas foram: altura de planta, altura de espiga, diâmetro de espiga, comprimento de espiga, número de grãos na fileira, número de fileiras por espiga e produtividade. As médias de divergência genética foram determinadas a partir do método da distância generalizada de Mahalanobis e o agrupamento dos genótipos foi realizado pelo método de otimização de Tocher. Os níveis de potássio influenciaram no agrupamento dos genótipos. Para alto potássio a combinação mais divergente foi: AL BANDEIRANTE x ANHEMBI, e para baixo potássio a combinação mais divergente foi: AG 8088 x CATIVERDE.

PALAVRAS-CHAVE: análise multivariada, Mahalanobis, variabilidade, *Zea mays*.

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the genetic divergence of ten maize genotypes grown at potassium levels, in the state of Pará, Brazil, in the 2017/2018 harvest. Two experiments were carried out with maize genotypes under high and low potassium, with 90 and 0 kg ha⁻¹ of K₂O in coverage, respectively. The experimental design was a randomized block design, with ten treatments and three replications. The evaluated characteristics were: plant height, ear height, ear diameter, ear length, number of grains in the row, number of row of grains and productivity. The genetic divergence averages were determined using the Mahalanobis generalized distance method and the genotype grouping was performed by the Tocher optimization method. Potassium levels influenced the grouping of genotypes. For high potassium the most divergent combination was: AL BANDEIRANTE x ANHEMBI. For potassium the most divergent combination was: AG 8088 x CATIVERDE.

KEYWORDS: multivariate analysis, Mahalanobis, variability, *Zea mays*.

1 | INTRODUÇÃO

A cultura de milho (*Zea mays* L.) é uma das principais, isto se dá pela sua ampla aplicabilidade, na alimentação de humanos e animais (RIGON et al., 2013). Em animais o milho é o principal ingrediente energético na sua alimentação, cerca de 70 a 80% deste cereal é processado diretamente em rações para produção de proteína animal como leites, ovos e carnes (ALVES et al., 2015).

No Brasil, a quantidade de milho total produzido na safra 2018/2019 pode chegar a 95,2 milhões de toneladas, cerca de 18% a mais que a safra passada, que foi comprometida por problemas climáticos (CONAB et al., 2019).

O potássio (K) é o segundo nutriente mais extraído pela cultura do milho, ficando apenas atrás do nitrogênio (N). Sua atividade enzimática está relacionada com a movimentação de carboidratos, fosforilação oxidativa e no potencial osmótico das células, realizando controle da abertura e fechamento estomático e dando maior tolerância a planta na seca. A falta desse nutriente na planta causa a redução significativa da fotossíntese, aumento da respiração, baixo crescimento da planta e uma maior sensibilidade a períodos de seca. Um dos mecanismos interessantes da adubação por K, é a sua interação em resposta ao fósforo (P), promovendo ainda maior conservação da água nas folhas, no desenvolvimento da parede celular e a proteção contra algumas pragas e doenças (CARVALHO et al., 2013; SANTOS et al., 2013; BORÉM et al., 2015).

A análise da divergência genética entre genótipos de milho é comum e bastante popular entre especialistas na cultura. Eles visam selecionar genótipos mais promissores, o que possibilita uma redução considerável dos custos e do tempo gasto cruzando genótipos que não são de interesse (NARDINO et al., 2017).

Desse modo, o objetivo prioritário é localizar e selecionar genótipos que possuem

características mais produtivas, para o programa de melhoramento genético. A partir do estudo desses diversos genótipos, faz-se uma análise dos mesmos, identificando os melhores genitores e conseqüentemente, a obtenção de híbridos com maiores efeitos heteróticos, o que nos permite ter uma maior segregação em recombinações gênicas quando cruzamos parentes desses híbridos selecionados (CRUZ et al., 2014).

O desenvolvimento da diversidade genética através de técnicas de análises multivariadas é essencial nos programas de melhoramento genético, uma vez que a proporção de genótipos existentes é enorme, o que dificulta na seleção desses genes geneticamente divergente, que serão cruzados para obter o genótipo desejado (CRUZ et al., 2011).

Existem diferentes técnicas e modelos para fazer análise da dissimilaridade genética em milho, das quais se destacam mais, as técnicas de análise dos componentes principais e a média de dissimilaridade dos genótipos. As técnicas mais utilizadas são a distância generalizada de Mahalanobis, que leva em consideração a relação de todos caracteres avaliados, e o método de otimização de Tocher (CRUZ et al., 2014).

Com advento de novas tecnologias e estudos, essas técnicas passaram a ser mais comuns entre melhorista da cultura de milho (NARDINO et al., 2017; PRAZERES et al., 2016; SANTOS et al., 2015; SILVA et al., 2015; SANTOS et al., 2017; ROTILI et al., 2012; DOTTO et al., 2010; SIMON et al., 2012).

Diante disso, o trabalho teve como objetivo determinar a divergência genética a partir de caracteres morfológicos e componentes da produção de dez genótipos de milho sob níveis de potássio, no estado do Pará na safra 2017/2018.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos no Sítio Vitoria, localizado no Município de Santa Maria das Barreiras, estado do Pará. Os experimentos foram conduzidos sob alto e baixo potássio, com 90 e 0 kg ha⁻¹ de K₂O aplicados em cobertura, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com dez tratamentos e três repetições, em cada experimento. Os tratamentos foram constituídos de 10 genótipos de milho: ANHEMBI, BR 206, BRS 3046, ORION, CATIVERDE, PR27D28, AG 1051, AL BANDEIRANTE, AG 8088 e 2B655PW.

A parcela experimental utilizada foi composta por quatro linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas com 0,9 m entre linhas. Na colheita, foram utilizadas as duas linhas centrais de cada fileira, descartando-se 0,50 m das extremidades das fileiras.

Foi realizado o preparo de solo no sistema convencional, com uma gradagem seguida do nivelamento da área. Adubação de pré-plantio foi realizada utilizando 450 kg ha⁻¹ de NPK 5-25-15+0,5 Zn. A semeadura foi realizada manualmente com o intuito

de se obter 55.555 plantas ha⁻¹.

A adubação em cobertura foi realizada nos estádios V4 (quatro folhas completamente abertas) e V6 (seis folhas completamente abertas), utilizando como fonte de potássio o Cloreto de Potássio. A dose utilizada foi de 90 kg ha⁻¹ de K₂O no experimento de alto K, não foi realizada a adubação de cobertura com potássio no experimento de baixo K.

Os tratos culturais, como o controle fitossanitário de doenças, pragas e plantas daninhas foram realizados de acordo com as recomendações técnicas da cultura (BORÉM et al., 2015).

As características avaliadas foram: altura de planta, altura de espiga, diâmetro de espiga, comprimento de espiga, número de grãos por fileira, número de fileiras por espiga e a produtividade. Os descritores foram mensurados conforme a EMBRAPA (2010).

Foi realizado estudo da divergência genética para cada nível de potássio e para a média dos níveis, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis (1936) como medida de dissimilaridade. Para o estabelecimento de grupos similares, foi aplicado o método hierárquico aglomerativo de otimização proposto por Tocher (RAO, 1952), cujos cálculos foram igualmente embasados na distância generalizada de Mahalanobis. Também foi utilizado o critério de Singh (1981) para quantificar a contribuição relativa das características na divergência genética.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Genes (CRUZ, 2007).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medidas de dissimilaridade (Tabela 1) apresentam uma elevada magnitude ($D^2 = 3,49$ a $545,11$), indicando a presença de variabilidade genética entre genótipos. Santos et al. (2018) encontraram magnitude ($D^2 = 4,0$ a $644,6$). Já Sodré et al. (2017) encontraram uma magnitude de D^2 de $0,4$ a $328,7$. Estas magnitudes estão próximas as da Tabela 1.

No ensaio de baixo K, os genótipos que apresentaram menores distância foram AL BANDEIRANTE x PR27D28 ($D^2= 3,49$), BRS3046 x PR27D28 ($D^2= 11,85$) e AG 1051 x PR27D28 ($D^2= 14,42$) e AG8088 x 2B655PW ($D^2= 16,95$). As maiores distâncias foram CATIVERDE x AG 8088 ($D^2= 255,99$), ANHEMBI x CATIVERDE ($D^2= 192,14$), 2B655PW x CATIVERDE ($D^2= 181,49$) e BR 206 x AG 8088 ($D^2= 164,63$). O conhecimento das distâncias genéticas entre os genótipos, pode auxiliar na escolha dos genitores para futuros cruzamentos, possibilitando economia de tempo, mão-de-obra e recursos financeiros em futuros estudos (SANTOS et al., 2014).

Genótipo	Baixo K		Alto K		Geral	
	Maiores	Menores	Maiores	Menores	Maiores	Menores
AG 1051	99,86	14,42	301,36	31,73	64,92	21,38
CATIV.	AG 8088	PR27D28	ANHEN.	2B655PW	AG 8088	ORION
	255,99	46,00	176,18	26,80	142,45	12,43
BR 206	AG 8088	PR27D28	ANHEM.	BRS 3046	AG 8088	PR27D28
	164,63	21,74	364,34	22,57	188,75	14,02
AL BAN.	AG 8088	AG 1051	AG 8088	BRS 3046	AG 8088	BRS 3046
	120,08	3,49	545,11	94,48	167,92	22,46
AG 8088	AG 8088	PR27D28	ANHEM.	PR27D28	AG 8088	BRS 3046
	255,99	16,95	366,32	34,62	188,75	13,37
2B655 PW	CATIV.	2B655PW	AL BAN.	2B655PW	BR 206	2B655PW
	181,49	16,95	316,41	31,73	124,09	13,37
PR27 D28	CATIV.	AG 8088	ANHEM.	AG 1051	BR 206	AG 8088
	127,07	3,49	263,98	29,11	133,07	7,28
BRS 3046	AG 8088	AL BAN.	ANHEM.	CATIV.	AG 8088	BRS 3046
	120,53	11,85	291,68	22,57	157,98	7,28
ANHEM.	AG 8088	PR27D28	AG 8088	BR 206	AG 8088	PR27D28
	192,14	38,99	545,11	133,45	143,43	62,87
ORION	CATIV.	AG 8088	AL BAN.	ORION	AL BAN.	AG 1051
	138,01	46,99	239,70	27,52	120,11	21,38
	ANHEM.	AG 1051	AG 8088	BR 206	AG 8088	AG 1051
Maior distância	255,99	CATIV. x AG 8088	545,11	AL BAN. x ANHEM.	188,75	BR 206 x AG 8088
Menor distância	3,49	AL BAN. X PR27D28	22,57	BR 206 x BRS 3046	7,28	PR27D28 x BRS 3046

Tabela 1. Estimativa das distâncias de Mahalanobis (D^2) máxima e mínima de dez genótipos de milho sob níveis de potássio.

Para a dose de alto K, as menores distâncias foram: BR 206 x BRS3046 ($D^2=22,57$), AG 8088 x BR 206 ($D^2=22,57$), CATIVERDE x BRS3046 ($D^2=26,80$), ORION x BR206 ($D^2=27,52$) e PR27D28 x CATIVERDE ($D^2=29,11$). As maiores distâncias foram: AL BANDEIRANTE x ANHEMBI ($D^2=545,11$), AG 8088 x AL BANDEIRANTE ($D^2=366,32$), BR 206 x AG 8088 ($D^2=364,34$), e 2B655PW x ANHEMBI ($D^2=316,41$).

Na análise geral, as menores distâncias foram: PR27D28 x BRS 3046 ($D^2=7,28$), CATIVERDE x PR27D28 ($D^2=12,43$) e AG8088 x 2B655PW ($D^2=13,37$). As maiores distâncias foram: BR206 x AG8088 ($D^2=188,75$), AL BANDEIRANTES x AG 8088 ($D^2=167,92$) e BRS3046 x AG8088 ($D^2=157,98$). Simon et al. (2012), recomenda evitar a hidridação entre os genótipos com menor distância, o que diminuiria o sucesso de híbridos superiores.

Com base nas distâncias obtidas, as maiores foram no experimento de alto K,

entre os genótipos: AL BANDEIRANTE x ANHEMBI ($D^2= 545,11$), por outro lado a menor distância foi no experimento de baixo K entre os genótipos: AG 8088 x PR27D28 ($D^2= 3,49$). Isso evidencia que os níveis de K influenciaram no desenvolvimento dos genótipos, ou seja, os que não tiveram restrição de K se desenvolveram normalmente, e os que tiveram restrição de K desenvolveram pouco as características avaliadas, por isso obtiveram os menores valores de medidas de dissimilaridade.

Na análise de agrupamento pelo método de otimização de Tocher (Tabela 2), foram formados 4 grupos nos experimentos de alto e baixo K, e 3 grupos para a análise geral. Os genótipos BR 206, BRS 3046, PR27D28 e AG 1051 estão presentes no grupo 1 em todos os níveis de potássio, o que permite afirmar que os genótipos possuem similaridade genética entre si.

Grupo	Acessos		
	Alto K	Baixo K	Geral
I	BR 206, BRS 3046, ORION, CATIVERDE, PR27D28 e AG 1051	AL BANDEIRANTE, PR27D28, BRS 3046, AG 1051 e BR 206	PR27D28, BRS 3046, CATIVERDE, BR 206, AL BANDEIRANTE, ORION e AG 1051
II	AG 8088 e 2B655PW	AG 8088, 2B655PW e ANHEMBI	AG 8088 e 2B655PW
III	AL BANDEIRANTE	ORION	ANHEMBI
IV	ANHEMBI	CATIVERDE	

Tabela 2. Agrupamento dos genótipos pelo método de otimização de Tocher, com base nas dissimilaridades nos níveis de potássio.

Os genótipos AG 8088 e 2B655PW se encontram no grupo 2 em alto K, baixo K e na análise geral. No grupo III, apenas um genótipo para cada ensaio, sendo eles AL BANDEIRANTE, ORION E ANHEMBI respectivamente (alto, baixo e geral) e no último grupo também com apenas um genótipo: ANHEMBI e CATIVERDE para alto e baixo K, respectivamente. Segundo Cruz et al. (2014) grupos formados por apenas um genótipo apontam na direção de que o mesmo seja mais divergente em relação aos demais.

A dissimilaridade intergrupos (Tabela 3) realizada através do método de otimização de Tocher, permite detalhar com maior exatidão, quais grupos possuem maiores divergência genética entre si (CRUZ et al., 2014).

Grupos	Distância		
	Alto	Baixo	Geral
I x II	182,93	94,52	112,52
I x III	144,86	61,07	90,64
I x IV	203,49	65,88	
II x III	298,72	116,55	76,20
II X IV	330,16	209,87	

Tabela 3. Distâncias intra e intergrupos pelo método de Otimização de Tocher.

As maiores distâncias entre os grupos estudados foram entre os grupos III e IV (545,11), seguido dos grupos II e IV (330,16) no ensaio alto K. As menores distâncias de dissimilaridade genética foram entre os grupos I e III (61,07) e I e IV (65,88) no ensaio de baixo K.

As maiores distâncias intergrupos envolvendo os grupos reforçam o fato de os genótipos em grupos distintos serem divergentes (Tabela 1). Assim, os grupos que apresentam maior distância entre si devem conter genótipos mais divergentes (SILVA et al., 2015).

O grande interesse na avaliação da importância relativa dos caracteres (Tabela 4) reside na possibilidade de se utilizar apenas características que mais contribuíram para discriminar os genótipos.

Característica	Valor em %		
	Alto	Baixo	Geral
Altura de espiga (AE)	32,67	9,57	12,46
Altura de planta (AP)	13,20	0,30	8,90
Diâmetro de espiga (DE)	16,87	11,17	18,42
Comprimento de espiga (CE)	8,86	9,05	9,08
Número de grãos por fileira (NGF)	1,48	14,79	10,45
Número de fileiras por espiga (NF)	4,62	20,90	7,11
Produtividade (PROD)	22,30	34,21	33,58

Tabela 4. Características que mais contribuirão para divergência genética dos 10 genótipos estudados.

As características AE, PROD e DE (alto K), PROD, NF e NGF (baixo K), PROD, DE e AE (Geral), são as que mais contribuíram para divergência genética (Tabela 4).

4 | CONCLUSÕES

As doses de potássio influenciaram no agrupamento dos genótipos.

A característica PROD, pode ser utilizada em programas de melhoramento visando baixo e alto uso de insumos.

Há a necessidade de condução de melhoramento em diferentes ensaios.

REFERÊNCIAS

ALVES, M.B.; FILHO, C.A.; BURIN, C.; TOEBE, M; SILVA, P.L. Divergência genética de milho

transgênico em relação à produtividade de grãos e à qualidade nutricional. *Revista Ciência Rural*, v.45, n.5, p.884-891, 2015.

ANDREOTTI, M.; RODRIGUES, J.D.; CRUSCIOL, A.C.C.; SOUZA, E.C.A.; BÜLL, L.T. Crescimento do milho em função da saturação por bases e da adubação potássica. *Scientia Agricola*, v.58, n.1, p.145-150, 2001.

BORÉM, A.; GALVÃO, J.C.C.; PIMENTEL, M. A. **Milho: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015.

CARVALHO, D.O.; POZZA, E.A.; CASELA, C.R.; COSTA, R.V.; POZZA, A.A.A.; CARVALHO, C.O. Adubação nitrogenada e potássica na severidade da antracnose em dois cultivares de milho. *Revista Ceres*, v.60, n.3, p.380-387, 2013.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento Safra Brasileira de Grãos: v.6 - Safra 2018/19 - n.8 - Oitavo levantamento**. Brasília: CONAB, 2019. 135p. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2007. 442p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2014. 668 p.

CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M; PESSONI, L.A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011.620p.

DOTTO, M.A.; AFFÉRI, F.S.; PELUZIO, J.M.; MELO, A.V.; CARVALHO, E.V. Divergência genética entre cultivares comerciais de milho em baixas altitudes no Tocantins, safra 2007/2008. *Revista Ciência Agronômica*, v.41, p.630-637, 2010.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Caracterização de recursos genéticos de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 10p.

MAHALANOBIS, P. C. On the generalized distance in statistics. *Proceedings of the National Institute of Sciences of India*, v.2, p.49-55, 1936

NARDINO, M.; BARRETA, D.; CARVALHO, I.R.; FOLLMANN, D.N.; FERRARI, M.; PELEGRIN, A.J.; SZARESKI, V.J.; KONFLANZ, V.A. SOUSA, V.Q. Genetic divergence among corn (*Zea mays* L.) genotypes in distinct environments. *Revista de Ciências Agrárias*, v.40, n.1, p.164-174, 2017.

PRAZERES, C.S.; COELHO, C.M.M. Divergência genética e heterose relacionada à qualidade fisiológica em sementes de milho. *Bragantia*, v.75, n.4, p.411-417, 2016.

RAO, C.R. **Advanced statistical methods in biometrical research**. New York: John Willey, 1952. 390p.

RIGON, C.A.G.; RIGON, J. P.G.; CAPUANI, S. Produção de híbridos de milho na região das missões do Rio Grande do Sul. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, v.7, n.2, p.29-34, 2013.

ROTILI, E.A.; CANCELLIER, L.L.; DOTTO, M.A.; PELUZIO, J.M.; CARVALHO, E.V. Divergência genética em genótipos de milho, no estado do Tocantins. *Revista Ciência Agronômica*, v.43, n.3, p.516-521, 2012.

SANTOS, M.C.; JUNQUEIRA, A.M.R.; FREITAS, L.M. Efeito do silício, nitrogênio e potássio na incidência da traça-do-tomateiro em plantas para processamento industrial. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v.3, n.2, p.19-24, 2013.

SANTOS, W.F.; AFFÉRRI, F. S.; PELUZIO, J. M. Eficiência ao uso do nitrogênio e biodiversidade em genótipos de milho para teor de óleo. **Enciclopédia Biosfera**, v.11, n.21, p.2916-2925, 2015.

SANTOS, W.F.; AFFÉRRI, F.S.; PELÚZIO, J.M.; SODRÉ, L.F.; ROTILI, E.A.; CERQUEIRA, F.B.; FERREIRA, T.P.S. Diversidade genética em milho sob condições de restrição ao nitrogênio. **Journal Bioenergy and Food Science**, v.5, n.2, p.44-53, 2018.

SANTOS, W.F.; MACIEL, L.C.; SODRÉ, L.F.; SILVA, R.M.; AFFÉRRI, F.S.; FREITAS, J.H.; PEREIRA, J.S. Diversidade genética em genótipos de milho para baixo nível tecnológico em Gurupi, TO. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.11, n.2, p.21-24, 2017.

SANTOS, W.F.; PELÚZIO, J.M.; AFFÉRRI, F.S.; SODRÉ, L.F.; SANTOS, D.S.; FARIAS, T.C.M. Variabilidade genética e eficiência de uso do nitrogênio em populações de milho para teor de óleo. **Revista de Ciência Agrárias**, v.57, n.3, p.312-317, 2014.

SILVA, K.C.L.; SILVA, K.P.; CARVALHO, E.V.; ROTILI, E.A.; Afféri, F.S.; PELUZIO, J.M. Divergência genética de genótipos de milho com e sem adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.9, n.2, p.102-110, 2015.

SIMON, G.A.; KAMADA, T.; MOITEIRO, M. Genetic divergence in maize growing at first and second season. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.2, p.449-458, 2012.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v.41, n.2, p.237-245, 1981.

SODRÉ, L.F.; SANTOS, W.F.; ASCÊNCIO, S.D.; PELUZIO, J.M.; SILVA, R.M.; REINA, E. Divergência genética em milho para baixo e alto nitrogênio visando à produção de óleo e proteína. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.22, n.1, p.1-7, 2017.

DESENVOLVIMENTO DE SORGO FORRAGEIRO EM TIPOS E COMBINAÇÕES DE ADUBOS FOSFATADOS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO

Thaynara Garcez da Silva

Universidade Estadual de Maringá
Umuarama - Paraná

Antonio Nolla

Universidade Estadual de Maringá
Umuarama - Paraná

Adriely Vechiato Bordin

Universidade Estadual de Maringá
Umuarama - Paraná

Suzana Zavilenski Fogaça

Universidade Estadual de Maringá
Umuarama - Paraná

Janyeli Dorini Silva de Freitas

Universidade Paranaense
Umuarama – Paraná

Claudinei Minhano Gazola Júnior

Universidade Estadual de Maringá
Umuarama - Paraná

Luiz Felipe Vasconcelos de Paula

Universidade Estadual de Maringá
Umuarama - Paraná

RESUMO: O sorgo forrageiro popularizou-se como uma cultura de bom desempenho em regiões quentes, contudo, para o bom desenvolvimento da cultura é necessário disponibilização adequada de fósforo, que é comumente fixado na fase sólida do solo. Objetivou-se identificar o melhor tipo ou

combinação de adubos fosfatados para desenvolvimento do sorgo. Os tratamentos foram fontes e combinações de fósforo orgânicos e minerais: esterco de galinha; vinhaça; superfosfato simples; termofosfato de Yoorin. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e, em caso de significância, foram comparados pelo teste Skott-Knott a 5% de probabilidade. A adubação fosfatada foi eficiente para o desenvolvimento das plantas de sorgo, com destaque para tratamentos com adubos orgânicos e suas combinações com adubos minerais.

PALAVRAS-CHAVE: adubação fosfatada, sorgo forrageiro, fertilizante orgânico.

DEVELOPMENT OF FODDER SORGHUM IN DIFFERENTS TYPES AND COMBINATIONS OF PHOSPHATE FERTILIZERS IN DYSTROPHIC RED LATOSOL

ABSTRACT: Fodder sorghum has become popular as a culture of good performance, however, for the proper development of culture is necessary adequate availability of phosphorus, that is commonly fixed on the solid phase. The objective was to identify which is the best type or combination of phosphate fertilisers for development of sorghum. The treatments were of sources and combinations of organic and minerals' phosphorus: chicken

manure; vinasse; superphosphate; thermophosphate of Yoorin. The collected data were subjected to analysis of variance and, in the event of significance, were compared by Scott-Knott test at 5% probability. The phosphate fertilization was efficient for the development of forage sorghum plants, with emphasis on organic fertilizers treatments and combinations with mineral fertilizers.

KEYWORDS: phosphate fertilization, fodder sorghum, organic fertilizer.

1 | INTRODUÇÃO

A agricultura vem se expandindo em solos de textura média arenosa, de forma que nestas condições os solos apresentam problemas relacionados à menor capacidade de disponibilização de nutrientes e água. Assim, tem sido utilizado como alternativa o cultivo de plantas capazes de se desenvolver rapidamente, de forma a proteger o solo contra os agentes erosivos ocasionados pela ação da água da chuva. Além disso, é possível aumentar a capacidade de armazenamento de nutrientes em função da transformação dos resíduos em matéria orgânica, o que irá promover o aumento da capacidade de troca catiônica e aniônica (BISSANI et al., 2008). Como opção, têm sido utilizadas gramíneas forrageiras, espécies que apresentam boa eficiência na geração de resíduos culturais e também apresentam como função servir de alimentação para o gado (TERRA et al., 2010).

O sorgo forrageiro é uma das culturas que vem se destacando pelo seu aumento em áreas de textura arenosa/média. O avanço ocorre de forma significativa a partir do início do processo de mecanização agrícola (1970), sendo que durante os anos o aumento no potencial de cultivo está relacionado com a capacidade de comercialização. A partir dos meados da década de 1990, a cultura tem se expandido, justificado por cultivos na forma de sucessão de culturas, onde a planta é utilizada no período do verão. No país, destacam-se as áreas dos Estados de Mato Grosso do Sul, Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais. Aproximadamente 85% do sorgo produzido no Brasil se concentra nestes estados. Nos últimos anos, a previsão é de aumento exponencial da área plantada, pois é uma cultura que se destaca pela capacidade de adaptação e pela capacidade de ser utilizada em solos com menor potencial produtivo (EMBRAPA, 2008). No Brasil, uma área de 628,5 mil hectares foi cultivada com sorgo na safra 2016/2017. Destes, 49,18% da área foi destinado ao sorgo forrageiro, tendo como principal função a produção de silagem. A região Sudeste é a zona que se destaca no Brasil, sendo a principal produtora de sorgo forrageira, com 17,12% da área, o que perfaz 107,606 mil hectares cultivados com sorgo na safra 2016/2017. A região sul apresenta 15,82% da área cultivada (99,459 mil hectares), seguida da região centro oeste com 81,436 mil hectares de área cultivada com sorgo (CONAB, 2017).

Na região noroeste do Estado do Paraná predomina solos de textura arenosa, com baixa capacidade de armazenamento de água e nutrientes. Isto ocorre em função

da temperatura alta, aliado à baixa capacidade de acúmulo de matéria orgânica no solo. Isto ocorre porque em solos com elevada ocorrência de ativação na decomposição dos resíduos vegetais acumulados em superfície (FABIAN et al., 2008). Um dos principais benefícios do sorgo para o solo é a manutenção de grande quantidade de resíduos vegetais no solo, de forma que o solo ficará coberto durante boa parte do ano, de forma a promover avanço no sentido de alterar de forma positiva a temperatura e umidade no solo, de forma a desenvolver um ambiente que rumo para a sustentabilidade.

Apesar do sorgo forrageiro ser capaz de disponibilizar nutrientes absorvidos pela planta através da decomposição dos resíduos culturais mantidos em superfície, ocorre menor acúmulo e manutenção da matéria orgânica no solo em função da temperatura alta, o que pode reduzir a contribuição da matéria orgânica no sistema coloidal (NOVAIS et al., 2007). Assim, é possível ocorrer menor capacidade de aumentar a capacidade de armazenamento de nutrientes no sistema coloidal, de forma a promover maior lixiviação de nutrientes. Nos solos do noroeste paranaense, é comum observar solos que apresentam CTC inferior a $7,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, o que caracteriza solos de textura arenosa (RAIJ et al., 2011).

Para isso, tem sido buscado uma forma de manejo de solo que priorize minimizar os efeitos dos agentes erosivos, de forma a ser possível manter a palhada na superfície do solo, de forma que a agricultura em solos de textura arenosa ocorra como maior sustentabilidade. No entanto, para que a espécie forrageira, como o sorgo, seja capaz de se desenvolver, é necessário que seja feita a devida correção da acidez do solo, bem como a disponibilização de nutrientes. A necessidade dos nutrientes para as culturas pode se basear no teor e quantidade dos nutrientes acumulados no tecido vegetal e exportados pelos grãos. Por este motivo, para que seja possível um crescimento adequado das plantas, é necessário o uso de adubos, os quais apresentam como função suprir a ausência de nutrientes disponíveis no solo (COELHO et al. 2010). Para que seja possível aplicar nutrientes no solo de forma rápida e eficiente, de maneira geral são utilizados fertilizantes minerais, os quais apresentam facilidade na aquisição, aplicação e disponibilidade instantânea dos nutrientes para as plantas, de forma a suprir o déficit de determinado nutriente no solo. Porém, os adubos minerais apresentam problemas relacionados a perdas com lixiviação, volatilização e fixação específica, o que promove a perda intensa da eficiência dos fertilizantes aplicados no solo (SILVEROL, 2006). Apesar do preço elevado dos fertilizantes minerais, muitas vezes não é possível obter maximização da capacidade de produção de forragem, uma vez que pode ser possível disponibilizar nutrientes com o uso de fertilizantes que apresentam ação gradual. Isso se explica, pois, o aumento no efeito residual destes adubos menos solúveis é capaz de disponibilizar nutrientes ao longo do ciclo da cultura, de forma a promover melhor aproveitamento do efeito fertilizante. Por este motivo, é desejável promover a substituição total ou parcial dos fertilizantes solúveis pelos adubos de maior efeito residual, que geralmente apresentam menor custo. Desta forma, é possível avaliar uma redução no custo de fertilização, de forma

a melhor viabilizar o sistema agrícola, o que garante uma redução com o uso dos adubos minerais (LOPES & GUILHERME, 1990). No entanto, é desejável avaliar se a proposta de substituição parcial e/ou integral pelos adubos orgânicos é capaz de promover a eficiência desejada no desenvolvimento de culturas como o sorgo forrageiro.

A introdução dos adubos orgânicos na agricultura tem sido uma prática comum, pois estes insumos são capazes de promover, no decorrer do tempo, a redução do uso dos adubos minerais, que apresentam maior custo. Os fertilizantes orgânicos apresentam como vantagem a melhoria na qualidade de solo, uma vez que estes proporcionam aumento no teor de matéria orgânica, de forma a garantir o efeito condicionador, aumentando a capacidade de armazenamento de nutrientes nas cargas elétricas das partículas coloidais. Os adubos orgânicos também podem proporcionar melhoria na qualidade ambiental, pois o menor consumo de fertilizantes minerais reduz a utilização dos recursos naturais (por exemplo adubos fosfatados), além de reduzir a poluição ambiental. Como sugestão no uso dos adubos de origem orgânica, destaca-se o uso de resíduos animais como o esterco de aves, os restos de culturas, os adubos orgânicos verdes (SILVA, 2008) e também os resíduos provenientes da industrialização da cana-de-açúcar como a vinhaça, torta de filtro e bagaço (POLO et al., 1988).

No entanto, vale destacar que os adubos orgânicos têm como característica teores mais baixos de N, P e K. Para otimizar o desenvolvimento das plantas forrageiras, pode ser viável a complementação ou utilização de uma fração da adubação com uso dos fertilizantes minerais. Isto pode garantir um melhor aproveitamento dos nutrientes pelas plantas, pois tem sido observado que é possível gerar sincronismo de liberação dos nutrientes durante o processo completo de desenvolvimento das plantas (BISSANI et al., 2008). O fracionamento da fertilização (utilizando parte de adubos orgânicos e outra parte de minerais), onde a liberação dos nutrientes em solução de forma mais rápida com o uso de fertilizantes minerais. Porém apresentam pouco efeito a médio/longo prazo, pois estas fontes são caracterizadas como sais de alta solubilidade, o que promove perdas de nutrientes não absorvidos pelas plantas por lixiviação, volatilização e fixação específica. Isto se intensifica em solos de textura arenosa, de forma a reduzir a eficiência de utilização pelas plantas. Os fertilizantes de origem orgânica, por sua vez, são capazes de disponibilizar os nutrientes de forma gradual, pois é necessário ocorre mineralização dos compostos, promovendo liberação gradual de nutrientes durante o ciclo da cultura, o que proporciona menores perdas por lixiviação e fixação específica (fósforo), aumentando a capacidade de absorção dos nutrientes (RAIJ et al., 1997).

Como proposta, tem sido utilizado a adubação combinada através do uso de adubos orgânicos e fertilizantes minerais, de forma a promover melhor efeito fertilizantes e também parece promover menor custo e maior lucro na atividade agrícola. Mendes et al. (2011), estudando o cultivo de milho fertilizado com adubo mineral e orgânico e

respectivas combinações, observou maior rendimento econômico de milho com uso de 10 t ha⁻¹ de esterco de aves combinada com a aplicação de 239 kg ha⁻¹ de NPK.

A torta de filtro pode ser caracterizada como um fertilizante rico em nutrientes como N, Ca, e K, além e apresentar 75% de matéria orgânica em sua composição (BRADY & WEIL, 2002). Como efeito fertilizante este adubo é essencial para que seja obtida maximização na capacidade de forragens. No entanto, o uso de a aplicação de doses acima de 100 toneladas ha⁻¹ pode promover redução no teor de N no solo, pois pode ocorrer imobilização deste nutriente no solo, pois a torta de filtro apresenta alta relação C/N (CAMARGO et al., 1984). Vale destacar que os fertilizantes orgânicos podem apresentar diferença quanto à capacidade de liberação de nutrientes, em função da diferença na qualidade do resíduo gerado. A maior estabilidade das frações mais humificadas apresentam uma liberação mais lenta dos nutrientes, atuando como reservatório nutricional (ZECH et al., 1997; BUCKMAN & BRADY, 1991). A utilização dos adubos orgânicos no cultivo de sorgo é importante para que seja proposto a sustentabilidade do sistema. Porém, é fundamental na utilização dos resíduos estabelecer dosagens, combinações e critérios a serem seguidos para o uso da torta, de forma a estabelecer uma aplicação adequada. Desta maneira, é possível reduzir problemas relacionados com o meio ambiente (SILVA, 2008), bem como será possível gerar otimização de nutrientes para que ocorra adequado crescimento das plantas forrageiras.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O clima predominante na região é do tipo Cfa (mesotérmico úmido, com chuvas abundantes no verão e inverno seco com verões quentes), segundo classificação de Köppen. O solo (Latosolo Vermelho Distrófico típico) foi coletado, sendo alocado em vasos (85cm de altura X 54 cm de diâmetro). Os vasos foram furados na parte inferior para drenagem de água, e dispostos em cercado telado descoberto. Durante a condução do ensaio os vasos foram mantidos úmidos através da precipitação e nos períodos de seca através de irrigação. Nos vasos, foi realizada a correção da acidez do solo para elevar a saturação por bases até 60%, recomendado para a cultura do sorgo forrageiro (PAULETTY & MOTTA, 2017).

Os tratamentos consistiram da aplicação de fertilizantes fosfatados esterco de aves, vinhaça, superfosfato simples e termofosfato magnésiano ½ adubação orgânica (esterco de aves) + ½ adubação mineral (superfosfato simples); ½ adubação orgânica (esterco de aves) + ½ adubação mineral (Termofosfato de yoorin); ½ adubação orgânica (vinhaça) + ½ adubação mineral (superfosfato simples); ½ adubação orgânica (vinhaça) + ½ adubação mineral (Termofosfato de yoorin), um tratamento sem adubação fosfatada com calagem e outro sem uso de nenhum insumo. A dosagem P (110 kg ha⁻¹ de P₂O₅) com uso de fertilizantes orgânicos e minerais para o sorgo foi efetuada com base na recomendação de adubação e calagem do estado do Paraná

(PAULETTY & MOTTA, 2017). Para os tratamentos com aplicação de P via fontes orgânicas, a dose se baseou nos teores de P dos dois resíduos. Para os tratamentos com aplicação de P via fontes minerais (superfosfato simples e termofosfato de Yoorin), a dose dos produtos se baseou nos teores de P dos fertilizantes minerais. Para os tratamentos com adubação fosfatada combinada (½ orgânica + ½ mineral), a quantidade de cada produto fosfatado aplicado foi a metade da utilizada nos tratamentos com fonte única de fosfato baseada para o sorgo forrageiro.

Todos os tratamentos receberam a mesma quantidade de nitrogênio e potássio, com base no laudo da análise do solo utilizado no experimento. Posteriormente, foi realizada a semeadura a cultura do sorgo forrageiro. Após a emergência das plântulas de sorgo, foi realizado o desbaste, mantendo-se 4 plantas por vaso. Durante o cultivo, os vasos foram mantidos com a umidade próxima à capacidade de campo. O controle de pragas e doenças da soja foi efetuado quando necessário, utilizando-se inseticidas e fungicidas. O controle de plantas daninhas foi realizado através de arranquio manual (monda).

Após o cultivo de um ciclo da cultura, coletou-se a parte aérea das plantas de sorgo e avaliou-se a altura, diâmetro do caule, massa de matéria seca da parte aérea e da panícula. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparados por Scott-Knott a 5% de probabilidade. O solo dos vasos, após a colheita, foi amostrado na camada de 0-10cm e avaliou-se os teores de alumínio e os valores de pH cloreto de cálcio, todos conforme metodologia proposta por Tedesco et al. (1995).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de sorgo apresentaram maior crescimento com a aplicação de calcário em relação às parcelas sem utilização de corretivo e/ou adubo fosfatado. Em relação à testemunha, o calcário aumentou em 56% a altura do sorgo (Figura 1 A) e em 64,5% o diâmetro do caule (Figura 1 B). Isto já era esperado, pois o calcário corrige a acidez do solo e disponibiliza Ca e Mg, necessários para o desenvolvimento normal das plantas (RAIJ, 2011). A vinhaça e esterco de aves aumentaram a altura e diâmetro das plantas, o que demonstra o efeito fertilizante dos adubos orgânicos. Isto deve ter ocorrido em função do efeito gradual na disponibilização de P para as plantas, o que reduz o problema relacionado com a fixação específica (NOVAIS e SMYTH, 1999). Os resultados são evidenciados pelas alterações químicas que os adubos orgânicos promovem no solo, aumentando a capacidade de troca catiônica e a disponibilidade de nutrientes (BEBÉ et al., 2009).

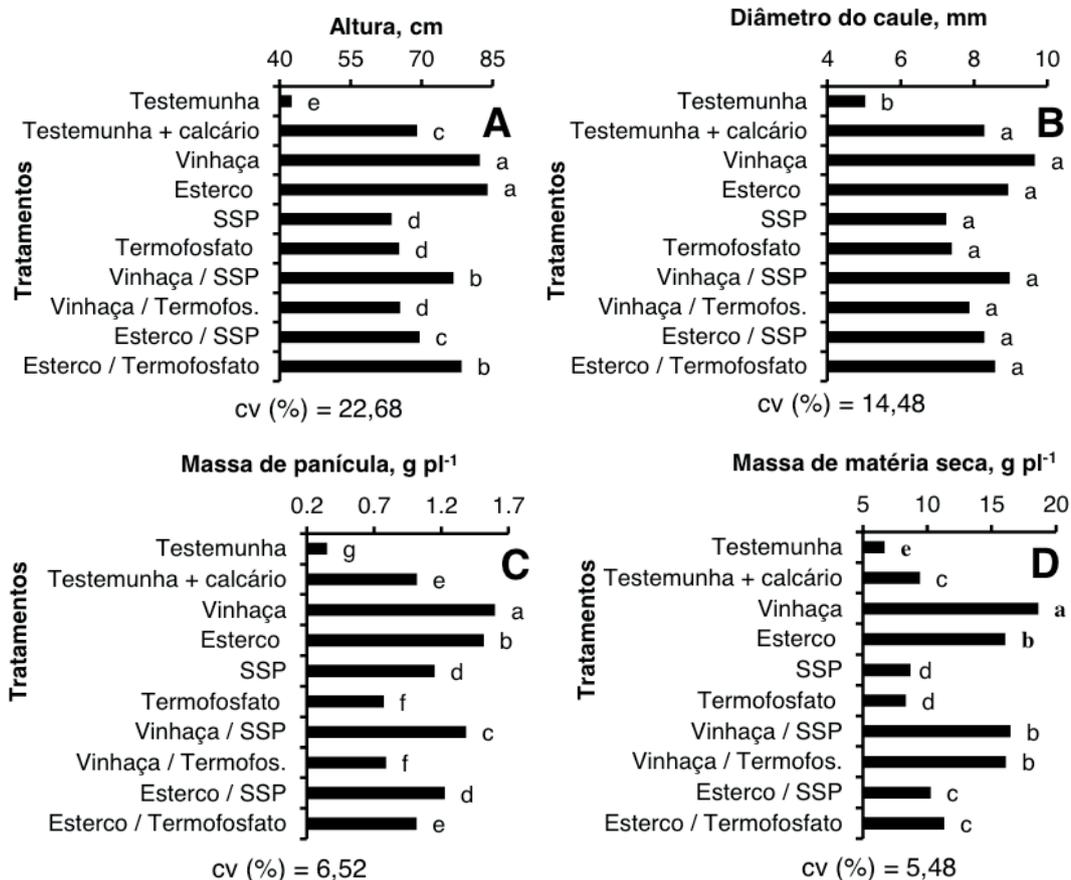


Figura 1. Altura (A), diâmetro do caule (B), massa de espiga (C) e massa de matéria seca (D) de plantas de sorgo forrageiro submetido à aplicação de tipos e combinações de adubos minerais e orgânicos em um Latossolo Vermelho Distrófico típico.

As combinações de esterco e vinhaça com termofosfato e superfosfato simples também promoveram acúmulo de matéria seca (Figura 1C) e massa de panícula (Figura 1D) do sorgo. Isto pode ter ocorrido pela disponibilização rápida do adubo mineral, aliada à disponibilização gradual promovido pelo adubo orgânico nesta combinação (RAIJ, 2011). A vinhaça aumentou em 116% a matéria seca em relação à testemunha com a calagem (Figura 1D) e sua combinação com superfosfato simples aumentou aproximadamente 40 g de massa de matéria fresca, em relação à testemunha (Figura 1C). Isso deve ter ocorrido em função das alterações químicas do solo, uma vez que o adubo orgânico aumenta a capacidade de troca catiônica e a disponibilidade de nutrientes às plantas (BEBÉ et al., 2009).

O superfosfato simples e termofosfato magnésiano aumentaram o crescimento de sorgo em relação à testemunha (Figura 1), mas as plantas não diferiram em relação às parcelas com uso apenas de calcário. Isto demonstra que os adubos fosfatados minerais foram pouco eficientes para o sorgo. Isto pode ter ocorrido pela fixação específica do fósforo aos óxidos de ferro, que ocorre com maior rapidez nos adubos minerais (NOVAIS et al., 2007).

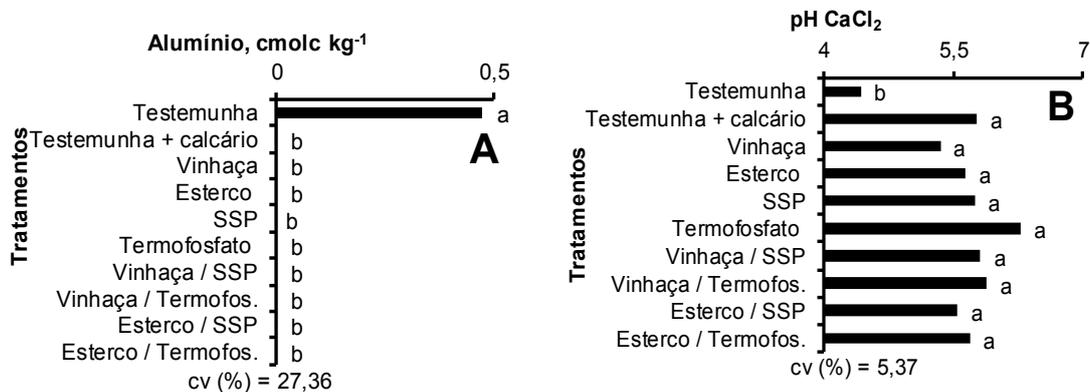


Figura 2. Teor de alumínio (A) e pH em CaCl₂ (B) em Latossolo Vermelho distrófico típico após o cultivo de um ciclo de sorgo forrageiro, submetido a tipos e combinações de adubos orgânicos e minerais. Médias com a mesma letra não diferem entre si estatisticamente, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O teste de médias apontou diferença significativa para pH em CaCl₂ entre os tratamentos que receberam a calagem e a testemunha (Figura 2 B). Esse resultado ressalta a capacidade do corretivo de acidez elevar o pH do solo, reduzindo os níveis de acidez e melhorando as condições nutricionais do solo para o cultivo. Resultados semelhantes foram obtidos em relação ao teor de alumínio presente na solução (Figura 2 A), de modo que apenas a testemunha apresentou concentração considerável de alumínio, elemento que potencializa a acidificação e possui maior capacidade de se manter na fase trocável do solo devido sua elevada carga elétrica (Al⁺³) quando comparado a outros elementos nutrientes, como o Potássio (K⁺). Isso impede e/ou diminui a eficiência de outros nutrientes ligarem-se ao complexo de carga catiônica e serem disponibilizados para as plantas, atuando em seu desenvolvimento.

4 | CONCLUSÕES

A calagem e a adubação fosfatada aumentaram o desenvolvimento do sorgo. Os adubos fosfatados promoveram melhor desenvolvimento em relação ao uso somente de calcário. A vinhaça e o esterco e suas combinações com superfosfato simples e termofosfato promoveram maior altura, diâmetro e acúmulo de matéria seca e de panícula.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela disponibilidade de bolsa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

BEBÉ, F. V.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, G. B.; OLIVEIRA, V. S. **Avaliação de solo**

sob diferentes períodos de aplicação com vinhaça. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental. 2009; 13:781-787. <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n6/v13n6a17.pdf>.

BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. O. **Fertilidade dos Solos e manejo da adubação de culturas.** Porto Alegre: Gênese; 2008.

BRAGA, G. N. M. **A Importância e o manejo da Adubação Orgânica.** Disponível em: <https://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2010/10/importancia-e-o-manejo-da-adubacao.html>. Acesso em: 19 de Fevereiro de 2019.

BRASIL, E. C.; MURAOKA, T. **Extratores de fósforo em solos da Amazônia tratados com fertilizantes fosfatados.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 21, n. 4, p. 599-606, 1997. Disponível em: https://www.rbcjournal.org/wp-content/uploads/articles_xml/0100-0683-rbcs-S0100-06831997000400010/0100-0683-rbcs-S0100-06831997000400010.pdf. Acesso em 25 de Junho de 2019.

BUCKMAN, H.; BRADY, N. **Naturaleza y propiedades de los suelos.** 4a. reimpressão. Limusa. México DF México, 1991.

COELHO, M. R. **Química e gênese de solos desenvolvidos sob vegetação de restinga no estado de São Paulo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, n. 6, p. 1951-1964, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n6/20.pdf>. Acesso em 04 de Julho de 2019.

FREIRE, L. R. **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro.** Brasília, DF: Ed Universidade Rural, 2003. v 01, p. 41- 376.

LELIS NETO, J. 2008. **Monitoramento de componentes químicos da vinhaça aplicados em diferentes tipos de solo.** Mestrado em Agronomia – Concentrado em Irrigação e Drenagem. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Uso eficiente de fertilizantes: aspectos agrônômicos.** São Paulo: ANDA, 1990. 60p.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F. O. M. **Ecofisiologia da produção de sorgo.** Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 87).

MALUF, H. J. G. M. **Disponibilidade de recuperação de nutrientes de resíduos culturais em solos com diferentes texturas.** Revista Brasileira Ciências do Solo, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1690-1702, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01006832015000601690&lng=en&nrm=iso>. Acesso em : 26 de Fevereiro de 2019.

MALAVOLTA, E.; FAVARIN, J. L.; MALAVOLTA, M.; CABRAL, C. P.; HEINRICH, R.; SILVEIRA, J. S. M. **Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.37, p.1.017-1.022, 2002.

MENDES, M. C.; ROSSI, E. S.; FARIA, M. V.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; e ROSÁRIO, J. G. **Os Efeitos de Níveis de Adubação Nitrogenada e Densidade de Semeadura na Cultura do Milho no Centro-Sul do Paraná.** Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR, v. 4, n. 2, p. 176-192, 2011.

NOVAIS, R. F. & SMYTH, T. J. & NUNES, F.N. **Fósforo.** In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. & NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.471-537.

NOVAIS, R. F. & SMYTH, T. J. **Fósforo em solos e planta em condições tropicais.** Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. **Manual de calagem e adubação para o estado do Paraná**. 2 ed. Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – NEPAR-SBCS, 2019.

POLO, A.; ANDREAUX, F.; CERRI, C. C.; LOBO, M.C. **Resíduos orgânicos da agroindústria canavieira**. STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v.6, n.3, p.53-56, 1988.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.

RIBAS, P. M. **Sorgo: Introdução e importância econômica**. Sete Lagoas, MG: Ed Tânia Mara Assunção Barbosa, 2003. v 01, p. 7-10.

RIBEIRO, P. H. P.; LELIS NETO, J. A.; TEIXEIRA, M. B.; GUERRA, H. O. C.; DA SILVA, N. F.; CUNHA, F. N. **Distribuição de potássio aplicado via vinhaça em latossolo vermelho amarelo e nitossolo vermelho**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 8, p. 403-410, 2014.

SILVA, E. C. F. **Produção de composto**. 2008. 30 p. Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia em Cafeicultura (Graduação) - Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, 2008.

SILVEROL, A. C. **Processo Humifert para fertilizantes alternativos organo-fosfatados: obtenção a partir do minério de Angico dos Dias, caracterização dos compostos e avaliação da eficiência agrônômica**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2006.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado**. International Plant Nutrition Institute, n 102, p. 01-02, 2003. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/78429ADDBF7C6D5183257AA2005C6827/\\$FILE/ENCARTE102.PDF](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/78429ADDBF7C6D5183257AA2005C6827/$FILE/ENCARTE102.PDF). Acesso em: 26 de Fevereiro de 2019.

TERRA, T. G. R.; LEAL, T. C. A. DE B.; SIEBENEICHLER, S. C.; CASTRO, D. V.; NETO, J. J. D.; DOS ANJOS, L. M. **Desenvolvimento e produtividade de sorgo em função de diferentes densidades de plantas**. Bioscience Journal, v. 26, n. 2, 2010. Disponível em: https://www.academia.edu/34632125/Desenvolvimento_e_produtividade_de_sorgo_em_função_de_diferentes_densidades_de_plantas_Development_and_productivity_of_sorghum_in_function_of_different_densities_of_plants. Acesso em 19 de Fevereiro de 2019.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. **Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2008. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/70/6712>. Acesso em 19 de Junho de 2019.

ZECH, W. **Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics**. Geoderma, v. 79, n. 1-4, p. 117-161, 1997.

Annona crassiflora POSSUI ATIVIDADE INSETICIDA SOBRE OS OVOS DE LEPIDÓPTEROS-PRAGA?

Jéssica Terilli Lucchetta

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais.
Dourados - MS

Nahara Gabriela Piñeyro Ferreira

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Ciências Agrárias. Dourados - MS

Débora Lopez Alves

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais.
Dourados – MS

Antônio de Souza Silva

Universidade Federal da Grande Dourados.
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais

Alessandra Fequetia Freitas

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais.
Dourados - MS

Fabricio Fagundes Pereira

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais.
Dourados - MS

Carlos Reinier Garcia Cardoso

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Ciências Agrárias. Dourados - MS

RESUMO: Extratos vegetais vem sendo estudados para o controle de insetos praga com o objetivo de minimizar o uso indiscriminado de inseticidas químicos. Estes apresentam baixa toxicidade e não persistem por muito tempo no meio ambiente. Para avaliar a atividade

inseticida de *Annona crassiflora* (Annonaceae) sobre ovos de *Anticarsia gemmatalis* e de *Spodoptera frugiperda*. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com 2 tratamentos e 5 repetições. os dados obtidos foram submetidos a ANOVA, sendo o valor de F conclusivo. O extrato de *A. crassiflora* levou à mortalidade de ovos de *S. frugiperda*, porém, não teve o mesmo efeito sobre ovos de *A. gemmatalis*. Em conclusão, o extrato da planta *Annona crassiflora* (Annonaceae) tem potencial inseticida sobre ovos de *Spodoptera frugiperda*. **PALAVRAS-CHAVE:** Lagarta-da-soja, lagarta-do-cartucho-do-milho, extratos vegetais.

Annona crassiflora HAS INSECTICIDAL ACTIVITY ON EGGS OF LEPIDÓPTEROS-PEST?

ABSTRACT: Plant extracts was studied for the control of insect-pests, to minimize indiscriminate use of chemical insecticides. This product has been low toxicity and do not persist for long time in the environment. The aim of this work were to evaluate the insecticidal activity of *Annona crassiflora* (Annonaceae) on eggs of *Anticarsia gemmatalis* and *Spodoptera frugiperda*. The design was completely randomized with 2 treatments and 5 replicates and the data were submitted to ANOVA, the F value being conclusive. The *A. crassiflora* extract killed *S.*

frugiperda eggs, however, did not have the same effect on *A. gemmatalis* eggs. The extract of the *Annona crassiflora* (Annonaceae) plant has insecticidal potential on *Spodoptera frugiperda* eggs.

KEYWORDS: Soybean caterpillar, corn-caterpillar-caterpillar, plant extracts.

1 | INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) é um importante inseto-praga do milho. Na fase de lagarta pode causar severos prejuízos na cultura como redução de 34% a 40% no rendimento de grãos, dependendo, principalmente, do ciclo fenológico da cultura em que ocorre o ataque (VALICENTE e CRUZ, 1991).

Anticarsia gemmatalis (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) popularmente conhecida como a lagarta-da-soja é uma das principais pragas da cultura da soja (LOURENÇÃO *et al.*, 1999). Na fase de lagarta se alimentam do limbo e das nervuras foliares, podendo ocasionar desfolhamento total (LOURENÇÃO *et al.*, 2010), ocasionando a perda de área fotossintética e diminuindo a produtividade da cultura. O controle é realizado, predominantemente, por pulverizações de inseticidas (GUEDES *et al.*, 2012).

O uso de táticas de controle que causem menor impacto ambiental é de primordial importância, o que tem motivado à retomada de estudos com plantas inseticidas, como uma alternativa aos inseticidas sintéticos (BOGORNÍ & VENDRAMIM, 2003). A eficiência e a seletividade observadas nos inseticidas naturais refletem a contribuição que a natureza pode fornecer na busca de alternativas para os produtos convencionais, porém as informações disponíveis sobre a caracterização, modo de ação, toxicologia, concentrações e formas de aplicação são ainda escassas (MENEZES, 2005).

A utilização de plantas inseticidas apresenta-se como ferramenta promissora para o manejo de populações de insetos, pois podem reduzir o uso de inseticidas sintéticos, amenizando os impactos prejudiciais ao homem e ao ambiente. Pesquisas sobre bioatividade de extratos metanólicos de espécies de annonaceae e meliaceae sobre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e análise fitoquímica foram realizadas, com objetivo de selecionar as espécies vegetais mais promissoras no controle da lagarta do cartucho do milho (FREITAS *et al.*, 2013).

Cerca de 29 espécies da família Annonaceae exibem propriedades inseticidas (MORAES, 2009) com uma rica fonte de alcaloides e acetogeninas (ISMAN, 2006). Anonáceas, além de apresentarem atividade bioinseticida, são abundantes nos biomas brasileiros, especialmente no Cerrado (COELHO *et al.*, 2009). Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do extrato de *A. crassiflora* sobre os ovos de *S. frugiperda* e *A. gemmatalis*.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia e Controle Biológico (LECOBIOL) e no laboratório de Plantas Medicinais da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

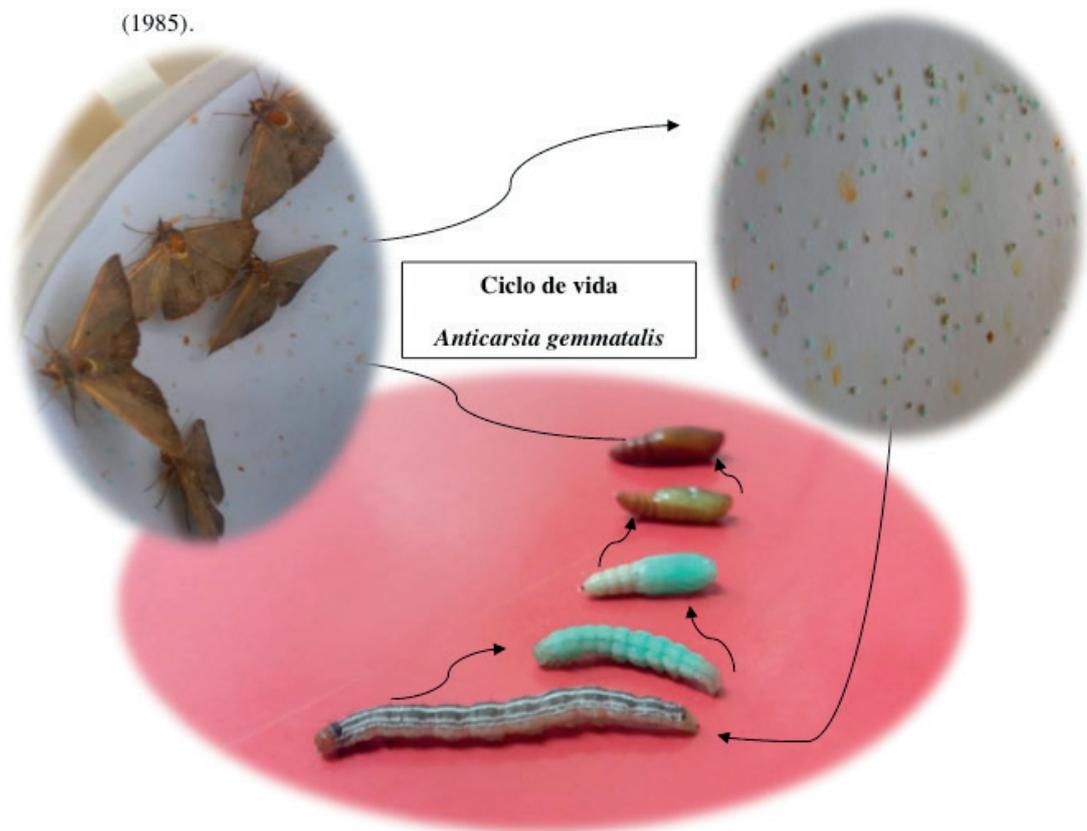
Criação de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)

As mariposas (20 casais) foram mantidas em gaiolas de PVC e alimentadas com uma solução de água e mel embebida no algodão, sendo essas gaiolas forradas com papel sulfite, onde as fêmeas colocam suas posturas. Os ovos foram retirados diariamente e acondicionados em placas de Petri, após três dias ocorre a eclosão dos ovos e as lagartas são colocadas recipientes já contendo a dieta artificial, a base de germe de trigo, feijão e levedo de cerveja conforme metodologia proposta por PARRA (2001). Ao atingirem aproximadamente 8 dias, essas lagartas são individualizadas em recipientes descartáveis contendo a mesma dieta, onde são mantidas durante todo seu desenvolvimento larval até atingirem a fase de pupa, em seguida as pupas são retiradas e colocadas em gaiolas até a emergência dos adultos, em sala separada, aproximadamente 10 dias, após esse período começam a colocar seus ovos dando início no ciclo novamente, ciclo que dura em média 30 dias (PARRA, 2001).



Criação de *Anticarsia gemmatalis*

Ovos de *A. gemmatalis* foram retirados da criação do LECOBIOLE e acondicionados em potes de plástico de 1 L, contendo dieta artificial a base de feijão cozido, germe-de-trigo, proteína de soja, caseína e levedura de cerveja para alimentação das lagartas recém eclodidas (Adaptada de GREENE *et al.*, 1976). As lagartas permaneceram se alimentando dessa dieta até o último ínstar, quando foram separadas em grupos de, no máximo, 50 indivíduos/pote. As pré-pupas foram individualizadas em potes plásticos transparentes (retangular de 500 mL e 14,2 × 9,8 × 4,7 cm) onde permaneceram até a transformação em pupas. Cerca de 50 pupas foram separadas para transformarem-se adultos, em sala separada. As pupas foram sexadas, e os adultos recém emergidos foram transferidos para gaiolas de PVC de 15 cm de diâmetro x 22 cm altura (DN 150), na relação sexual de 1:1 e alimentados com dieta líquida a base de mel e açúcar embebidas em algodão. As gaiolas foram revestidas internamente com folhas de papel sulfite, na qual as mariposas o utilizaram como substrato para oviposição. Os ovos foram coletados para manutenção da criação e armazenados em sala climatizada à temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa (UR) de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Os procedimentos utilizados na criação de *A. gemmatalis* estão de acordo com a metodologia proposta Zanuncio Junior *et al.*, (2012), com dieta de Greene *et al.*, (1976), adaptada por HOFFMANN-CAMPO *et al.*, (1985).



Secagem do material e obtenção do extrato bruto

Os extratos foram preparados a partir das folhas de *Annona crassiflora*. As

plantas utilizadas foram coletadas no município de Dourados e identificadas pela Dra. Zefa Valdivina Pereira, professora da Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais. O material vegetal foi seco em estufa de ar circulante a 45°C, durante quatro dias. Depois, as folhas trituradas em moinho de faca e colocados em um recipiente de vidro de 5 litros, contendo metanol 100% e mantido, a cada dois dias feita a filtragem do material e o líquido obtido colocado no rotaevaporador em temperatura de no máximo 60°C, para retirar todo o metanol, restando no recipiente apenas o extrato bruto. O extrato concentrado foi transferido para um recipiente previamente pesado e após completado a eliminação do solvente, o recipiente será novamente pesado para obtenção do peso do extrato obtido (FORMAGIO *et al.*, 2010).

Obtenção da solução do extrato

Foi preparada uma solução aquosa do extrato bruto na concentração de 1% da espécie *A. crassiflora*, sendo 1g de extrato bruto e quantidade suficiente para 100mL de água.

Desenvolvimento Experimental. O delineamento foi inteiramente casualizado com 2 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de três gotas de água destilada para o controle, e três gotas de extrato de planta. Cada repetição foi composta por grupos de dez ovos de 24h; totalizando 50 ovos por tratamento. As avaliações foram realizadas diariamente durante cinco dias, consistindo na observação em lupa de quantos ovos tinham eclodido. Os dados obtidos foram submetidos a ANOVA, sendo o valor de F conclusivo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na lagarta-da-soja *A. gemmatilis* 82,0±11,0% das larvas eclodiram no controle (água destilada) e 68,0±13,0% das lagartas eclodiram quando tratadas com extrato vegetal, sendo que não houve diferença entre o tratamento com extrato e o controle, pelo teste F a 5% de probabilidade (Tabela 1).

No entanto, na lagarta-do-cartucho-do-milho *S. frugiperda*, houve diferença entre o tratamento com extrato e o controle pelo mesmo teste. No controle eclodiram 92,0±11,0) das lagartas e no tratamento com extrato eclodiram 0,0±0,0% das lagartas.

Portanto, esses resultados demonstram que o extrato aquoso a 1% de *A. crassiflora*, causou mortalidade de todos os ovos de *S. frugiperda*, mas não foi efetivo para *A. gemmatilis*.

	<i>A. gemmatalis</i>	<i>S. frugiperda</i>
Controle H ₂ O	(82,0±10,9)% a	(92,0±11,0)% a
<i>A. crassiflora</i>	(68,0±13,0)% a	(0,0±0,0)% b
C.V. (%)	16,06	16,84

Tabela 1 - Porcentagem de lagartas que eclodiram após 120 dias
Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

O gênero *Annona* Linnaeus 1753 compreende cerca de 120 gêneros relatados na América Central e do Sul, África, Ásia e Austrália (COSTA *et al.*, 2006). Investigações químicas e farmacológicas das espécies deste gênero têm indicado a presença de importantes compostos bioativos, revelando a presença de alcalóides, acetogeninas de anonáceas e lignóides, com comprovada ação inseticida sobre vetores de doenças. A propriedade inseticida varia em função da parte da planta (sementes, folhas, raízes, casca do fruto) utilizada para obter o extrato. (NASCIMENTO *et al.*, 2006).

Alguns efeitos que podem ser causados pelos extratos sobre os insetos são: Repelência, intoxicação, regulação do crescimento e metamorfose, deterrente alimentar, afetar a biologia (MEDEIROS *et al.*, 2005; TORRES *et al.*, 2006).

Deverão ser feitos outros estudos com o intuito de decifrar o efeito do extrato de *A. crassiflora* sobre o ovo e o embrião para explicar por que esse extrato causou a mortalidade de ovos de *S. frugiperda* e não teve a mesma eficiência sobre os ovos de *A. gemmatalis*.

O extrato das folhas de *Annona crassiflora* (Annonaceae) tem potencial inseticida sobre ovos de *Spodoptera frugiperda*.

4 | AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas.

REFERÊNCIAS

BOGORNÍ, P. C.; VENDRAMIM, J. D. **Bioatividade de extratos aquosos de *Trichilia* spp. sobre *S. frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho.** Neotropical Entomology, v. 32, p. 665-669, 2003.

COELHO, A. A. M; PAULA, J. E; ESPINDOLA, L. S. **Efeito de extratos de plantas do Cerrado em *Dipetalogaster maxima* (Uhler) (Hemiptera, Reduviidae).** Revista Brasileira entomologia, v. 53, 2009.

COSTA, E. V.; PINHEIRO, M. L. B.; XAVIER, C. M.; SILVA, J. R. A.; AMARAL, A. A. F.; SOUZA, A.

- D. L.; BARISON, A.; CAMPOS, F.; FERREIRA, A. G. M. C.; LEON, M. L. L. P. **A pyrimidine-beta-carboline and other alkaloids from *Annona foetida* with antileishmanial activity.** Journal of Natural Products, v. 69, p. 292-294, 2006.
- FORMAGIO, A. S. N.; MASETTO, T. E.; BALDIVIA, D. S.; VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A. H.; E PEREIRA, Z. V. **Potencial alelopático de cinco espécies da família Annonaceae.** Revista Brasileira de Biociências, v. 8, p. 349-354, 2010.
- FREITAS, A. F.; PEREIRA, F. F.; FORMAGIO, A. S. N.; LUCCHETTA, J. T. **Efeito de extratos metanólicos de sementes de Annonaceae no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).** Dourados. Anais... 16° Workshop de Plantas Medicinais de Mato Grosso do Sul, 2013.
- GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. **Velvetbean caterpillar: A rearing procedure and artificial médium.** Journal of Economic Entomology, v. 69, n. 04, p. 487-488, 1976.
- GUEDES, J. V.; FIORIN, R. A.; STÜRMER, G. R.; DAL PRÁ, E.; PERINI, C. R.; BIGOLIN, M. **Sistemas de aplicação e inseticidas no controle de *Anticarsia gemmatilis* na soja.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.8 p. 910-914, 2012.
- HOFFMANN-CAMPO C. B., DE OLIVEIRA, E. B., MOSCARDI F. 1985. **Criação massal da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatilis*).** EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa da Soja. Londrina, Documentos 10. Pp. 21.
- ISMAN, M.B. **Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world.** Annual Review of Entomology, v. 51, p. 45-46, 2006.
- LOURENÇÃO, A. L.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; MIRANDA, M. A. C.; AMBROSANO, G. M. B. **Danos de percevejos e de lagartas em cultivares e linhagens de soja de ciclos médio e semi-tardio.** Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 28, p. 157-167, 1999.
- LOURENÇÃO, A. L.; RECO, P. C.; BRAGA, N. R.; VALLE, G. E. DO; PINHEIRO, J. B. **Produtividade de genótipos de soja sob infestação da lagarta-da-soja e de percevejos.** Neotropical Entomology, v. 39, p. 275-281, 2010.
- MEDEIROS, C. A. M., BOICA JUNIOR, A. L. & TORRES, A. L. **Efeito de extratos aquosos de plantas na oviposição da traça-das-crucíferas, em couve.** Bragantia, v. 64, p. 227-232, 2005.
- MENEZES, E. L. A. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, Rio de Janeiro, 58 p. 2005.
- MORAES J. M. **Bioatividade de Extratos de Annonaceae sobre *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae).** Dissertação (Mestrado Ciências Ambientais). Universidade do Estado de Mato Grosso. 53 f, 2009.
- NASCIMENTO, G. N. L.; BOAVENTURA, M. A. D.; ASSUNÇÃO, A. C. S.; PIMENTA, L. P. S. **Estudo histológico do efeito agudo de extrato de *Annona coriacea* (araticum) sobre o bulbo olfatório de camundongos swiss.** Revista Eletrônica de Farmácia, v. 3, n. 2, p. 16-18, 2006.
- PARRA, J. R. P.; **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico.** Fealq, Piracicaba, p 134, 2001.
- TORRES, A., JUNIOR, A. L. B., MEDEIROS, C. A. M. **Efeitos de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pytifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*.** Bragantia, v. 65, p. 447-457, 2006.
- VALICENTE, F. H.; & CRUZ, I. **Controle biológico da lagarta- do- cartucho, *S. frugiperda*, com o**

baculovirus. Sete Lagoas, Embrapa-CNPMS, Circular Técnica, 15, 1991.

ZANUNCIO JUNIOR J. S., VIANNA U. R., ZANUNCIO J. C., PEREIRA F. F. 2012. **Técnica de criação de *Anticarsia gemmatilis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae).** (In: **Técnicas de criação de pragas de importância agrícola, em dietas naturais.** D. PRATISSOLI ed. EDUFES, Vitória): 241-250.

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) AO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES (*Pratylenchus brachyurus*)

Fernando Ferreira Batista

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,
Instituto de Ciências Agrárias
Uberlândia – Minas Gerais

Thiago Patente Santana

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,
Instituto de Ciências Agrárias
Uberlândia – Minas Gerais

Isabella Torres Lino de Sousa

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,
Instituto de Ciências Agrárias
Uberlândia – Minas Gerais

Arthur Franco Teodoro Duarte

Universidade Federal de Uberlândia – UFU,
Instituto de Ciências Agrárias
Uberlândia – Minas Gerais

RESUMO: O nematoide das lesões radiculares, *Pratylenchus brachyurus* causa danos à família Poaceae, como, o sorgo. O controle do nematoide das lesões radiculares pode ser feito através de plantas geneticamente resistentes, sendo esta a medida mais viável economicamente. Dessa forma, objetivou-se avaliar a reação de sete genótipos de sorgo granífero para *P. brachyurus* com 10 repetições em casa de vegetação no município de Uberlândia, estado de Minas Gerais, de abril a agosto de 2017. Aos 10 dias após a semeadura realizou-se a inoculação do nematoide com 500

espécimes de *P. brachyurus* mL⁻¹ por vaso, próximo as raízes das plântulas. Após 80 dias após a inoculação ocorreram as avaliações. As características avaliadas da planta permitem inferir que quanto a massa fresca de raiz e seca de parte aérea não foram encontradas diferenças entre os sete genótipos de sorgo granífero testados. Quanto à massa fresca de parte aérea observa-se que os genótipos 1, 3 e 5 apresentaram tolerância ao nematoide. Os resultados relativos à reprodução de *P. brachyurus*, expressos em Fator de Reprodução (FR), variaram entre os genótipos analisados, valores entre 1,01 a 4,56. Conclui-se que os genótipos 6 e 7 apresentaram os menores valores relacionados ao fator de reprodução, sendo assim, possuem resistência moderada ao nematoide das lesões, isso implica em genótipos promissores aos programas de melhoramento.

PALAVRAS-CHAVE: *Pratylenchus brachyurus*, Resistência Genética, *Sorghum bicolor*

REACTION OF SORGUS GENOTYPES (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) TO THE NEMATOID OF ROOTS INJURIES (*Pratylenchus brachyurus*)

ABSTRACT: The lesion nematode, *Pratylenchus brachyurus* causes damage to the Poaceae family, such as sorghum. The nematoid control

of the root lesions can be done through genetically resistant plants, which is the most economically feasible measure. The objective of this study was to evaluate the reaction of seven sorghum genotypes to *P. brachyurus* with 10 replications in a greenhouse in Uberlândia city, state of Minas Gerais, Brazil, from April to August, 2017. At 10 days after sowing, inoculation of the nematode near the roots of the seedlings. After 80 day post inoculation the evaluations occurred. The evaluated characteristics of the plant allow to infer that as for the fresh 2 root mass and shoot dryness no differences were found among the seven sorghum genotypes tested. As for the fresh mass of aerial part, genotypes 1, 3 and 5 showed tolerance to the nematode. The results related to the reproduction of *P. brachyurus*, expressed in Reproduction Factor (RF), varied among the genotypes analyzed, values between 1.01 and 4.56. The genotypes 6 and 7 presented the smallest ones related to the reproduction factor, and thus, they have moderate resistance to the nematode of the lesions, this implies in genotypes promising to the breeding programs.

KEYWORDS: *Pratylenchus brachyurus*, Genetic Resistance, *Sorghum bicolor*

A cultura do sorgo ocupa uma área de 653,8 mil hectares, com produtividade de 2.888 kg/ há na safra 2017/2018 (CONAB, 2018). É uma cultura bastante resistente à seca e climas quentes, por isso, muito utilizado na segunda safra. O sorgo é um cereal de importância, sendo utilizado em muitos países como fonte alimentar. No Brasil, seu uso está relacionado principalmente com a alimentação animal, na confecção de rações e no fornecimento como forrageiras (RICHETTI, 2014). Segundo Duarte (2018) o nematoide das lesões radiculares, *Pratylenchus brachyurus* causa danos em diversas culturas, principalmente as pertencentes à família Poaceae, como, o sorgo. O controle dos nematoides pode ser feito através de plantas resistentes geneticamente, sendo esta a medida mais viável economicamente. Dessa forma, objetivou-se com o trabalho avaliar a hospedabilidade de genótipos de sorgo ao nematoide *P. brachyurus*.

O experimento foi conduzido em estufa de vidro no município de Uberlândia - MG no Campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com 7 tratamentos e 10 repetições. A inoculação do nematoide ocorreu aos 10 dias após a semeadura com 500 espécimes de *P. brachyurus*. Aos 80 dias após a inoculação (DAI) foram avaliados: o fator de reprodução do nematoide (FR) em cada genótipo de sorgo obtido a partir da razão entre a população final e a população inicial (P_f/P_i). A população inicial trata-se da concentração do inoculo de 500 espécimes por recipiente e a população final o total de nematoides obtidos no volume total de raízes e solo aos 80 DAI. Aos 80 DAI, as raízes foram lavadas, secas, pesadas e cortadas uniformemente, depois trituradas em liquidificador com 750 ml de água por 1 minuto. A suspensão obtida foi vertida em peneiras com malha de 100 e 500 mesh sobrepostas. O resíduo retido na primeira peneira foi descartado e os nematoides retidos na segunda foram transferidos para um copo americano. Em seguida, esta suspensão e o solo foram processados pela

técnica da flutuação centrífuga em solução de sacarose. Colocou-se uma amostra de 150 cm³ de solo em um recipiente com 2L de água. Desmanchou-se os torrões e a suspensão vertida nas peneiras sobrepostas de 20 e 400 mesh. O resíduo da segunda peneira foi recolhido e levado à centrífuga. Após a centrifugação, o sobrenadante foi descartado e ao resíduo adicionou-se solução de sacarose. Os tubos centrifugados novamente, o sobrenadante foi vertido na peneira de 500 mesh. O resíduo da peneira foi recolhido em um copo. Na suspensão final, dos dois procedimentos, determinou-se a população de ovos, juvenis e/ou adultos do gênero *Pratylenchus*, com o auxílio da câmara de contagem de Peters ao microscópio óptico.

Genótipos	FR	Massa fresca de raiz (g)	Massa fresca de parte aérea (g)	Massa seca de parte aérea (g)
1	2,44 b	4,30 a	7,73 a	2,92 a
2	4,56 d	4,80 a	8,62 a	3,11 a
3	2,81 b	5,20 a	7,91 a	2,68 a
4	3,77 c	5,30 a	7,93 a	2,68 a
5	2,04 b	4,90 a	6,52 b	2,41 a
6	1,01 a	5,20 a	7,10 b	2,55 a
7	1,38 a	5,10 a	7,95 a	2,80 a
Coefficiente de variação (%)	28,91	21,62	17,18	19,15

TABELA 1 – Fator de reprodução (FR), Massa fresca de raiz e parte aérea e massa seca de parte aérea em (g) de genótipos de sorgo granífero inoculados com *Pratylenchus brachyurus* após 80 dias da inoculação, sob condições de casa de vegetação. UFU, Uberlândia, abril a agosto de 2017.

¹Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knot 320 a 5% de significância.

Não foram encontradas diferenças significativas tanto para massa fresca de raiz quanto para massa seca de parte aérea entre os genótipos de sorgo testados (Tabela 1). Quanto à massa fresca de parte aérea observa-se que os genótipos 1, 2, 3, 4 e 7 apresentaram maior desenvolvimento vegetativo. Os genótipos 1, 3 e 5 apresentaram tolerância ao nematoide, pois apesar da hospedabilidade do nematoide a planta conseguiu obter resultados em massa fresca de parte aérea. As características avaliadas possuem caráter quantitativo, são complexos, devido à grande influência ambiental e número de genes associados (Tabela 1). Os resultados relativos à reprodução de *P. brachyurus*, expressos em FR, mostram uma variação entre os genótipos analisados, cujos valores variaram de 1,01 a 4,56 e os genótipos 6 FR 1,01 e 7 FR 1,38 apresentam menores valores (Tabela 1). Apesar da hospedabilidade de *P. brachyurus* segundo Ribeiro (17), os valores relativos de FR entre 1 e 4 são considerados baixos. Os genótipos 6 e 7 mostraram resistência moderada em relação ao nematoide, com destaque ao genótipo 7 que além da baixa reprodução permitiu melhor produção de massa fresca. O genótipo 2 e 4 apresentaram peso de massa

fresca de parte aérea satisfatório, porém obteve as piores média em relação ao FR, considerando-os com pouco resistentes a multiplicação do nematoide. Conclui-se que os genótipos 6 e 7 que apresentaram menores FR devem ser possíveis genótipos para semeadura em áreas infestadas com *Pratylenchus brachyurus*, contudo pesquisas sejam necessárias visando identificação de genótipos de sorgo granífero resistentes / tolerantes ao nematoide das lesões já que seu hábito de alimentação é polífago, movimentação endoparasita migratória, alta variabilidade com pouca especialização, dificultando o progresso em programas de melhoramento vegetal.

REFERÊNCIAS

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento); Acompanhamento safra brasileira de grãos, v. 5 Safra 2017/18 - Quinto levantamento, Brasília, p. 1-140 fevereiro 2018.

DUARTE, D. A. F. VIII Semana Agrônômica Da Faculdade Evangélica De Goianésia, 2018, Goianésia. REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SORGO AO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES. Goianésia: Faeg, 2018. 53 p.

RICHETTI, A.; CECCON, G. Viabilidade econômica da cultura do sorgo granífero na região Centro-Oeste. Dourados, MS: Embrapa. 2012. 6p. (Comunicado Técnico 195).

TRITERPENÓIDES DA FRAÇÃO HEXÂNICA DOS GALHOS DE *Platonia Insignis* Mart. (Clusiaceae)

Rodrigo de Araujo Moreira

Universidade Federal do Piauí– UFPI
Teresina – Piauí

Andreia Giovana Aragão da Silva

Universidade Federal do Piauí– UFPI
Teresina – Piauí

Renato Pinto de Sousa

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Teresina – Piauí

Sâmya Danielle Lima de Freitas

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Teresina – Piauí

Mariana Helena Chaves

Universidade Federal do Piauí – UFPI
Teresina – Piauí

TRITERPENÓIDES OF HEXANIC FRACTION
OF THE *Platonia Insignis* Mart. (Clusiaceae)

ABSTRACT: *Platonia insignis* Mart. popularly known as “bacuri”, it is a fruit tree, belonging to the Clusiaceae family. The present work aimed to isolate and identify the compounds of the hexane fraction of the ethanolic extract of *P. insignis* branches. The phytochemical study of the hexane fraction made it possible to isolate and identify the triterpenoids: lupeol (1), β -amirine (2), lupenone (3) and betulin (4). Compounds 2, 3 and 4 are being reported for the first time in the *Platonia* genus.

KEYWORDS: triterpenoids, *Platonia Insignis*, Clusiaceae

RESUMO: *Platonia insignis* Mart. conhecida popularmente como “bacuri”, é uma árvore frutífera, pertencente à família Clusiaceae. O presente trabalho teve como objetivo isolar e identificar os compostos da fração hexânica do extrato etanólico dos galhos de *P. insignis*. O estudo fitoquímico da fração hexânica possibilitou isolar e identificar os triterpenóides: lupeol (1), β -amirina (2), lupenona (3) e betulina (4). Os compostos 2, 3 e 4 estão sendo relatados pela primeira vez no gênero *Platonia*.

PALAVRAS-CHAVE: triterpenóides, *Platonia Insignis*, Clusiaceae

1 | INTRODUÇÃO

Os produtos naturais de plantas são considerados uma fonte inesgotável de moléculas bioativas para a inovação farmacêutica, devido suas características únicas, incluindo diversidade estrutural e mecanismos de ação inéditos (LI; VEDERAS, 2009). A fim de otimizar os esforços de prospecção de biomoléculas e aumentar as taxas de sucesso, novas abordagens foram introduzidas no trabalho fitoquímico nos últimos anos, compreendendo inovações tecnológicas

para a desreplicação de extratos, isolamento, purificação e elucidação estrutural de moléculas bioativas (LI; VEDERAS, 2009).

Platonia insignis Mart.conhecida popularmente como “bacuri”, “bacuri-açu”, “pakoori” e “wild mamme aple” na Guiana, “pakoelie” e “geelhart” no Suriname, “parcori” na Guiana Francesa e “matazona” no Equador (LOUREIRO et al.,1979). Ela é uma árvore frutífera e madeireira, pertencente à família Clusiaceae, tendo como provável centro de origem o estado do Pará, atingindo também os estados do Maranhão, Tocantins e Piauí. Apresenta grande plasticidade ecológica, ocorrendo nas florestas do Pará e cerrados do Piauí (ARAÚJO; VALOIS; FERREIRA, 1999). *Platonia insignis* tem sido considerado como a única espécie do gênero *Platonia*. Esse gênero é descrito como muito rico em substâncias naturais como xantonas (euxantonas), ácidos graxos, triglicerídeos, triterpenos, flavonoides e benzofenonas, bem como atividades: antioxidante, antifúngica, citotóxica e leishmanicida. (CLEMENT et al., 1990; CAVALCANTE, 1996; SILVA et al., 2016).

A família Clusiaceae é composta por 1000 espécies e 47 gêneros, distribuídos em regiões tropicais e subtropicais do mundo. É também um gênero encontrado em regiões temperadas. Em nove destes, 90 espécies têm os frutos comestíveis (BARROSO et al., 2002). A maioria das espécies está distribuída em três gêneros: *Hypericum* L, *Clusia* L e *Garcinia* L (JUNIOR et al., 2005). As principais classes de compostos encontrados na família Clusiaceae são xantonas, cumarinas, flavonoides, biflavonoides, benzofenonas, esteroides, triterpenos, dipiranocumarinas produzidos pelas plantas principalmente como mecanismo de defesa. As benzofenonas das plantas da família Clusiaceae possuem propriedades incluindo anti-inflamatórios, antimicrobianos, e efeitos citotóxicos (ACUÑA et al., 2009; CUESTA, RUBIO et al., 2005; PORTO et al., 2000; SOBRAL et al., 2009; MESQUITA et al., 2009).

Com o intuito de contribuir com o conhecimento quimiotaxonômico do gênero *Platonia* esse estudo teve como objetivo realizar o isolamento e identificação dos constituintes químicos da fração hexânica dos galhos de *P. Insignis*.

2 | METODOLOGIA

Os galhos de *Platonia insignis* foram coletadas no dia 17/01/2016 em Timon-MA nas coordenadas S 04° 50' 56,6" e W 042° 05' 04,8". A espécie foi identificada pela bióloga Dra. Ruth Raquel Soares de Farias e uma exsicata encontra-se depositada no Herbário Graziela Barroso da Universidade Federal do Piauí – UFPI, com o número de registro TEPB: 31.718 e cadastro de acesso SisGen nº ACB65DO. Os galhos foram secos e triturados em moinho de facas, fornecendo (906,01 g) de material que foi submetido à maceração com etanol (98%) por duas vezes consecutivas, nas quais cada extração teve a duração de quatro dias. O solvente foi removido em evaporador rotativo à pressão reduzida e a água residual por liofilização, fornecendo o extrato

etanólico dos galhos (57,88 g).

Uma alíquota de 25,3 g do extrato dos galhos de *P. insignis* foi solubilizada em uma mistura de MeOH/H₂O (2:1) obtendo-se um volume de 500 mL, a fase hidroalcolica foi transferida para um funil de separação. Na fase hidroalcolica adicionou-se 100 mL de hexano que após formar fase, foi retirado a fase orgânica e extraída por mais seis vezes com 100 mL de hexano, fornecendo a fração hexânica (10,04 g) e a fase hidroalcolica foi submetida à extração com acetato de etila (AcOEt) obtendo-se a fração AcOEt (12,03 g) e a fração aquosa residual (1,45 g).

A fração hexânica proveniente da partição do extrato etanólico dos galhos de *P. Insignis* foi fracionada por meio de cromatografia em coluna de sílica gel (5x30 cm). A fração (8,0 g) foi solubilizada em clorofórmio e misturada com 14 g de sílica, logo após, o solvente da mistura foi retirado em evaporador rotativo até a obtenção de um pó homogêneo, que foi aplicado na coluna em modo gradiente, eluída com hexano (100%), hexano-AcOEt (98:2), hexano-AcOEt (95:5), hexano-AcOEt (9:1), hexano-AcOEt (8:2), hexano-AcOEt (7:3), hexano-AcOEt (6:4), hexano-AcOEt (1:1), AcOEt (100%), AcOEt-MeOH (1:1) e MeOH (100%) fornecendo 98 subfrações de 200 mL cada. Após o solvente ser removido com evaporador rotativo e realizado análise por cromatografia em camada delgada comparativa (CCDC), as frações foram reunidas em 35 grupos, de acordo com as cores observadas nas cromatoplasmas reveladas com sulfato cérico (Ce(SO₄)₂) bem como os fatores de retenção observados.

O grupo HP-20 (328 mg) foi submetido a fracionamento cromatográfico por Sephadex LH-20 em modo isocrático usando como eluente hexano: diclorometano (1:4), fornecendo a mistura dos compostos **1+2+3** (169,3 mg). Os compostos foram identificados por ressonância magnética nuclear (RMN) e espectrometria de massas em comparação com a literatura. As análises por RMN de hidrogênio e carbono-13 foram realizadas em espectrômetro Varian INOVA-modelo 400, operando a 400 MHz para o ¹H e 100 MHz para o ¹³C. Foi utilizado CDCl₃ como solvente e TMS como referência interna. Para a análise por espectrometria de massas foi utilizado espectrômetro Amazon X (Bruker Daltonics) com analisador armadilha de íons, acoplado a fonte de ionização química a pressão atmosférica (APCI-IT-MS). Os parâmetros de análise foram: fonte de ionização APCI no modo íon positivo, com temperatura de vaporização à 300°C, fluxo do gás de secagem 5,00 L min⁻¹, voltagem do capilar (-) 4000 V, nebulizador à 40 psi e corrente externa 4000 nA. O espectrômetro de massas foi operado na faixa de *m/z* 100-800.

O grupo HP-34 (200 mg) foi purificado por fracionamento cromatográfico em Sephadex LH-20 no modo isocrático usando como eluente diclorometano:acetona (3:2), fornecendo o composto **4** (2,8 mg), que foi identificado por espectrometria de massas. A derivatização com BSTFA do composto **4** foi feita de acordo com Prytyk et al. (2003). Uma alíquota de 1,0 mg da substância foi dissolvida em 1,0 mL de CH₂Cl₂ obtendo uma solução de concentração 1,0 mg mL⁻¹, posteriormente a solução foi transferida para um frasco de 2,0 mL, o solvente foi evaporado, em seguida foi

adicionado 250 μL de piridina tratada e 50 μL de BSTFA. O frasco foi devidamente fechado e levado a aquecimento, entre 40 a 50 $^{\circ}\text{C}$, durante 1 hora. Após o término da reação, foi adicionado 1,0 mL de acetato de etila e os derivados siliados foram analisados em um cromatógrafo da Shimadzu, modelo GCMS-QP2010 SE, equipado com auto injetor AOC-5000, seguindo as seguintes condições de análise: injetor 290 $^{\circ}\text{C}$, razão *split* de 1:10, temperatura inicial do forno de 70 $^{\circ}\text{C}$ (2 min), apresentando uma rampa de aquecimento de 6 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ até 315 $^{\circ}\text{C}$ permanecendo por 30 minutos. Para cromatografia dos componentes foi empregada uma coluna SLB-5MS, 30 m \times 0,25 mm, espessura do filme interno de 0,25 μm , usou-se He_2 como gás de arraste com fluxo de 1,0 mL min^{-1} . A temperatura de interface e da fonte de íons foram 310 $^{\circ}\text{C}$ e 260 $^{\circ}\text{C}$, respectivamente. O analisador de massas utilizado foi do tipo quadrupolo operando por impacto eletrônico (70 eV) e os fragmentos detectados na faixa de 40 a 680 Da. A identificação do composto foi feita por comparação das ordens de eluição, tempos de retenção e espectros de massas com dados da literatura.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fracionamento cromatográfico por técnicas convencionais seguido de análises espectroscópicas e espectrométricas, bem como a comparação com dados disponíveis na literatura possibilitou identificar quatro triterpenoides (Figura 1).

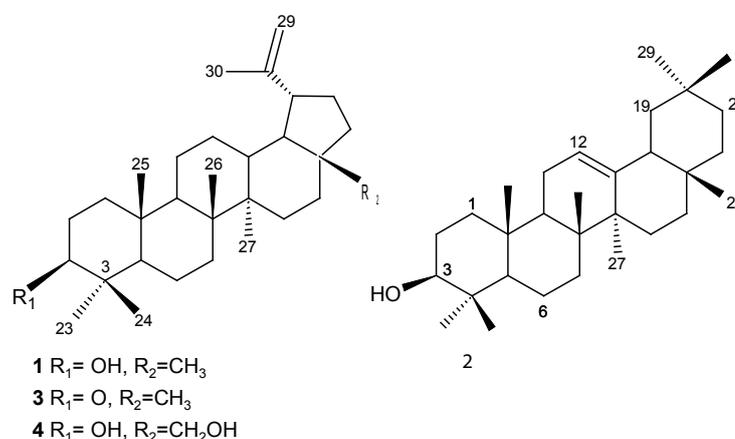


Figura 1: Triterpenoides isolados da Fração hexânica dos galhos de *P. Insignis*

Os compostos **1**, **2** e **3** foram isolados em mistura proveniente do grupo HP-20 resultante do fracionamento da fração hexânica dos galhos de *Platonia Insignis*. As estruturas dos compostos foram identificadas por análises de (+) APCI-IT-MS, RMN ^1H e ^{13}C em comparação com a literatura (ARATANECHMUGE et al., 2004; MAHATO; KANDU, 1994; NAUMOSKA; VOVK, 2015).

Os espectros de RMN ^1H (Figura 2) indicaram a ocorrência de substâncias da classe dos terpenoides, evidenciados pelo sinal em cerca de δ 3,2 (dd, $J = 4,8$ e $11,1$ Hz, $3\beta\text{-OH}$) atribuído ao hidrogênio oximetínico ligado ao carbono C-3 em triterpenoides

3 β -OH (VIERA-JUNIOR et al., 2005), sinais entre δ 0,7 e 2,0 característicos de hidrogênios de grupos metílicos em carbonos não hidrogenados.

Os espectros apresentaram também sinais na região de olefinas, sendo dois dupletos em δ 4,56 e 4,68 (Figura 2) característicos de hidrogênios em ligação dupla gem-dissubstituída sugestivos da presença de triterpenoides com esqueleto lupano e um tripleto em δ 5,18 (Figura 2) referente a hidrogênios em ligação dupla trissubstituída que sugerem ser de triterpenoides com esqueleto oleanano (VIERA-JUNIOR et al., 2005).

A confirmação da presença de triterpenoides 3 β -OH, foi feita pela análise dos espectros de RMN ^{13}C (Tabela 1 e Figura 3) que apresentou o sinal em δ 79,1 atribuído ao C-3. A definição do esqueleto carbônico dos triterpenos foi determinada pelos deslocamentos químicos dos carbonos olefínicos em δ 109,4 e δ 151,1 característico de C-29 e C-20 do grupo isopropilideno do esqueleto lupano no lupeol (**1**) e δ 121,8 e δ 145,3 característico de C-12 e C-13 do esqueleto oleanano do triterpeno β -amirina (**2**) (OLEA; ROQUE, 1990). Todos os dados de RMN foram consistentes com os relatados na literatura para estes triterpenoides (MAHATO; KANDU, 1994).

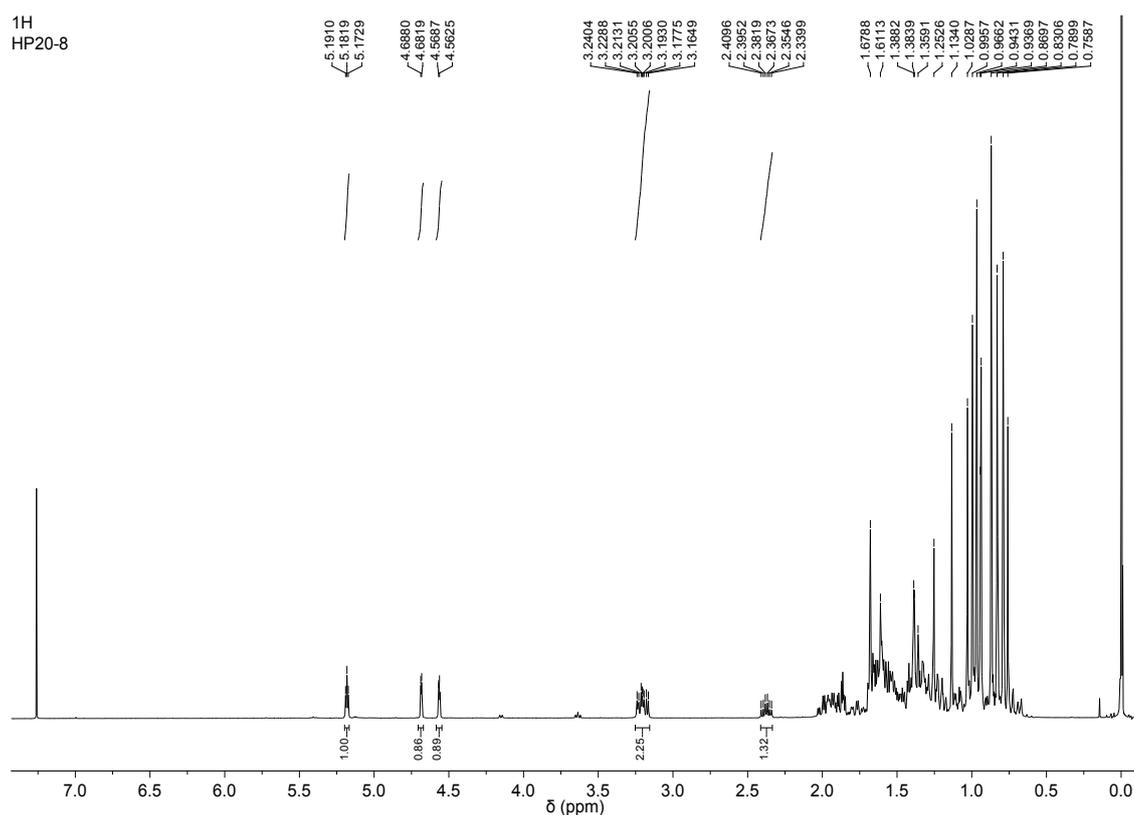


Figura 2: Espectro de RMN ^1H de **1+2** (HP-20) (CDCl_3 , 400 MHz)

C	δ_c (1)	δ_c lupeol*	δ_c (2)	δ_c β -amirina**
1	38,7	38,7	38,7	38,7
2	27,5	27,4	27,3	27,3
3	79,1	79,0	79,1	79,0
4	38,8	38,8	38,9	38,8

5	55,3	55,3	55,3	55,3
6	18,3	18,3	18,5	18,5
7	34,4	34,3	32,8	32,8
8	40,9	40,8	38,9	38,8
9	50,5	50,4	47,7	47,7
10	37,1	37,1	37,2	37,6
11	21,0	20,9	23,6	23,6
12	25,2	25,1	121,8	121,8
13	38,2	38,1	145,3	145,1
14	42,9	42,8	41,8	41,8
15	27,3	27,4	26,3	26,2
16	36,5	35,6	27,0	27,0
17	42,9	42,9	32,6	32,5
18	48,4	48,3	47,3	47,4
19	47,7	47,9	46,9	46,9
20	151,1	150,9	31,2	31,1
21	29,8	29,8	34,8	34,8
22	39,9	39,9	37,2	37,2
23	27,5	27,9	28,2	28,2
24	15,5	15,4	15,6	15,5
25	16,1	16,1	15,7	15,6
26	15,7	15,9	16,9	16,9
27	14,7	14,5	26,1	26,0
28	18,1	17,9	28,5	28,4
29	109,4	109,3	33,4	33,3
30	19,4	19,3	23,6	23,7

Tabela 1: Dados de RMN ^{13}C de **1** e **2** (CDCl_3 , 100 MHz)

*Dados em CDCl_3 relatados por Aratanechemuge et al. (2004). **Dados em CDCl_3 relatados por Mahato e Kandu (1994).

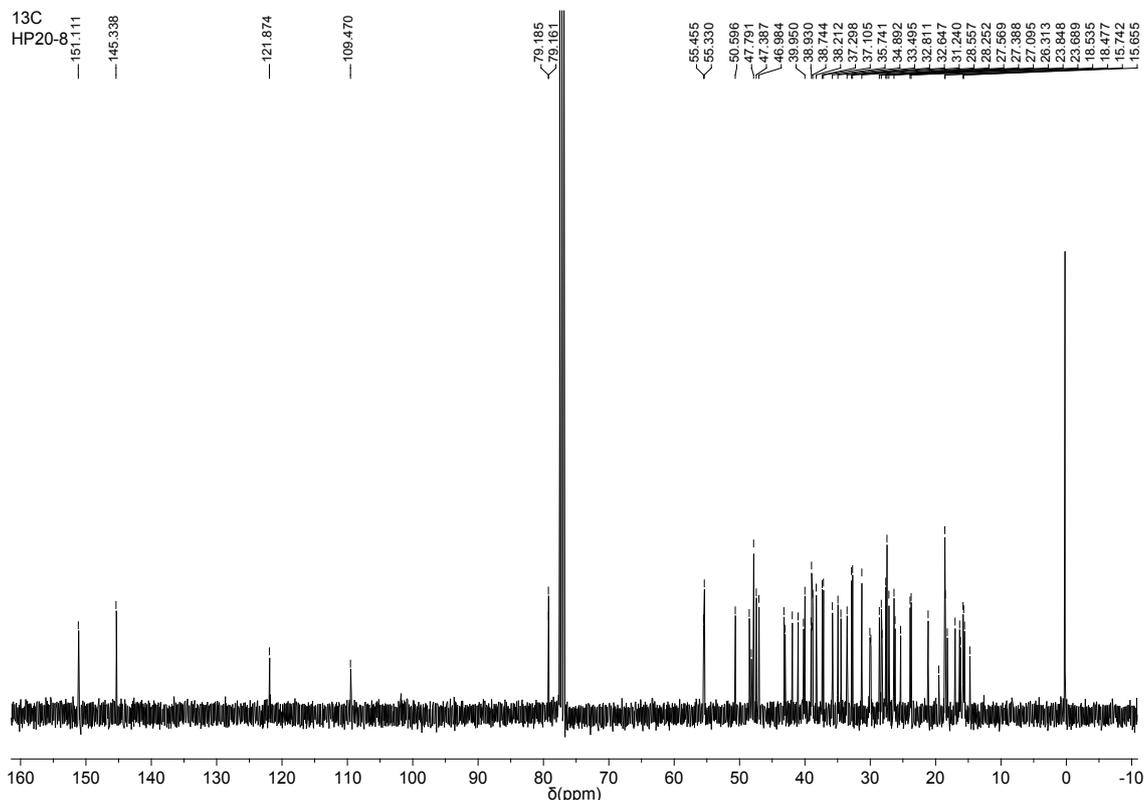


Figura 3: Espectro de RMN ^{13}C de 1+2 (HP-20) (CDCl_3 , 100 MHz)

O espectro de massas da mistura (1+2+3) mostrou picos de íons moleculares: m/z 427 (1 e 2) e m/z 425 (3) (Figura 4). Os compostos 1 e 2 ($\text{C}_{30}\text{H}_{50}\text{O}$, $m = 426,72 \text{ g mol}^{-1}$) apresentaram o mesmo pico base m/z 409, o qual foi atribuído a perda de $[\text{M}+\text{H}-\text{H}_2\text{O}]^+$. No entanto, foi possível diferenciá-los devido ao padrão de fragmentação no MS^2 com m/z 189 e m/z 218 (Figura 5) referente a cada composto, respectivamente (Tabela 2). A lupenona (3) ($\text{C}_{30}\text{H}_{48}\text{O}$, $m = 424,7 \text{ g mol}^{-1}$) apresentou um pico base no MS^2 com m/z 407 (Figura 6) correspondente a perda de $[\text{M}+\text{H}-\text{H}_2\text{O}]^+$ (NAUMOSKA; VOVK, 2015).

Compostos	$[\text{M}+\text{H}]^+$	MS^2
Lupeol (1)	427	409, 313, 299, 285, 271, 257, 203, 191, 189
β -amirina (2)	427	409, 313, 299, 285, 271, 257, 218, 203, 191
Lupenona (3)	425	407, 367, 355, 337, 311, 217, 191, 161, 121

Tabela 2: Fragmentação dos compostos 1, 2 e 3 por (+) APCI-IT-MS

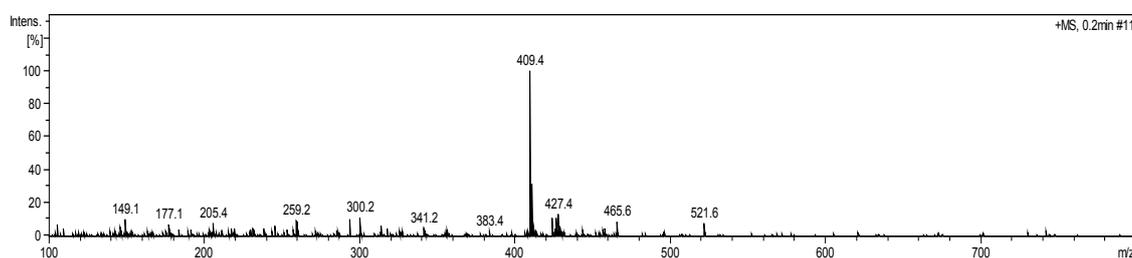


Figura 4: Perfil químico da mistura 1+3 por (+) APCI-IT-MS

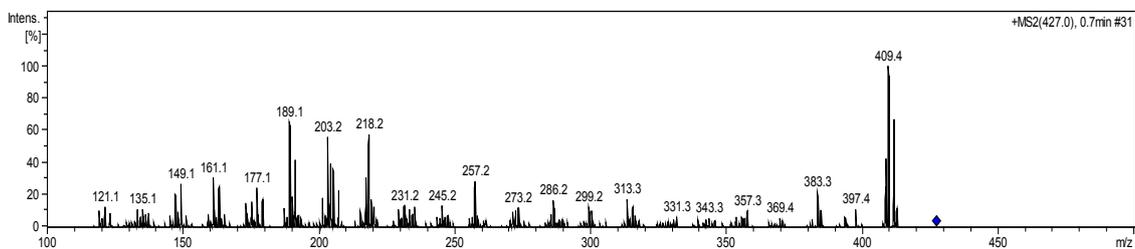


Figura 5: Espectro de massas MS² do íon *m/z* 427 (compostos 1 e 2)

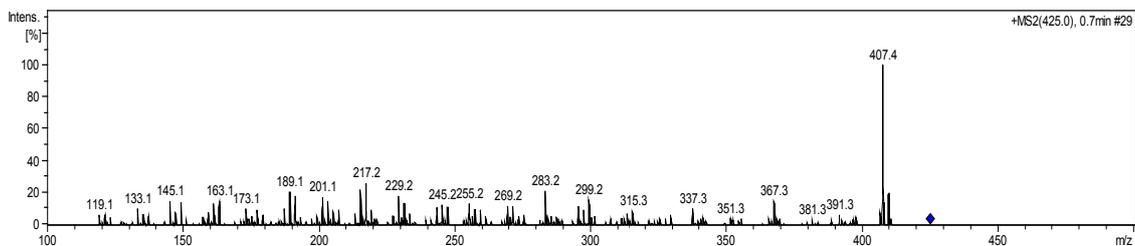


Figura 6: Espectro de massas MS² do íon *m/z* 425 (composto 3)

O grupo HP-34 foi analisado por CG-EM após sililação com BSTFA. Essa estratégia tem se mostrado vantajosa na análise cromatográfica identificando compostos que contêm grupos hidroxila e carboxila. Os padrões de fragmentação dos derivados sililados correlacionam-se bem com os compostos não sililados, desta forma, o padrão de fragmentação de massa de cada sinal foi comparado com dados da literatura, para fazer a identificação estrutural do composto.

A análise por CG-EM do grupo HP-34 sililado (Figura 7), resultou no cromatograma de íons totais apresentando um único pico com o tempo de retenção de 49,830 min e abundância relativa de 100%. O composto correspondente ao pico apresentou íon molecular de *m/z* 586 (Figura 8, Tabela 3). Os fragmentos com *m/z* 189 e *m/z* 203 (Figura 9) e suas abundâncias relativas indicaram a estrutura do lupano com cadeias laterais insaturadas. O MS do composto 4 (Figura 9) apresentou o íon do fragmento em relação à perda do grupo HOTMS com *m/z* 496. Tal informação foi confirmada pela presença dos íons em *m/z* 306 (203+CH₂OTMS) e *m/z* 279 (189 + HOTMS) relacionados aos fragmentos dos anéis C * DE e ABC *, respectivamente. Os MS de compostos sililados apresentam íons, como *m/z* 73, produzidos pelo trimetilsilano (TMS) [(CH₃)₃Si]⁺, bem como aqueles relacionados à perda do grupo metila (15 Da). Os derivados sililados mostraram a perda de fragmentos neutros com 90 Da (TMSOH) e 118 Da (HCOOTMS). A comparação dos espectros de massas correspondente com os dados da literatura (SANTOS et al, 2018), permitiu identificar a substância 4 como lup-20 (29)-eno-3β, 28-diol, conhecida como betulina.

Composto	Tr (min)	Ar (%)	M ⁺	MS (m/z)
BetulinaTMS (4)	49,830	100	586	571, 496, 483, 393, 306, 293, 279, 216, 203, 189, 135, 95, 73

Tabela 3: Fragmentação do grupo HP-34 da fração hexânica dos galhos de *P. insignis*.

Ar= Área relativa; Tr= Tempo de retenção

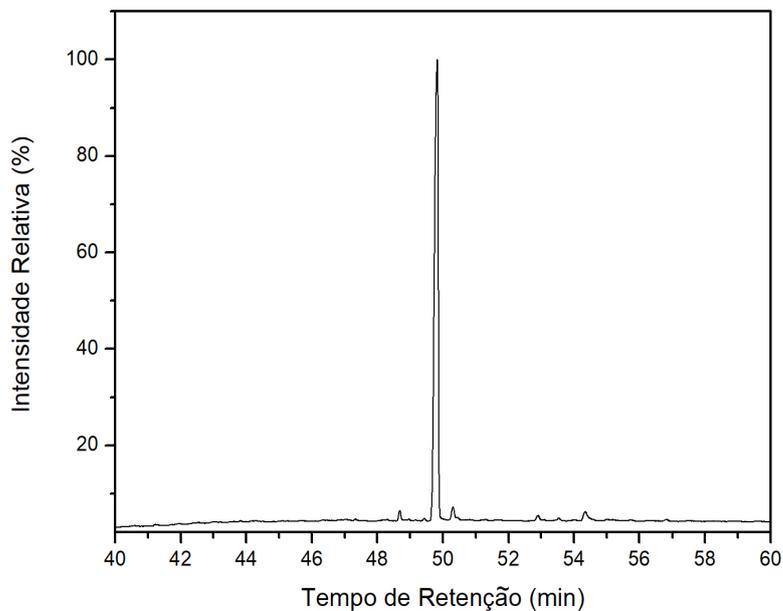


Figura 7: Cromatograma de íons totais do grupo HP-34

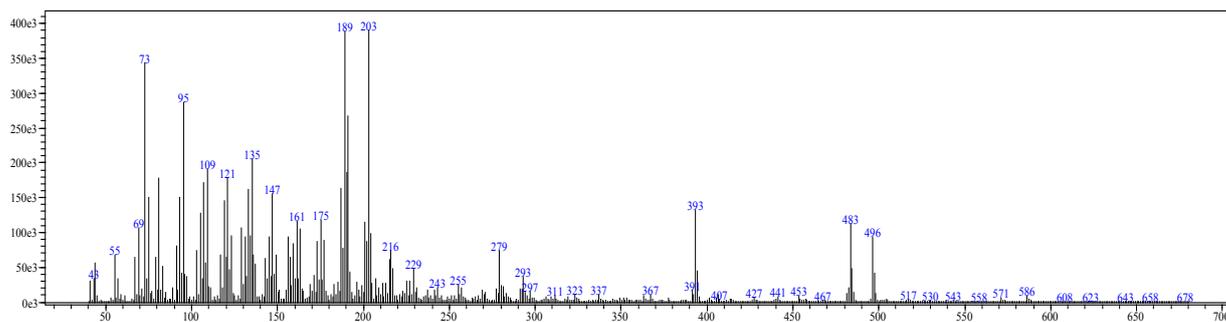


Figura 8: Espectro de massas da Betulina (4)

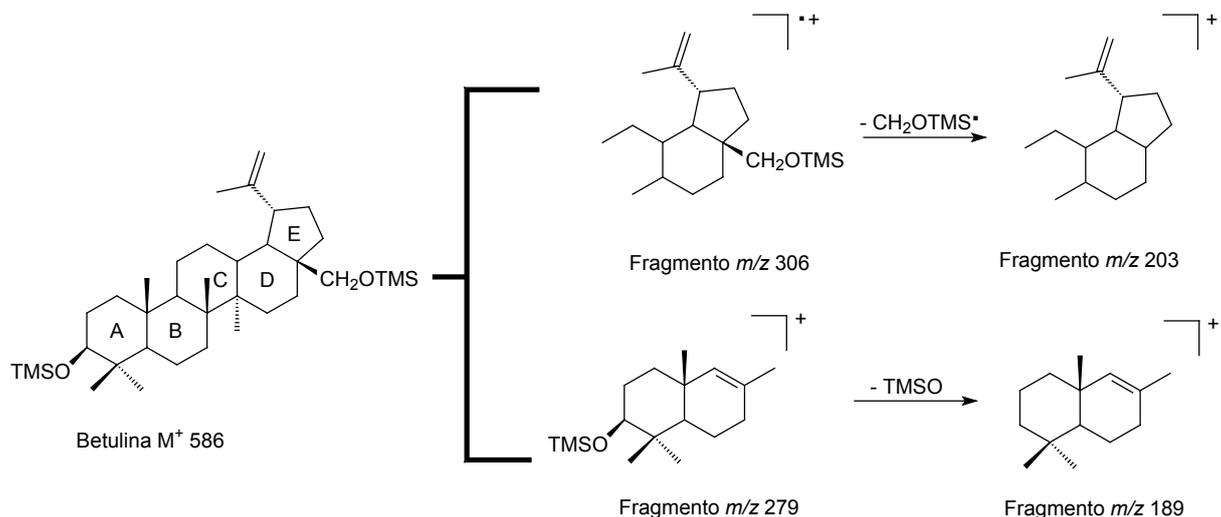


Figura 9: Proposta de fragmentação da Betulina (4)

Betulina, lup-20 (29) -eno-3, 28-diol, também conhecida como betulinol, é um álcool triterpênico pentacíclico com um esqueleto de lupano. As características estruturais comuns do esqueleto do lupano são o seu anel E de cinco membros e o grupo isopropilideno. A betulina pode ser isolada de outras fontes em pequenas quantidades, o isolamento em escala industrial é a partir das casca de *Betula alba* córtex. Estudos nas posições C-3 e C-28 demonstram que modificações químicas simples da estrutura parental da betulina podem produzir derivados potencialmente importantes, que podem atuar como drogas antitumorais. Normalmente, os compostos mais citotóxicos apresentam ampla atividade citotóxica contra várias linhagens diferentes de células cancerígenas (SAMI et al, 2006). Este triterpenoide foi isolado anteriormente nas espécies *Garcinia livingstonei*, *G. epunctata*, *G. hanburyi* e *Pentadesma grandifolia* pertencentes à família Clusiaceae (MULHOLLAND et al., 2013; FOTSO et al., 2014; REUTRAKUL et al., 2010; DJOUFACK et al., 2010). Sendo assim, isolada pela primeira vez no gênero.

4 | CONCLUSÃO

O estudo químico da fração hexânica dos galhos de *P. Insignis* possibilitou na identificação dos triterpenoides: lupeol (1), β-amirina (2), lupenona (3) e betulina (4). Os compostos 2, 3 e 4 estão sendo relatados no gênero *Platonia Insignis* pela primeira vez. Os resultados obtidos contribuem para o estudo fitoquímico dos galhos de *P.insignis*, o qual visa enriquecer o potencial químico deste gênero.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e CNPq pelo apoio financeiro e pela bolsa de R. A. Moreira e M. H. Chaves (302470/2018-2) e ao INCTBioNat (465637/2014-0)

REFERÊNCIAS

- ACUÑA, U. M.; JANCOVSKI, N.; KENNELLY, E. J. Polyisoprenylated benzophenones from Clusiaceae: potential drugs and lead compounds. **Current Topics in Medicinal Chemistry** v. 9, p. 1560-1580, 2009.
- ARAÚJO, E.C.E.; VALOIS, E.C.; FERREIRA, V.M. Bibliografia do bacuri (*Platonia insignis* Mart.). Teresina: **Embrapa Meio-Norte**, 1999.
- ARATANECEMUGE, Y.; HIBASAMI, H.; SANPI, K.; KATSUZAKI, H.; IMAI, K.; KOMIYA, T. Induction of apoptosis by lupeol isolated from mokumem (*Gossapinus malabarica* L. Merr) in human promyelotic leukemia HL-60 cells. **Oncology Reports**, v. 11, n. 7, p. 289-292, 2004.
- BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F.; COSTA, C.G.; GUIMARÃES, E. F.; LIMA, H.C. Sistemática das Angiospermas do Brasil. 2. ed. Viçosa, MG: **Editora UFV**, v. 1, 309p, 2002.
- CAVALCANTE, P. B. Frutas comestíveis da Amazônia. 6. ed. Belém: CNPq: **Museu Paraense Emílio Goeldi**, 279p, 1996.
- CLEMENT, C. R.; VENTURIERI, G. A. I.; NAGY, S.; SHAW, P. E.; WARDOWSKI, W. G. Bacuri and cupuaçu, fruits of tropical and subtropical origin: composition, properties and uses. Lake Alfred: **Florida Science Source Inc.**, p. 178-192, 1990.
- CUESTA-RABIO, O.; PICCINELLI, A.L.; RASTRELLI, L. Chemistry and biological activity of polyisoprenylated benzophenone derivatives. **Studies in Natural Products Chemistry**, v. 32, p. 671, 2005.
- DJOUFACK, G. L. N.; VALANT-VETSCHERA, K. M.; SCHINNERL, J.; BRECKER, L.; LORBEER, E.; ROBIEN, W. Xanthonés, biflavanones and triterpenes from *Pentadesma grandifolia* (Clusiaceae): structural determination and bioactivity. **Natural Product Communications**, v. 5, p. 1055-1060, 2010.
- FOTSO, G. W.; NTUMY, A. N.; NGACHUSSI, E.; DUBE, M.; MAPITSE, R.; KAPCHE, G. D. W. F.; MAROBELA, K. A.; NGADJUI, B. T.; ABEGAZ, B. M. Epunctanone, a new benzophenone, and further secondary metabolites from *Garcinia epunctata* Stapf (Clusiaceae). **Helvetica Chimica Acta**, v. 97, p. 957-964, 2014.
- JUNIOR, A. G.; FERREIRA, I.C.P.; NAKAMURA, C.B.; FILHO, B.P.D.; JACOMASSI, E.; YOUNG, M.C.M.; CORTEZ, D.A.G. Estudo morfo-anatômico das folhas e caule da *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae), uma contribuição ao estudo farmacognóstico da droga vegetal. **Acta Farm. Bonaerense**, v. 24, p. 371-6, 2005.
- LI, J.W.H.; VEDERAS, J. C. Drug Discovery and natural products: end of an era or an endless frontier. **Science**, v.325, p.161-165, 2009.
- LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F. DA & ALENCAR, I.C. Essências madeireiras da Amazônia. Vol. I e II. **INPA**, 1979.
- MAHATO, S. B.; KUNDU, A. P. ¹³C NMR spectra of pentacyclic triterpenoids-a compilation and some salient features. **Phytochemistry**, v. 37, n. 6, p. 1517-1575, 1994.
- MESQUITA, M. L.; PAULA, J. E.; PESSOA, C.; MORAES, M. O.; COSTA-LOTUFO, L. V.; GROUGNET, R.; MICHEL, S.; TILLEQUIN, F.; ESPINDOLA, L. S. Ciotoxic activity os brazilian Cerrado plants used in traditional medicine against câncer cell line. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 123, p. 439, 2009.
- MULHOLLAND, D. A.; MWANGI, E. M.; DLOVA, N. C.; PLANT, N.; CROUCH, N. R.; COOMBES, P. H. Non-toxic melanin production inhibitors from *Garcinia livingstonei* (Clusiaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 149, p. 570–575, 2013.

- NAUMOSKA, K.; VOVK, I. Analysis of triterpenoids and phytosterols in vegetables by thin-layer chromatography coupled to tandem mass spectrometry. **Journal of Chromatography**, v. 1381, p. 229–238, 2015.
- OLEA, R. S. G.; ROQUE, N. F. Análise de misturas de triterpenos por RMN de ¹³C. **Química Nova**, v. 13, n. 4, p. 278-723, 2008.
- PORTO, A. L. M.; MACHADO, S. M. F.; OLIVEIRA, C. M. A.; BITTRICH, V.; AMARAL, M. C. E.; MARSAIOLI, A. J. Polyisoprenylated benzophenone from clusia floral resins. **Phytochemistry**, v. 55, p. 755, 2000.
- PRYTZYK, E., DANTAS, A.P., SALOMÃO, K., DE CASTRO, S.L., PEREIRA, A.S., BANKOVA, V.S. AND AQUINO NETO, F.R. Flavonoids and trypanocidal activity of *Bulgarian* propolis. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 88, p. 189–193, 2003.
- REUTRAKUL, V.; ANANTACHOKE, N.; POHMAKOTR, M.; JAIPETCH, T.; YOOSOOK, C.; KASISIT, J.; NAPASWA, C.; PANTHONG, A.; SANTISUK, T.; PRABPAI, S.; KONGSAEREE, P.; TUCHINDA, P. Anti-HIV-1 and anti-inflammatory lupanes from the leaves, twigs, and resin of *Garcinia hanburyi*. **Planta Medica**, v. 76, p. 368-371, 2010.
- SAMI A, TARU MK, SALME K, JARI YK. Pharmacological properties of the ubiquitous natural product betulin. **Eur JPharm Sci**, v. 29, p. 1-13, 2006.
- SANTOS, P. F. P., GOMES, L. N. L. F., MAZZEI, J. L., FONTÃO, A. P. A., SAMPAIO, A. L. F., SIANIC, A.C., VALENTE, L. M. M. Polyphenol and triterpenoid constituents of *Eugenia florida* DC. (MYRTACEAE) leaves and their antioxidant and cytotoxic potential. **Quim. Nova**, v. 41, n. 10, p. 1140-1149, 2018.
- SILVA, A.P.S.C.L.; OLIVEIRA, G.L. da S.; ARAÚJO, L.C.; MELO, B.C.; SILVA FILHO, J.C.C.L.; SILVA, M. da C.P.O.; COSTA JÚNIOR, J.S. *Platonia insignis* Mart. com aplicações farmacológicas para o Sistema Nervoso Central: uma revisão. **Boletim Informativo Geum**, v.7, n. 2, p. 24-31, 2016.
- SOBRAL, I. S.; SOUZA NETA, L. C.; COSTA, G. A. N; GUEDES, M. L. S.; MARTINS, D.; CRUZ, F. G. Xantonas, triterpenos e atividade antioxidante antibacteriana do extrato em diclorometano de *Kielmeyera cuspidate saddi*, clusiaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, p. 686, 2009.
- VIERA-JÚNIOR, G. M.; SOUSA, C. M. L.; CHAVES, M. H. Resina de *Protium heptaphyllum*: isolamento, caracterização estrutural e avaliação das propriedades térmicas. **Química Nova**, v. 28, p. 183-187, 2005.

ECOFISIOLOGIA DE LAVOURAS CACUEIRAS NA REGIÃO DO XINGU: ESTUDO DE CASO EM MEDICILÂNIA/PA

Jonatas Monteiro Guimarães Cruz

Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus de Cametá. Cametá-Pará.

Fabício Menezes Ramos

Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus de Cametá. Cametá-Pará.

Luís Carlos Nunes Carvalho

Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus de Cametá. Cametá-Pará.

Possidônio Guimarães Rodrigues

Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus de Cametá. Cametá-Pará.

Patrícia Chaves de Oliveira

Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Campus Santarém, Santarém-Pará.

RESUMO: O estudo objetivou caracterizar o comportamento ecofisiológico de duas variedades de *Theobroma cacao* (TSH 1188 e CCN 51) cultivados em sistemas agroflorestais, em nitossolo vermelho, no município de Medicilândia/PA. Foram determinadas as taxas de fotossíntese, transpiração, condutância estomática, temperatura foliar e eficiência no uso da água, em tecidos foliares de cacau, no período de menor precipitação pluviométrica, além de uma análise e comparação do comportamento

ecofisiológico destas variedades sob dois níveis de luz. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados com cinco repetições. Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 2 x 2, sendo dois genótipos de cacau e duas intensidades luminosa (tecidos foliares a pleno sol e sombra) em nitossolo vermelho. Os resultados revelaram que existe uma diferença significativa ($p < 0,0001$) entre as variáveis fisiológicas encontradas em tecidos foliares a pleno sol e sombra, entre as duas cultivares, em nitossolo vermelho, com um bom desenvolvimento em ambientes sombreados (sombreamento parcial). A cultivares apresentaram boa adaptabilidade ao cultivo em nitossolo vermelho. Entretanto, o genótipo de cacau (CCN 51) apresentou as melhores taxas das variáveis fisiológicas, indicando ser a mais adaptada às condições de cultivo em Sistemas Agroflorestais.

PALAVRAS-CHAVE: Cacau, Genótipo, Sistemas Agroflorestais, Nitossolo Vermelho.

ECOPHYSIOLOGY OF CASSAIR CROP IN THE XINGU REGION: CASE STUDY IN MEDICILÂNIA /PA

ABSTRACT: The objective of this study was to characterize the ecophysiological behavior of two varieties of *Theobroma cacao* (TSH 1188 and CCN 51) cultivated in agroforestry systems,

in red soil, in the municipality of Medicilândia / PA. Photosynthesis, transpiration, stomatal conductance, leaf temperature and water use efficiency in cocoa leaf tissues during the period of least rainfall were determined, as well as an analysis and comparison of the ecophysiological behavior of these varieties under two light levels. The experimental design was completely randomized blocks with five replications. The treatments were arranged in a 2 x 2 factorial scheme, being two cocoa genotypes and two light intensities (leaf tissues in full sun and shade) in red nitossol. The results revealed that there is a significant difference ($p < 0.0001$) between the physiological variables found in leaf tissues in full sun and shade, between the two cultivars, in red soil, with good development in shaded environments (partial shading). Both cultivars showed good adaptability to cultivation in red soil. However, the cocoa genotype (CCN 51) presented the best rates of physiological variables, indicating to be the most adapted to the cultivation conditions in Agroforestry Systems.

KEYWORDS: Cocoa, Genotype, Agroforestry Systems, Red Nitossol.

1 | INTRODUÇÃO

Na busca incessante por alternativas produtivas que respeitem o meio ambiente e que valorizem o homem como componente fundamental de um sistema, os sistemas agroflorestais (SAF's) tendem a se consolidarem como um modelo de produção capaz de agregar determinados valores do "agronegócio" com os princípios da agricultura familiar. Contudo, conseguir alcançar os objetivos propostos por esta meta audaciosa, de fato, é um grande desafio.

Dentro desta perspectiva, modelos sustentáveis de base familiar, com lastro nesta ideologia, acabam sucumbindo por não compreenderem os mecanismos de sustentação destes sistemas, tão pouco a função de cada componente dentro do universo diverso que são os SAF's. Aliado a esta proposta, com vistas a auxiliar na compreensão e formação de SAF's produtivos com base nas características dos indivíduos envolvidos, a fisiologia vegetal aparece com uma ferramenta eficaz para o sucesso destes modelos. Através de análises relacionadas ao comportamento fisiológico dos componentes vegetais e da interação entre estes elementos e a atmosfera (Ecofisiologia), obtêm-se parâmetros que servirão de base para a tomada de decisão quanto ao manejo mais adequado para as culturas envolvidas, assim como definir, inclusive, os componentes ideais que poderão compor tal proposta.

Considerando tais proposições, uma alternativa que vem sendo difundida no interior da Amazônia são os SAF's de base cacaueteira. Estes sistemas têm combinado a diversificação de espécies florestais com o cultivo do cacau, sendo este o componente principal e produtivo da proposta. Estes modelos baseiam-se nos princípios da diversificação da produção, gerando renda nos diversos estratos do sistema, assim como respeitando os limites ambientais de sustentação do ecossistema formado. Não obstante, tem gerado renda para agricultores familiares, o que tem facilitado sua

difusão principalmente ao longo da BR-230 (Transamazônica) com maior expressão no município de Medicilândia/PA, Brasil, conhecida como Capital Nacional do Cacau.

Logo, a fim de aprimorar e aprofundar os conhecimentos acerca da cultura do cacau em SAF's, acreditando que este modelo é uma alternativa sustentável capaz de estabelecer um marco na transição de modelos convencionais para modelos produtivos que respeitem o meio ambiente, a proposta é caracterizar o comportamento ecofisiológico de duas variedades de *Theobroma cacao* cultivados em SAF's, com vistas a compreender melhor o funcionamento deste componente no sistema, assim como gerar parâmetros que servirão de base para adequar os tratamentos que porventura possam vir a ser necessários quando almejado o aumento da produtividade.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da Área de Estudo

O estudo foi realizado na propriedade familiar da Sra. Elisângela Trzeciak. A área está localizada no km 80 - Norte, a 15 km da faixa (BR - 230), no município de Medicilândia, mesorregião do sudoeste do Pará, entre as coordenadas 03°26` Sul, 052°53` Oeste (Figura 1). A principal fonte de renda desta propriedade é o SAF de base cacauceira.

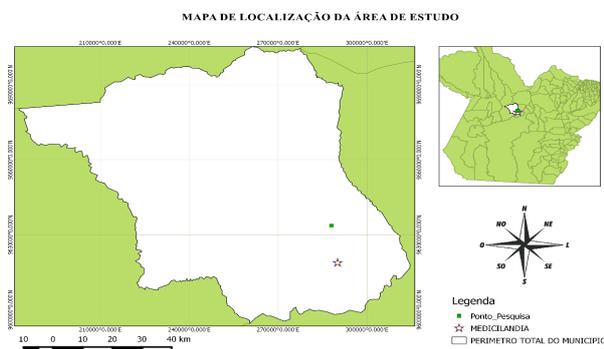


Figura 1- Mapa de localização da área de estudo - Medicilândia/PA/Brasil.

A região, de acordo com a classificação de Köppen (1948), possui clima do tipo Aw (Clima tropical, com inverno seco), com variabilidade anual de temperatura com médias entre 20 a 28°C, umidade relativa do ar em torno de 86% e a precipitação pluvial oscilando em torno de 2000 mm. Segundo o mapa temático do IBGE (2008), os solos predominantes na região são: Nitossolo Vermelho, Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Amarelo.

2.2 Material vegetativo e condições de Campo

O experimento foi conduzido em campo, sob um sistema agroflorestal diversificado já formado, constituído, predominantemente, pelo cultivo de cacau

(*Theobroma cacao* L. - Malvaceae) e por espécies florestais, como mogno africano (*Khaya ivorensis* - Meliaceae), mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King - Meliaceae), andiroba (*Carapa guianensis*) e outras essências. O estudo foi conduzido com árvores de cacau dos genótipos TSH 1188 e CCN 51 (Classificação segundo a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC), por ser de boa aceitação entre os cacauicultores da região e resistentes a vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*). Neste sistema, as árvores de cacau haviam sido plantadas no espaçamento de 3 x 3 m, totalizando, em média, 1.111 árvores por hectare. A sombra permanente é fornecida por espécies florestais, cujo sistema usa o mogno (Africano e Brasileiro), andiroba, com espaçamento médio de 21 x 21 m, conforme recomendado pela CEPLAC (2013). O solo estudado no sistema é classificado como Nitossolo Vermelho, conforme pesquisa desenvolvida pelo IBGE (2008).

2.3 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 2 x 2, sendo dois genótipos de cacau, TSH 1188 e CCN 51, e duas intensidades luminosa (tecidos foliares a pleno sol e sombra. Foi delimitada uma área (talhão) de estudo medindo 20 x 50 m (1000 m²), equivalente a 0,1 ha⁻¹, a fim de facilitar a marcação dos indivíduos que foram selecionados.

Não obstante, para dar melhor lastro a pesquisa, foram retiradas 20 amostras simples de solo, sendo homogeneizadas para formar uma amostra composta, nas profundidades de 0-20 cm. Após esta etapa, a amostra foi encaminhada para laboratório para serem realizadas análises químicas do solo. Como resultado, esta foi caracterizada quimicamente, conforme apresentado a seguir. A amostra apresentou os seguintes resultados:

RESULTADO DE ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO													
pH		Corg.	M.O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
H ₂ O	KCl	gkg ⁻¹	gkg ⁻¹	mgdm ⁻³	cmolc dm ⁻³							%	
5.31	5.36	13.00	22.41	10.39	0.11	7.0	1.50	0.09	3.46	8.61	12.07	71.33	1.03

Tabela 01. Resultado da análise química da amostra de Nitossolo Vermelho.

Para a determinação dos aspectos ecofisiológicos de fotossíntese ($A - \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$), transpiração ($E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática ($g_s - \text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e temperatura foliar ($T_f - ^\circ\text{C}$) foram selecionados, aleatoriamente, dez indivíduos de cacau, sendo (5 (cinco) da cultivar TSH 1188 e 5 (cinco) da cultivar CCN 51), apresentando aproximadamente 6 (seis) anos de idade, totalizando 20 (vinte)

indivíduos avaliados. Em cada genótipo de cacau, foram analisadas cinco folhas (repetição) completamente expandidas (maduras) e assintomáticas a doenças, assim como, a deficiências nutricionais ou sinais de herbivoria.

As medições das variáveis fisiológicas foram realizadas, em cada folha, com o auxílio de um medidor portátil de fotossíntese (LCpro, ADC Bioscientific LTDA., UK) e ocorreram no mês de julho (período mais seco na região) de 2017. Os dados foram coletados nos horários de 07:00 às 08:00 h, 11:00 às 12:00 h e 17:00 às 18:00h. Avaliou-se as taxas fotossintéticas ($A - \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$), de transpiração ($E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), de condutância estomática ($g_s - \text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e de temperatura foliar ($T_f - ^\circ\text{C}$). Com os dados obtidos, foi calculada a eficiência instantânea do uso da água (EUA), dada pela razão entre as taxas fotossintéticas e de transpiração ($EUA = A/E$).

2.4 Análise dos Dados

As análises dos dados foram realizadas com o auxílio do programa BioEstat (Ayres et al. 2007), versão 5.3 (BioEstat Software, Belém, Brasil). Para melhor interpretação e entendimento dos dados coletados, foi realizado, inicialmente, a estatística descritiva acerca dos parâmetros fisiológicos. Em seguida, foram realizadas análises de variância (ANOVA) fatorial a x b e análises de regressão com médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Para a verificação das diferenças fisiológicas encontradas, em nitossolo vermelho, foram realizadas análises multivariadas por meio da aplicação do teste de Hotelling para comparação das amostras de tecidos foliares a pleno sol e sombra.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos em tecidos foliares das variedades TSH 1188 e CCN 51, a pleno sol, revelaram maiores médias de fotossíntese quando comparadas as obtidas em tecidos foliares sombreados (Figura 2). Do ponto de vista matemático, houve uma pequena diferença entre as taxas fotossintéticas das duas cultivares, indicando que a variedade CCN 51 é um pouco mais eficiente do que a TSH 1188, quanto a absorção de radiação. O mesmo acontece quando analisamos os resultados obtidos nas duas cultivares em folhas sombreadas.

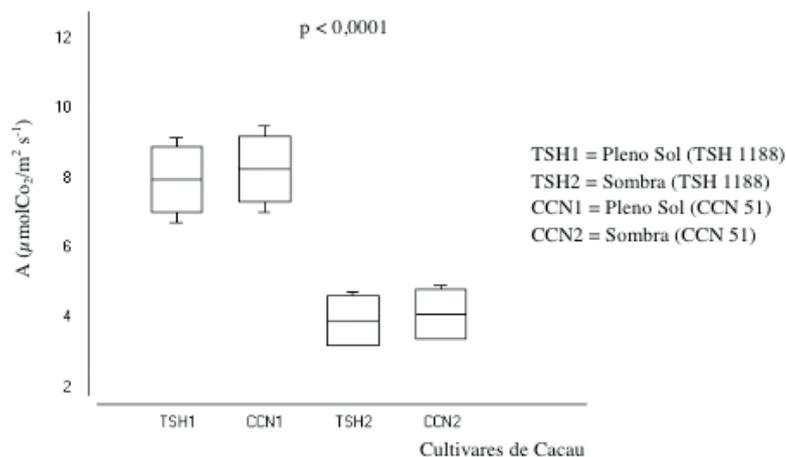


Figura 2 - Resultados da Fotossíntese ($A - \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{s}^{-1}$) obtidos em tecidos foliares de *Theobroma cacao*, variedades TSH 1188 e CCN 51 (Híbridos), a pleno sol ($Q = 1929 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e sombra ($Q = 63 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), cultivadas em sistemas agroflorestais, no horário de 11:00 a 12:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Não obstante, a análise de variância fatorial revelou que não houve diferença significativa, quanto a variação das taxas de fotossíntese, quando comparadas as cultivares TSH 1188 e CCN 51, em nitossolo vermelho, com $p = 0.5119$. Entretanto, quando observadas as variações encontradas nos tratamentos estabelecidos nas duas cultivares, relacionados a intensidade de luz (pleno sol e sombra), os resultados revelaram uma diferença estatisticamente significativa com $p < 0.001$.

As maiores taxas de fotossíntese (A) encontradas em tecidos foliares a pleno sol, quando comparadas a tratamentos com baixa intensidade luminosa, revelam que algumas plantas possuem a capacidade de se ajustarem, fisiologicamente, a ambientes com elevada radiação fotossinteticamente ativa - RFA (BARROSO, 2014). Contudo, por se tratar de um experimento realizado em sistema agroflorestal, mesmo obtendo médias relativamente altas de radiação no momento da coleta dos dados, as taxas obtidas ainda são superiores quando comparadas as encontradas em monocultivos que não possuem sombreamento definitivo e recebem grande quantidade de radiação durante todo o dia. O cacau é uma espécie de sub-bosque e requer sombreamento para melhor crescimento, desenvolvimento e produção das plantas (SOMARRIBA e BEER, 2011), pois menores níveis de incidência de luz resultam em maiores taxas fotossintéticas e trocas gasosas, o que possibilita maior disponibilidade de fotoassimilados para o crescimento e também para as rotas metabólicas de defesa (BARROSO, 2014).

A explicação para tal fato está atrelada, possivelmente, a etapa fotoquímica (fase clara) da fotossíntese, mais especificamente nos processos que ocorrem no fotossistema I. No interior das células vegetais, dentro dos cloroplastos, os tilacóides transformam energia luminosa em energia química. O fato de os tecidos foliares a pleno sol apresentarem maiores taxas de fotossíntese, ocorre devido estes receberem uma maior quantidade de radiação, fazendo com que as clorofilas (p700) se agitem

e liberem mais elétrons, gerando assim, mais energia na forma de NADPH (Molécula altamente energizada). Por sua vez, os tecidos foliares que estão na sombra recebem uma menor quantidade de radiação, apresentando assim taxas fotossintéticas mais baixas. A baixa intensidade de luz não é suficiente para manter a taxa máxima das reações luminosas, sendo ela a determinar a taxa de fotossíntese. As plantas adaptam-se ao crescimento sob luz solar direta ou em condições sombreadas. Numa mesma planta, as folhas que se desenvolvem à sombra são anatômica e metabolicamente diferentes das que crescem expostas à luz. Folhas de sombra normalmente são mais finas, têm maior área e contém mais clorofila que as folhas de sol. Como resultado, as folhas de sombra são normalmente mais eficientes a captar a luz a intensidades mais baixas (maior eficiência fotossintética), mas as folhas de sol apresentam pontos de saturação para a luz mais altos e taxa máxima de fotossíntese mais alta (CARVALHO, 2014).

Quanto a taxa de transpiração, observa-se que a cultivar CCN 51 apresenta menores médias que a cultivar TSH 1188, em nitossolo vermelho, revelando que a primeira variedade, possivelmente, transpira menos que a segunda (Figura 3).

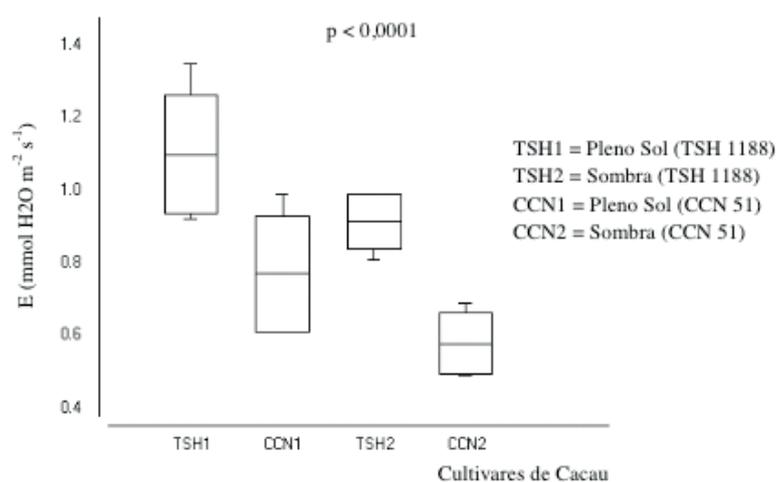


Figura 3 - Transpiração (E – $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) obtidos em tecidos foliares de *Theobroma cacao*, variedades TSH 1188 e CCN 51 (Híbridos), a pleno sol ($Q = 1929 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e sombra ($Q = 63 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), cultivadas em sistemas agroflorestais, no horário de 11:00 a 12:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Dentro desta perspectiva, os resultados obtidos através da análise de variância fatorial revelaram que as diferenças encontradas nas taxas transpiratórias são significativas em função dos tratamentos de intensidade luminosa, tecidos foliares a pleno sol e sombra, e das diferentes cultivares.

Considerando que o processo de transpiração controla a absorção e o movimento de água e sais minerais na planta, assim como é um fator importante na dissipação de energia (resfriamento) (AMORIM e VALLE, 1992), a cultivar CCN 51 demonstrou-se estar melhor adaptada a ambientes mais quentes e que recebem maior quantidade

de radiação, provavelmente, por possuir uma boa regulação estomática e ser menos suscetível a mudanças abruptas de temperatura, umidade relativa do ar e intensidade dos ventos. Resultados similares foram encontrados por Cabral et al. (2012), onde demonstraram que a cultivar CCN 51 apresenta mecanismos que evitam perdas demasiadas de água, possivelmente, pela regulação estomática. Como resultado semelhante, Carr e Lockwood (2011) também demonstraram que o cacau realiza o fechamento estomático como forma de evitar a perda de água, reduzindo assim, a transpiração.

Tais afirmações permitem pressupor que a variável “transpiração” é influenciada pela quantidade de radiação recebida, pelo solo em que a espécie se encontra e pelas diferentes cultivares. Dentre estes fatores, acredita-se que o principal seja o solo por estar mais correlacionado com a disponibilidade de água. O cacauzeiro é uma planta sensível ao déficit hídrico, pois nestas condições fecha seus estômatos para evitar a perda de água, o que acaba por reduzir a transpiração (CARR e LOCKWOOD, 2011).

Quanto a variável condutância estomática, a cultivar TSH 1188 sinaliza possuir um melhor controle estomático, pois apresentou menores valores deste parâmetro fisiológico. Contudo, a cultivar CCN 51, mesmo apresentando maiores taxas de condutância, fotossintetiza mais, compensando esta diferença. Tal fato evidencia uma maior eficiência no uso da água, razão entre a taxa fotossintética e a taxa transpiratória, pois esta cultivar consegue absorver uma maior quantidade de CO_2 liberando, apenas, uma pequena quantidade de água. Um estudo similar revelou que o cacau possui mecanismos de respostas que evitam a perda de água quando submetido à déficit hídrico e a variedade CCN 51 se destaca por apresentar melhores respostas quanto a regulação estomática (CABRAL et al., 2012).

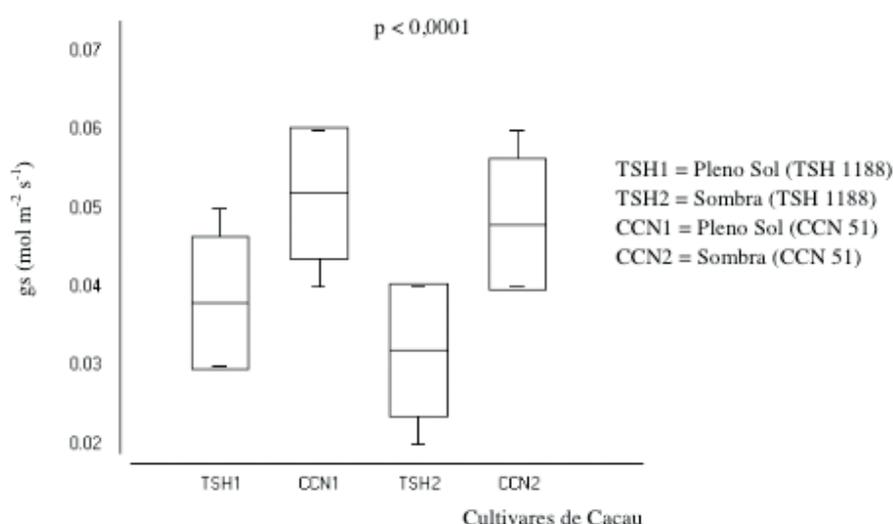


Figura 4 - Condutância Estomática ($\text{gs} - \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) obtidos em tecidos foliares de *Theobroma cacao*, variedades TSH 1188 e CCN 51 (Híbridos), a pleno sol ($Q = 1929 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e sombra ($Q = 63 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), cultivadas em sistemas agroflorestais, no horário de 11:00 a 12:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Quanto aos dados obtidos de temperatura foliar (Média de 37°C), os resultados encontrados foram homogêneos e não apresentaram variações significativas nas cultivares estudada.

Considerando os resultados apresentados acerca das análises descritivas e de variância fatorial, os dados, quando estudados por análises de regressão, revelaram o comportamento das variáveis fisiológicas durante o dia. Com vistas a uma melhor compreensão destas variáveis, foi fixado o tratamento a “pleno sol”, nas análises de regressão, por refletir as melhores condições da planta quanto ao pleno funcionamento dos processos fotoquímicos.

Neste caso, os resultados das análises de regressão para as taxas fotossintéticas obtidas em tecidos foliares de *Theobroma cacao*, nos genótipos TSH 1188 e CCN 51, em nitossolo vermelho, por meio do ajustamento de curvas, manifestaram-se com tendência a serem explicados por modelos estatísticos geométricos (Figura 5). Todavia, para a variável fotossíntese, estes não foram suficientemente capazes de explicar o comportamento fotossintético, pois apresentaram um coeficiente de determinação (R^2) relativamente baixo, não sendo possível, do ponto de vista estatístico, modelar o comportamento da fotossíntese durante o dia.

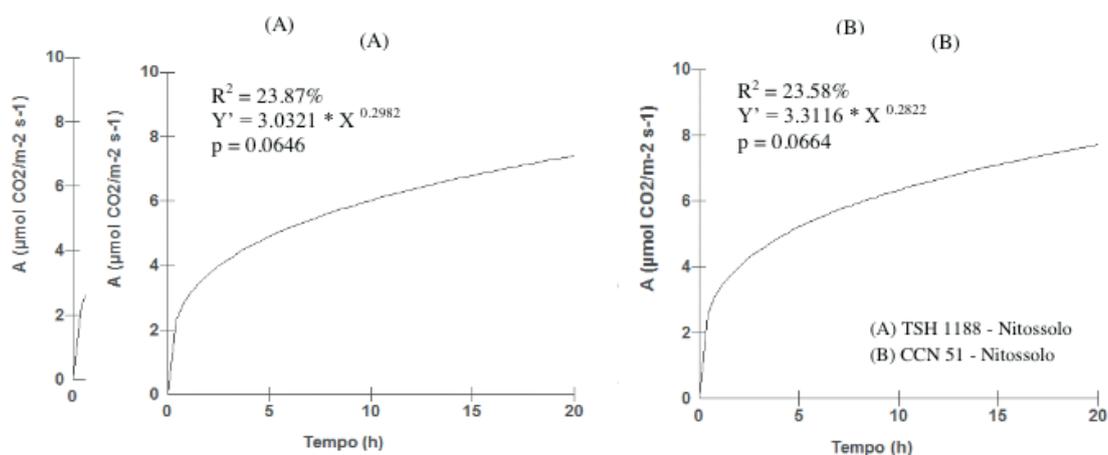


Figura 5 - Análise de Regressão para as taxas fotossintéticas A ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{s}^{-1}$) obtidos em tecidos foliares (pleno sol – $Q = 1953 \mu\text{mol}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de *Theobroma cacao* variedades TSH 1188 e CCN 51, cultivadas em sistemas agroflorestais, nos horários de 07:00 – 08:00; 11:00 - 12:00; 17:00 – 18:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Todavia, o mesmo não acontece com a variável transpiração. Quando avaliados os resultados obtidos pelas análises de regressão para as taxas transpiratórias, estes revelaram coeficientes de determinação mais expressivos e com $p = < 0.0001$ (Figura 6). Tal fato, permite afirmar que a variável fisiológica transpiração é bem representada pelo modelo estatístico de regressão geométrica, apresentando R^2 maiores que 70%.

Logo, é possível presumir que as taxas transpiratórias dos genótipos TSH 1188 e CCN 51 tendem a diminuir no decorrer no intervalo entre 07:00 h e 18:00 h. Este comportamento revela que as variedades de *Theobroma cacao* possuem

a capacidade de reduzir os efeitos do estresse hídrico nas horas mais quentes do dia. Segundo Isminio (2016), como forma de enfrentar o déficit hídrico, as plantas de cacau apresentam respostas fisiológicas para minimizar as perdas de água, tais como o fechamento estomático, que promove a redução da transpiração (E).

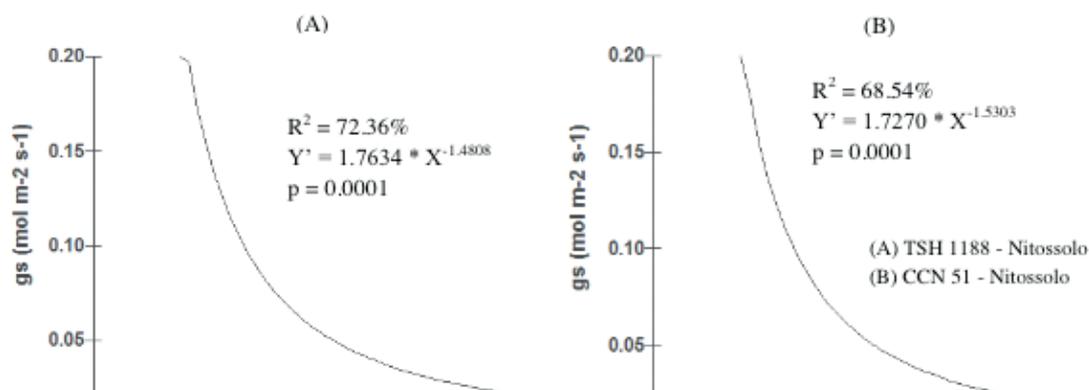


Figura 6 - Resultados da Análise de Regressão para as taxas de transpiração E ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) obtidos em tecidos foliares (pleno sol – $Q = 1953 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de *Theobroma cacao* variedades TSH 1188 e CCN 51, cultivadas em sistemas agroflorestais, nos horários de 07:00 – 08:00; 11:00 - 12:00; 17:00 – 18:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Quanto aos resultados obtidos pelas análises de regressão para as taxas de condutância estomática, o comportamento desta variável possui a mesma tendência negativa, com o avançar das horas, como ocorre na transpiração (Figura 7). Também apresenta coeficientes de determinação, em média, de 70% e $p = 0.0001$, o que legitima o modelo estatístico (Regressão Geométrica) que demonstra o desempenho das taxas de condutância estomática ao longo do dia, nos intervalos entre 07:00 e 18:00 h. Esta estratégia de mitigação dos impactos causados pelo estresse hídrico é decorrente de uma boa regulação estomática, a fim de controlar suas trocas gasosas e ao mesmo tempo manter as condições ideais para um pleno funcionamento de seus processos vitais.

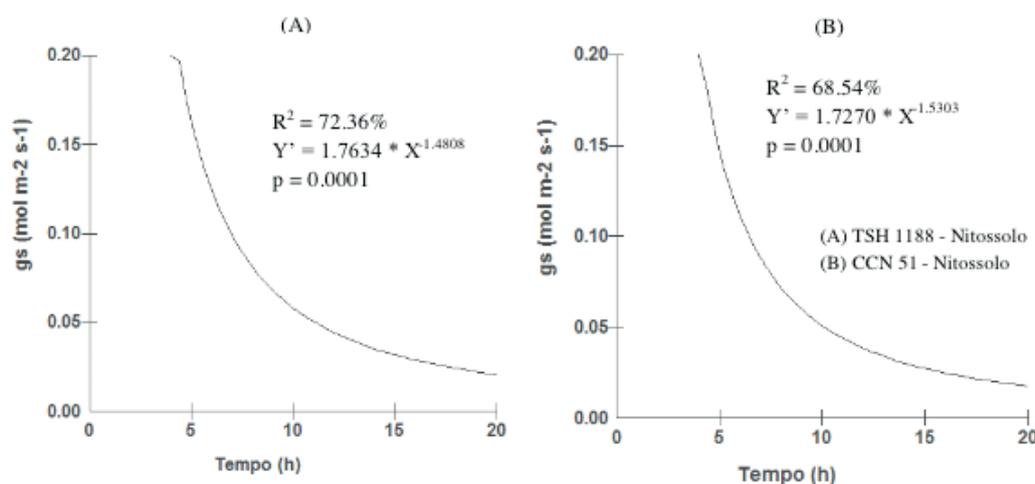


Figura 7 - Análise de Regressão para as taxas de condutância estomática g_s ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) obtidos em tecidos foliares (pleno sol – $Q = 1953 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de *Theobroma cacao* variedades TSH 1188 e CCN 51, cultivadas em sistemas agroflorestais, nos horários de 07:00 – 08:00; 11:00 - 12:00; 17:00 – 18:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Considerando todos os apontamentos anteriores, quando analisados a correlação entre duas variáveis fisiológicas, os resultados obtidos nas análises de regressão revelaram algumas informações relevantes. Quando correlacionadas as variáveis fotossíntese e condutância estomática, o comportamento destas tenderam a uma correlação negativa (Figura 8), ou seja, conforme os estômatos se abrem, há uma diminuição na taxa fotossintética. Os genótipos TSH 1188 e CCN 51 possuem uma boa regulação estomática, tendo essa característica como forma de proteção contra os efeitos do stress hídrico. Contudo, é notório que com o aumento da abertura dos estômatos, mesmo a planta absorvendo mais CO_2 , tenderam também a perder mais água para o meio, o que conseqüentemente, pode ter reduzido a atividade fotossintética.

Tal desempenho é explicado pelo modelo estatístico de regressão geométrica, pois mesmo apresentando um coeficiente de determinação relativamente baixo, em média de 50%, o modelo demonstrou ser bastante significativo com valores de $p < 0.004$. Este resultado foi encontrado em ambas as cultivares.

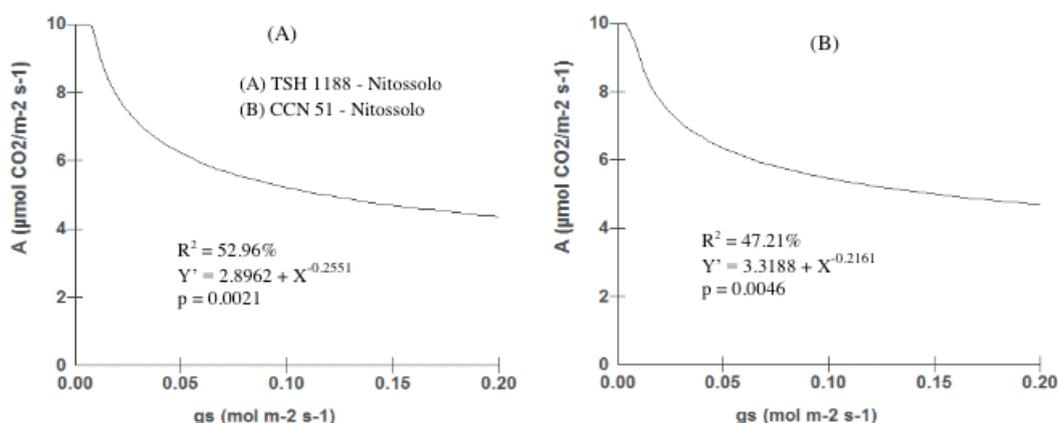


Figura 8 - Análise de Regressão entre as taxas fotossintéticas A ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$) e as taxas de condutância estomática g_s ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) obtidos em tecidos foliares (pleno sol – $Q = 1953 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de *Theobroma cacao* variedades TSH 1188 e CCN 51, cultivadas em sistemas agroflorestais, no horário de 11:00 - 12:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Quanto às análises de regressão entre as taxas fotossintéticas A ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$) e as de eficiência no uso da água “WUE” (Figura 9), foi possível entender o comportamento destas quanto à eficácia em fixar carbono transpirando uma menor quantidade de água. Plantas que possuem esta característica são mais adaptadas a ambientes extremos e com elevado estresse hídrico. Fortalecendo tal posicionamento, no cacauieiro, torna-se relevante a avaliação de parâmetros fisiológicos em condições de estresse hídrico para se verificar o comportamento e os mecanismos de tolerância de genótipos em períodos de déficit hídrico (ISMÍNIO, 2016).

Neste caso, as análises apresentaram resultados significativos com valores de $p < 0.002$ e com coeficiente de determinação, em média de 57 %, que por sua vez, remete ao modelo estatístico de regressão geométrica. Os dados também revelaram

que a cultivar CCN 51, em nitossolo vermelho, possui uma maior eficiência no uso da água, atingindo valores maiores que 20 (μmol de $\text{CO}_2/\text{m}^2 \text{ s}^{-2}$) / mmol de $\text{H}_2\text{O} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-2}$.

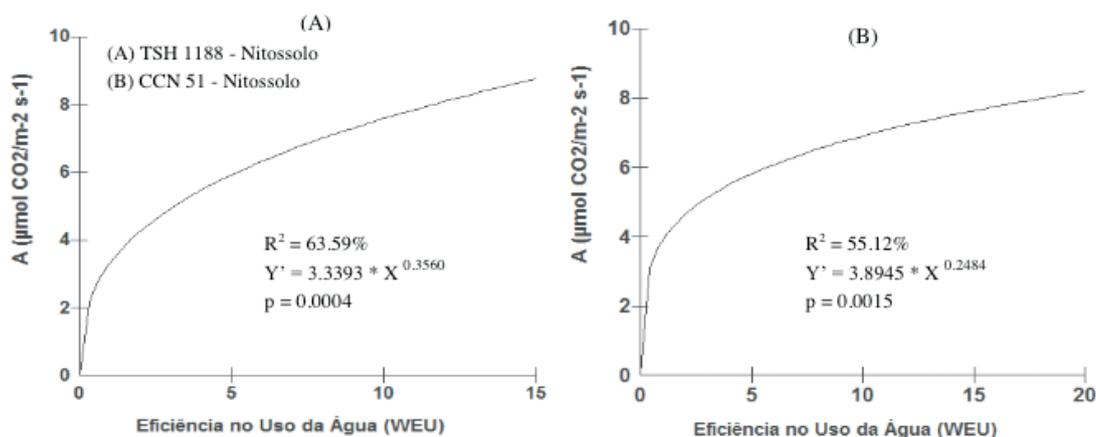


Figura 9 - Análise de Regressão entre as taxas fotossintéticas A ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$) e taxas de eficiência no uso da água “WUE” obtidos em tecidos foliares (pleno sol – $Q = 1953 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) de *Theobroma cacao* variedades TSH 1188 e CCN 51, cultivadas em sistemas agroflorestais, no horário de 11:00 - 12:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Ponderando acerca dos resultados obtidos através da análise de regressão entre as taxas de transpiração E ($\text{mmol H}_2\text{O} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e taxas de condutância estomática g_s ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), estes apontam para uma correlação positiva entre as variáveis (Figura 10). Com valores de $p < 0.0001$ e coeficientes de determinação (R^2) superiores a 72%, os valores tendem a serem explicados pelo modelo estatístico de regressão linear.

Pode-se observar que o comportamento destas variáveis foi homogêneo nas duas cultivares, confirmando que estas estão intimamente ligadas e possuem uma correlação positiva, ou seja, conforme, gradativamente, há um aumento na abertura dos estômatos, as trocas gasosas tendem a serem intensificadas com o meio, aumentando assim a transpiração. Tal teoria permite inferir também o contrário, pois quanto menor for a abertura estomática, menos água a planta perderá para a atmosfera. Segundo Isminio (2016), a relação dos estômatos com as trocas gasosas permite indicar o momento em que estômatos tendem a fechar para evitar perda de água pela transpiração.

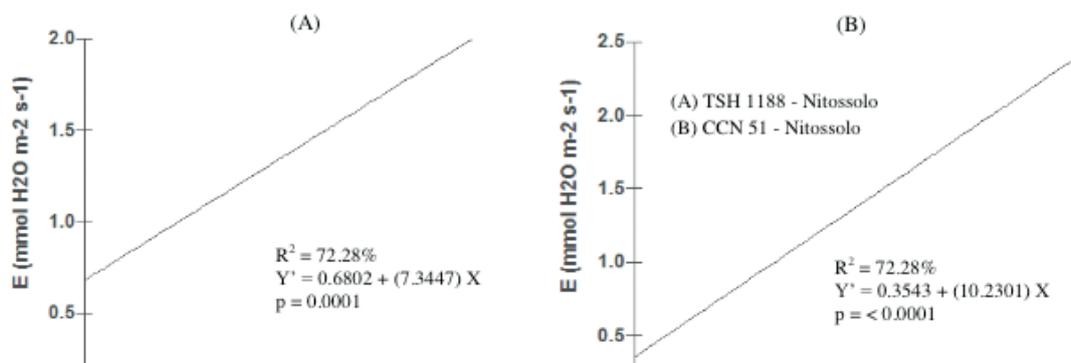


Figura 10 - Análise de Regressão entre as aaxas de transpiração E ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxas de condutância estomática gs ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) obtidos em tecidos foliares (pleno sol – $Q = 1953 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de *Theobroma cacao* variedades TSH 1188 e CCN 51, cultivadas em sistemas agroflorestais, no horário de 11:00 - 12:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Quanto aos resultados obtidos através da análise de regressão entre a condutância estomática e a eficiência no uso da água, o comportamento destas variáveis possuem uma tendência de correlação positiva, representada por modelos de regressão geométrica (Figura 11). Dentro desta perspectiva, os resultados obtidos revelaram que a cultivar CCN 51, em nitossolo vermelho, é a mais eficiente no uso da água. Não obstante, revela também a característica de possuir uma menor abertura estomática nos horários mais quentes do dia.

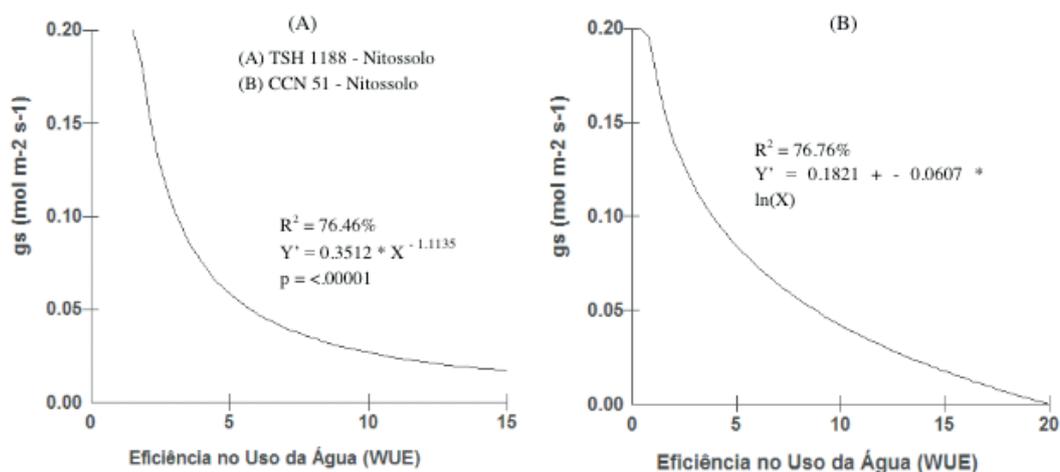


Figura 11 - Análise de Regressão entre as taxas de condutância estomática gs ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxas de eficiência no uso da água “WUE” obtidos em tecidos foliares (pleno sol – $Q = 1953 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) de *Theobroma cacao* variedades TSH 1188 e CCN 51, cultivadas em sistemas agroflorestais, no horário de 11:00 - 12:00, em Nitossolo Vermelho, Medicilândia/PA/Brasil.

Considerando todas as ponderações feitas acerca dos parâmetros fisiológicos estudados em tecidos foliares de *Theobroma cacao*, variedades TSH 1188 e CCN 51, foi perceptível que os resultados manifestaram diferenças peculiares, entre os genótipos, quanto ao comportamento das variáveis fisiológicas em folhas de sol e de sombra. Contudo, essas diferenças foram encontradas através de análises pontuais,

dificultando a percepção destas em uma análise global do sistema. Logo, para melhor compreensão dos dados obtidos, estes foram submetidos à análise multivariada, por meio do teste de Hotelling, para comparação das taxas de Fotossíntese (A), Transpiração (E) e Condutância Estomática (gs), no horário de 11:00 às 12:00 (Horário de maior incidência dos raios solares).

Os resultados revelaram que, através de uma análise sistêmica acerca dos três principais processos químicos estudados, existe uma diferença significativa ($p < 0.0001$) entre as variáveis fisiológicas encontradas em tecidos foliares a pleno sol e sombra, assim como entre cultivares.

Tais resultados tem seu lastro alicerçado nos princípios fundamentais da fisiologia vegetal, indicando que os genótipos de cacau (TSH 1188 e CCN 51) possuem estruturas pouco diferenciadas quanto a absorção de energia luminosa. Neste caso, quando analisado as peculiaridades de cada cultivar, é notório a diferença entre os tecidos foliares a pleno sol e sombra, principalmente no quesito fotossíntese, onde as folhas de sombra apresentam as menores taxas desta variável. Não significa dizer que as folhas que recebem uma menor quantidade de radiação não são fundamentais para a planta, pelo contrário, possuem a importante função de contribuir com a regulação térmica no interior do vegetal, pois apresentam uma maior abertura estomática, que por sua vez, permite uma maior eficiência nas trocas gasosas. Por outro lado, os tecidos foliares a pleno sol, por receberem uma maior quantidade de radiação, apresentaram as maiores taxas fotossintéticas, resultando uma maior disponibilização energia pelos fotossistema II e I (ATP e NADPH).

4 | CONCLUSÃO

O comportamento ecofisiológico dos genótipos de *Theobroma cacao*, TSH 1188 e CCN 51, apresentaram características semelhantes. Enquanto que as taxas fotossintéticas, transpiratórias e de condutância estomática revelaram que ambas as cultivares se desenvolvem bem em ambientes sombreados (sombreamento parcial) dentro de um sistema diversificado. Não obstante, as cultivares de cacau TSH 1188 e CCN 51 apresentaram boa adaptabilidade ao cultivo em nitossolo vermelho. Contudo, o genótipo de cacau CCN 51 apresentou as melhores taxas das variáveis fisiológicas estudadas, indicando que esta é mais adaptada às condições de cultivo em sistemas agroflorestais.

5 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Laboratório de Estudos dos Ecossistemas Amazônicos da UFOPA, pelo fornecimento de equipamentos e suporte técnico para a realização do experimento. Agradecemos também a Sra. Elisângela Trzeciak por disponibilizar sua propriedade para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, S.M.C.; VALLE, R.R. **Efeito da Temperatura Radicular na Resistência ao Movimento de Água no Cacaueiro (*Theobroma Cacao* L.)**. Acta Botanica Brasilica, v. 6, p. 55-64, 1992.
- BARROSO, J.P. **Respostas de genótipos de cacau à intensidade de luz, avaliados por meio da fotossíntese, ultraestrutura e composição química foliar**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2014.
- CABRAL, G.A.; OLIVEIRA, A.S.; VELLAME, L.M.; JÚNIOR, L.S.F.; PAZ, V.P.S. **Fluxo de Seiva de Cacau, sob Condição de Sequeiro, pelo Método de Sonda de Dissipação Térmica**. INOVAGRI – International Meeting, Fortaleza, 2012. Disponível em: <<http://www.inovagri.org.br/meeting2012/wp-content/uploads/2012/06/Protocolo153.pdf>>. Acesso em: 21 de outubro de 2017.
- CARR, M.K.V.; LOCKWOOD, G. **Water relations and irrigation requirements of cocoa (*Theobroma cacao* L.): a review**. Experimental Agriculture, v. 47, p. 653–676, 2011.
- CARVALHO, L.C.M.F. **Fisiologia Vegetal: Taxa de Fotossíntese e Problemas**. Lisboa, Portugal, 2014. Disponível em: <<https://fenix.isa.ulisboa.pt/qubEdu/conteudos-publicos/ficheiros?oid=3972844763476>>. Acesso em: 21 de outubro de 2017.
- CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira). **Manual técnico do cacaueiro para a Amazônia brasileira**. CEPLAC/SUEPA, Belém, 2013, 180 p.
- IBGE. **Diretoria de Geociências, Pedologia, Mapa Esquemático de Solos**, 2008. Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/tematicos/solos>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2018.
- ISMÍNIO, P.L. **Potencial Hídrico Foliar, Trocas Gasosas E Crescimento Em Genótipos De Cacau De *Theobroma Cacao* Submetidos À Deficiência Hídrica E Adubação**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, 2016, 87 p.
- KÖPPEN, W.P. **Climatologia**. Cidade do México, Buenos Aires: Fundo de Cultura Econômica. 1948, 479 p.
- SOMARRIBA, E.; BEER, J. **Productivity of *Theobroma cacao* agroforestry systems with timber or legume service shade trees**. Agroforestry Systems, v. 81, p. 109-121, 2011.

EFEITO DE MALHAS COLORIDAS E POLÍMERO HIDROABSORVENTE NO TEOR DE CLOROFILAS EM PLANTAS MELANCIA

Breno de Jesus Pereira

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP/FCAV
Jaboticabal – SP

Gustavo Araújo Rodrigues

Agência de Fomento do Estado da Bahia – DESENBAHIA
Salvador – BA

Fredson dos Santos Menezes

Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC
Ilhéus – BA

RESUMO: A melancia (*Citrullus lanatus*) é uma das mais importantes olerícolas produzidas e consumidas no Brasil, principalmente na região Nordeste. Em áreas de elevada temperatura, o uso de malhas de sombreamento coloridas reduz a quantidade de energia radiante e interfere nas taxas fotossintéticas das plantas. Ainda, a retenção de água e nutrientes proporcionada pelos polímeros hidroabsorvente também pode afetar a fotossíntese. Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de malhas de sombreamento e concentrações de polímero hidroabsorvente no teor de clorofila de plantas de melancia. O trabalho foi realizado em casa de vegetação, organizado experimentalmente no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x4, sendo três ambientes de cultivo (sol pleno; malha de cor preta e malha

fotoconversora de cor vermelha, ambas com 50 % de sombreamento) e quatro concentrações de polímero (0,0; 1,5; 3,0; 6,0 g L⁻¹ de substrato), constituído de cinco repetições por tratamento. Procedeu-se análises dos teores de clorofila a, b e total. O sombreamento utilizando malhas provoca decréscimo nos teores de clorofila e o uso de polímero hidroabsorvente na concentração 1,5 g L⁻¹ favorece o aumento destes em plantas de melancia.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrullus lanatus*, sombreamento, taxas fotossintéticas.

EFFECT OF COLORED NETS AND HYDRO-ABSORBENT POLYMER IN THE CONTENTS OF CHLOROPHYLL IN WATERMELON PLANTS

ABSTRACT: Watermelon (*Citrullus lanatus*) is an important oleraceous grown and consumed in Brazil, mainly in the northeast region. In high temperatures areas, the use of colored shading nets reduces the excessive solar radiation and step in the photosynthetic rates of plants. Furthermore, the retention of water and nutrients generated by hydro-absorbent polymers can also affect the photosynthesis. Thus, the aim of this work was to evaluate the influence of shading nets and hydro-absorbent polymer concentrations on the chlorophyll content of watermelon plants. The work was carried out in

a greenhouse, distributed in a completely randomized design, in a 3x4 factorial, with three cultivation environments (full sun, black net and photo-selective red net, both with 50 % shading) and four doses of polymer (0.0, 1.5, 3.0, 6.0 g L⁻¹ substrate), with five replicates per treatment. Chlorophyll a, b and total contents were analyzed. The shading using nets decreased the chlorophyll content and the use of hydro-absorbent polymer in the dose 1.5 g L⁻¹ favors the increase of these in watermelon plants.

KEYWORDS: *Citrullus lanatus*, shading, photosynthetic rates.

INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus*) é uma cucurbitácea de ciclo anual, que tem grande importância econômica e social no Brasil, sendo a quarta hortaliça mais produzida e consumida. O país é o quarto maior produtor mundial (FAO, 2017), e a região Nordeste lidera em termos de área plantada (36.970 hectares) e produção (663.458 toneladas) (IBGE, 2017).

O cultivo da melancia exige manejo relativamente simples e é realizado em sua maior parte pela agricultura familiar (SOUZA, 2008). O destaque em produção no Nordeste se deve principalmente as condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da cultura na região, uma vez que, a temperatura adequada para o cultivo dessa olerícola varia de 23 a 28°C (EMBRAPA, 2010).

O uso de malhas de sombreamento coloridas, em locais de temperatura e luminosidade elevadas, reduz a quantidade de energia radiante e interfere nas taxas fotossintéticas da maioria das plantas (ARAUJO et al., 2006; SHAHAK, 2008; HENRIQUE et al., 2011). Os comprimentos de onda absorvidos pelos pigmentos variam em uma faixa espectral de 380 a 730 nm, sendo o vermelho (670 nm), o vermelho distante (730 nm) e o azul (380 nm) os que mais influenciam nas respostas foto seletivas das plantas (TAIZ et al., 2017). Assim, malhas de diferentes colorações favorece a qualidade da radiação que é transmitida às plantas no seu interior (RIBEIRO, 2014).

A incorporação de polímero hidroabsorvente pode ser uma alternativa para diminuir a quantidade de água utilizada na irrigação e, em condições de sequeiro, diminuir os riscos de déficit hídrico (AHMED, 2015). Além disso, a adição de polímero diminui as perdas de nutriente por lixiviação, facilitando a absorção destes pelas plantas e, conseqüentemente, pode proporcionar maior taxa fotossintética devido a absorção de nitrogênio (FAGUNDES et al., 2015; FELIPPE et al., 2016) propiciando melhor qualidade e maior sobrevivência no campo. Objetivou-se neste estudo avaliar o efeito do uso do hidrogel no plantio de mudas de *Eucalyptus benthamii* em vasos, relacionados com diferentes manejos hídricos, buscando fornecer informações sobre a eficiência do hidrogel simulando condições de campo. Foram utilizadas mudas de aproximadamente 25 cm de altura plantadas em vasos preenchidos com 4,5 L de solo. O experimento foi realizado em DIC, em esquema fatorial 2x3, com ausência

e presença de hidrogel relacionados aos manejos hídricos (irrigação somente no plantio, a cada 3 e 6 dias.

Ainda são poucos os trabalhos desenvolvidos com malhas em plantas de melancia. Também, não há relatos na literatura da associação de malhas fotoconversoras e polímero hidroabsorvente no cultivo de qualquer espécie. Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de três ambientes de luz e quatro concentrações de polímero hidroabsorvente no desenvolvimento inicial de plantas de melancia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de novembro de 2017 a janeiro de 2018, em casa de vegetação do setor de Solos e Nutrição Mineral de Plantas, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, (12° 39' 32" S; 39° 5' 9" O), localizada no município de Cruz das Almas, Bahia.

Para a formação das mudas, sementes certificadas de melancia, cultivar 'Crimson Sweet', foram plantadas em bandejas plásticas contendo areia lavada. Após a germinação e formação do primeiro par de folhas permanente, estas foram transplantadas para vasos com capacidade de 2,6 litros, sendo uma planta por vaso. O substrato utilizado foi composto de 90 % de areia lavada e 10 % de vermiculita, e as necessidades nutricionais foram supridas pela aplicação da solução completa de Hoagland & Arnon (1950). O polímero foi adicionado e homogeneizado ao substrato ainda seco.

Foi determinada a 'capacidade de vaso', equivalente da capacidade de campo para as culturas em vaso, no laboratório de Física do Solo, no setor de Solos e Nutrição Mineral de Plantas da UFRB, e através do ponto crítico de umidade procedeu-se o manejo da irrigação. Antes da implantação do experimento, obteve-se o peso dos vasos na 'capacidade de vaso' e no ponto crítico de umidade. Assim, as plantas foram regadas manualmente e a quantidade de água necessária para suprir a demanda hídrica da cultura após esta atingir o ponto crítico foi controlada por meio da pesagem diária dos vasos utilizando uma balança de analítica.

Os três ambientes de luminosidade (sol pleno; sombrite – 50 %; malha fotoconversora vermelha – 50 %) e as doses de polímero hidroabsorvente (0,0; 1,5; 3,0; 6,0 g L⁻¹ de substrato) determinaram os tratamentos. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x3, constituído de cinco repetições por tratamento. Aos 30 dias após o transplantio procedeu-se análises dos teores de clorofila a, b, determinadas nas folhas da parte apical, mediana e basal de cada planta com clorofilômetro Cloroflog Falker®, e total, obtida por meio da soma das clorofilas A e B.

Os dados foram submetidos a análises estatísticas utilizando o programa estatístico R (R TEAM, 2015) e as médias obtidas foram comparadas pelo teste Tukey

a 5% de significância. Verificou-se o efeito das diferentes doses de hidrogel por meio da análise de regressões polinomiais, as quais foram representadas graficamente utilizando o software SigmaPlot.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo dos ambientes de cultivo e das doses de polímero hidroabsorvente sobre os teores de clorofila a, clorofila b e clorofila total, sendo estes afetados, isoladamente. Porém, não houve efeito significativo da interação entre os fatores (Tabela 1).

Fontes de variação	GL			
	Quadrado médio			
	Clo A (ICF)	Clo B (ICF)	Clo total (ICF)	
Malhas	2	67,5**	40,9**	213,7**
Polímero	3	100,2**	38,6**	262,4**
Malhas*Polímero	6	5,3 ^{ns}	1,0 ^{ns}	10,2 ^{ns}
Resíduo	48	5,4	2,5	14,0
CV (%)		7,40	14,14	8,92

Tabela 1 – Quadrados médios e coeficientes de variação para os teores de clorofila A (Clo A), clorofila B (Clo B) e clorofila total (Clo total) de plantas de melancia em diferentes malhas de sombreamento e concentrações de polímero hidroabsorvente.

** – significativo a 1 % pelo teste F; * – significativo a 5 % pelo teste F; ^{ns} – não significativo; ICF – índice de clorofila Falker.

Em relação aos teores de clorofila a, b e total percebeu-se que as plantas a pleno sol apresentaram maior teor desses pigmentos, quando comparadas às expostas sob as malhas preta e vermelha (Tabela 2). Os resultados obtidos revelam que o sombreamento proporcionado pelas malhas não favoreceu o incremento desses pigmentos fotossintéticos, fundamentais para a captação de energia radiante pelas plantas. Segundo a Embrapa (2010), a intensidade de radiação e fotoperíodos prolongados é fundamental para o desenvolvimento e expansão foliar da melancia, o que explica a redução na produção de clorofilas quando sombreada.

Em diferentes espécies o sombreamento pode favorecer o aumento das concentrações de clorofilas, como mostram os resultados obtidos por Rego & Possamai (2006), Martins et al. (2010), Henrique et al. (2011) e Souza et al. (2011), porém, no caso da melancia, que é uma planta exigente a elevada intensidade luminosa, o sombreamento foi prejudicial à formação de clorofilas.

Ambientes	Clo a (ICF)	Clo b (ICF)	Clo total (ICF)
PS	32,85 a	12,77 a	45,52 a
MP	30,58 b	10,78 b	41,37 b
MV	29,21 b	9,86 b	39,08 b

Tabela 2 – Valores médios (Tukey 5 %) do efeito isolado das diferentes malhas de sombreamento sobre os teores de clorofila A (Clo A), clorofila B (Clo B) e clorofila total (Clo total) de plantas de melancia ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade; ICF – índice de clorofila Falcker.

Houve efeito linear negativo das concentrações do polímero sobre o acúmulo de clorofila a, b e total (Figuras 1 e 2). Todavia, observou-se um acréscimo no teor destes pigmentos da concentração 0 g L⁻¹ para 1,5 g L⁻¹, representando, em percentagem ganhos de 6 %, 7,5 % e 6 % em cada variável, respectivamente. O aumento no teor de clorofila quando utilizado 1,5 g L⁻¹ do polímero pode ser atribuído à maior disponibilidade e absorção de nutrientes, conseqüentemente, proporcionando maior taxa fotossintética devido a maiores concentrações de nitrogênio, o qual desempenha funções importantes na síntese e formação desses pigmentos.

Fagundes et al. (2015) constataram que a presença do polímero, em baixas concentrações, contribui para diminuir as perdas de nutrientes por lixiviação e favorece a absorção destes pelas plantas. Em solos com disponibilidade de água adequada, a concentração de nutriente prontamente disponíveis para serem absorvidos é maior (FELIPPE et al., 2016) propiciando melhor qualidade e maior sobrevivência no campo. Objetivou-se neste estudo avaliar o efeito do uso do hidrogel no plantio de mudas de *Eucalyptus benthamii* em vasos, relacionados com diferentes manejos hídricos, buscando fornecer informações sobre a eficiência do hidrogel simulando condições de campo. Foram utilizadas mudas de aproximadamente 25 cm de altura plantadas em vasos preenchidos com 4,5 L de solo. O experimento foi realizado em DIC, em esquema fatorial 2x3, com ausência e presença de hidrogel relacionados aos manejos hídricos (irrigação somente no plantio, a cada 3 e 6 dias, aumentando assim a eficiência de recuperação pela planta. Além disso, Furnali Júnior et al. (1996) verificaram correlação positiva entre doses de nitrogênio e teor de clorofila, o que comprova que a disponibilidade de nutrientes influencia no teor de clorofila e aumenta as taxas fotossintéticas.

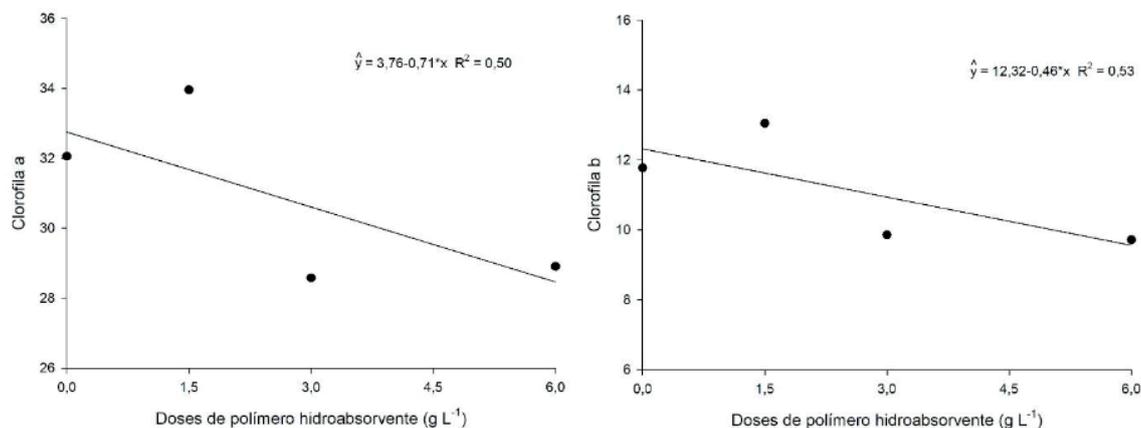


Figura 1 – Efeito isolado das concentrações de polímero hidroabsorvente sobre o teor de clorofila a e b das plantas de melancia.

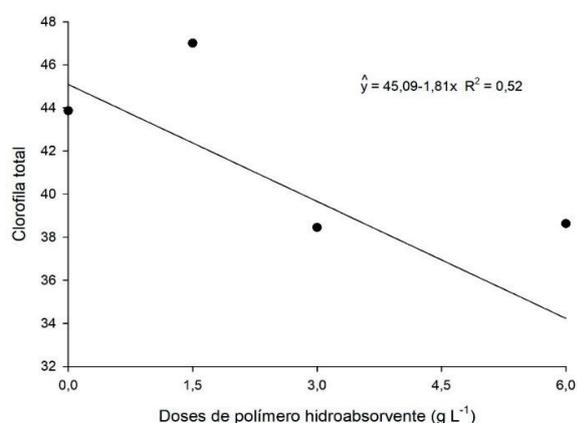


Figura 2 – Efeito isolado das concentrações de polímero hidroabsorvente sobre o teor de clorofila total das plantas de melancia.

O decréscimo no teor de clorofilas nas maiores concentrações do polímero pode ter sido ocasionado pelo excesso retenção de água e redução da aeração no substrato. Segundo Souza (2008), solos mal drenados e excesso de umidade prejudicam a respiração radicular, provocando amarelecimento da melancia, o que explica os resultados obtido.

CONCLUSÕES

O uso de polímero hidroabsorvente na concentração 1,5 g L⁻¹ favorece o aumento do teor de clorofila nas plantas de melancia.

O sombreamento utilizando malhas provoca decréscimo no teor de clorofila em plantas de melancia.

REFERÊNCIAS

AHMED, Enas M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. **Journal of Advanced Research**, v. 6, n. 2, p. 105–121, 2015.

ARAÚJO, José Ribamar Gusmão et al. Efeito do recipiente e ambiente de cultivo sobre o desenvolvimento de mudas de mamoeiro cv. Sunrise Solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 526-529, dez. 2006.

EMBRAPA. **Sistema de produção de melancia**. 2010. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/index.htm>>. Acesso em: 28/06/2019.

FAGUNDES, Miriã Cristina Pereira et al. Polímero hidroabsorvente na redução de nutrientes lixiviados durante a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 121-129, jan./mar., 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATION. **Food and agricultural commodities production**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 28/06/2019.

FELIPPE, Dionéia et al. Efeito do hidrogel no crescimento de mudas de eucalyptus BENTHAMII submetidas a diferentes frequências de irrigação. **Floresta**, v. 46, n. 2, p. 215–225, 2016.

FURLANI JÚNIOR, Enes et al. Correlação entre leituras de clorofila e níveis de nitrogênio aplicados em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 1, p. 171-175, 1996.

HENRIQUE, Paola de Castro et al. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 5, p. 458-465, maio 2011.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soils**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 1950.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal 2017**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 28/06/2019.

MARTINS, Joeferson Reis et al. Teores de pigmentos fotossintéticos e estrutura de cloroplastos de Alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. **Ciência Rural**, v. 40, n. 1, p.64-69, fev. 2010.

R Core Team (2015). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

REGO, Gizelda Maia; POSSAMAI, Edilberto Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 53, p. 179-194, jul-dez. 2006.

RIBEIRO, Suelen Francisca. **Influência de malha fotoconversoras nos aspectos anatômicos e fisiológicos de mudas de *Talisia esculenta* (A.St.-Hil) Radlk.** 2014. Dissertação (Mestrado em Botânica Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SHAHAK, Yosepha. Photo-selective netting for improved performance of horticultural crops. A review of ornamental and vegetable studies carried out in Israel. **Acta Horticulturae**, v. 770, n. 770, p. 161-168, 2008.

SOUZA, Flavio de França (Ed.). **Cultivo da melancia em Rondônia**. Embrapa Rondônia, Porto Velho, 2008. 103 p.

SOUZA, Girlene Santos et al. Crescimento, teor de óleo essencial e conteúdo de cumarina de plantas jovens de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) cultivadas sob malhas coloridas. **Revista Biotemas**, v. 24, n. 3, p. 1-11, set. 2011.

TAIZ, Lincoln et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre, Artmed, 2017.

CARACTERIZAÇÃO DE CLONES DE BATATA-DOCE MANTIDOS NO BANCO DE GERMOPLASMA DA EMBRAPA HORTALIÇAS

Rosa Maria de Deus de Sousa

Dra. Engenheira de Alimentos
Universidade de Brasília, Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária, programa
de pós-graduação em agronegócio- Propaga.
Brasília-DF, Brasil

Geovani Bernardo Amaro

Dr. Melhoramento de Plantas
Centro Nacional de Pesquisas em Hortaliças
-Embrapa CNPH, Brasília, DF, Brasil

José Ricardo Peixoto

Dr. Professor, pesquisador
Universidade de Brasília, Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília-DF,
Brasil

Michelle Sousa Vilela

Dra. Professora pesquisadora
Universidade de Brasília, Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília-DF,
Brasil

Paula Andreia Osorio Carmona

Dra. Engenheira de Alimentos
Universidade de Brasília, Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília-DF,
Brasil.

Karim Marini Thomé

Dr. Professor, pesquisador
Universidade de Brasília, Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária, programa
de pós-graduação em agronegócio- Propaga.
Brasília-DF, Brasil.

Iriane Rodrigues Maldonade

Dra. Ciência e Tecnologia de Alimentos,
Pesquisadora
Centro Nacional de Pesquisas em Hortaliças
-Embrapa CNPH, Brasília, DF, Brasil.

RESUMO: Estudos de determinação de divergência genética entre genótipos são ferramentas de grande importância em programas de melhoramento, auxiliando na identificação de genitores com considerável potencial produtivo. No entanto, pouco ainda se sabe sobre a capacidade combinatória de acessos de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) e sobre a adaptação a diferentes regiões do Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar características agrônômicas de clones de batata-doce mantidos no Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças. O experimento foi instalado utilizando o delineamento em blocos aumentados, com 100 tratamentos regulares e dois tratamentos comuns. Foram mensuradas 17 características morfoagrônômicas das raízes. O caráter produção total das raízes correlacionou-se positivamente com número total de raízes (0,96); número total de raízes com peso das raízes comerciais (0,79). Os 102 clones analisados apresentaram ampla variabilidade genética para as diferentes características avaliadas, principalmente para o

formato das raízes.

PALAVRAS-CHAVE: Parâmetros genéticos, descritores agronômicos, *Ipomoea batatas* L., caracterização agronômica.

CHARACTERIZATION OF SWEET POTATO CLONES FROM THE GERMPLASM BANK OF EMBRAPA HORTALIÇAS

ABSTRACT: Studies on the determination of genetic divergence among genotypes are important tools in breeding programs, contributing to the identification of genitors with considerable productive potential. However, little is known about the combinatorial capacity of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) accessions and about its adaptation to the different regions from Brazil. The objective of this study was to evaluate the morphoagronomic characteristics from sweet potato clones from the Germplasm Bank of Embrapa Hortaliças. The experiment was laid out as an augmented block design comprised of 100 regular treatments and two common treatments. 17 root characteristics were measured using descriptors for the respective roots. There was a positive correlation between total root yield and total number of roots (0.96) and between total number of roots and marketable root weight (0.79). The 102 clones analyzed presented broad genetic variability for the different characteristics evaluated, especially for root shape.

KEYWORDS: Genetic parameters, agronomic descriptors, *Ipomoea batatas* L., agronomic characterization.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, a batata-doce é cultivada na maioria das vezes por pequenos agricultores, podendo ser considerada uma das culturas mais antigas usadas na alimentação humana (MARCHESE et al., 2010). Devido ao seu elevado nível de ploidia, a batata-doce cultivada no território nacional apresenta grande diversidade fenotípica e genotípica, que precisa ser preservada e estudada para contribuir com futuros programas de melhoramento genético (DAROS et al., 2002).

Estudos sobre divergência genética entre acessos de uma cultura são importantes para analisar a variabilidade genética existente na coleção do melhorista, identificar materiais genéticos muito próximos ou duplicados e fornecer parâmetros para a escolha de genitores geneticamente diferentes que, ao serem cruzados, possibilitem maior efeito heterótico (OLIVEIRA et al., 2000).

A batata-doce possui um alto valor nutritivo, sendo um alimento energético devido ao elevado teor de amido. Algumas cultivares são ricas em carotenoides (NASCIMENTO et al., 2013).

É uma cultura considerada rústica devido à significativa resistência a determinados insetos e pragas, responde bem ao uso de fertilizantes, mas produz até mesmo em solos de baixa fertilidade e, muitas vezes, degradados. Desta forma,

o conhecimento da diversidade genética presente entre os acessos tem grande importância econômica, para o manejo e também para possibilitar o uso de materiais existentes em bancos de germoplasma, aplicando nos programas de melhoramento genético das espécies (GUEDES, 2004; SOBRAL et al., 2012; MANTOVANI et al., 2013).

A caracterização morfológica de acessos de um banco de germoplasma é normalmente a forma mais acessível de quantificar a diversidade genética. O incremento das atividades de coleta, de caracterização e de avaliação deve ser prioridade entre as estratégias de abordagem e de manejo dos recursos genéticos no Brasil (DAROS et al., 2002; RITSCHHEL et al., 2002; HUAMÁN; 1992; MOULIN et al., 2014).

O presente trabalho teve por objetivo caracterizar, com base em descritores morfoagronômicos, e estimar a divergência genética de clones de batata-doce mantidos no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Hortaliças em Brasília - DF.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos campos experimentais da Embrapa Hortaliças, localizada na BR-060, km 09, Brasília-DF. A área está localizada na latitude de 15°56'31" S, na longitude de 48°8'55" O e a uma altitude de 997 m sobre o nível do mar. Os experimentos foram plantados em solo latossolo vermelho-escuro.

Foram avaliados cem acessos e duas testemunhas pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF.

A análise química de fertilidade do solo, apresentou os seguintes resultados: pH (H₂O) = 4,8; H⁺ + Al⁺⁺⁺ = 4,2 cmol_c dm⁻³; Ca⁺⁺ = 1,8 cmol_c dm⁻³; Mg⁺⁺ = 1,1 cmol_c dm⁻³; P (Mehlich) = 1,1 mg dm⁻³; K⁺ = 122 mg dm⁻³ ou 0,31 cmol_c dm⁻³; matéria orgânica = 26 g dm⁻³; CTC = 7,43 cmol_c dm⁻³ e V = 43,5 %. Para a correção do solo foi realizada uma calagem com aplicação de 1,8 t ha⁻¹ de calcário dolomítico três meses antes do plantio e incorporado por meio de uma aração. O preparo do solo para o plantio foi realizado por meio de duas gradagens e a construção de leiras com 0,60 m de largura e 0,40 m de altura. As adubações de plantio foram realizadas com a distribuição e incorporação do equivalente a 600 kg ha⁻¹ da formulação NPK 4-30-16, nas leiras de plantio.

Delineamento experimental

O experimento foi instalado utilizando-se o delineamento em blocos aumentados de Federer (FEDERER, 1995), com cem tratamentos regulares (Tabela 1, de 1 a 100) e dois tratamentos comuns, as cultivares Beauregard e Brazlândia Roxa. Cada parcela constituiu-se de doze plantas, no espaçamento de 0,90 m x 0,30 m. A cultivar Beauregard foi utilizada como bordadura externa do experimento.

O plantio das mudas obtidas no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Hortaliças, foi realizado manualmente a partir de estacas vegetativas com três gemas cada uma, plantadas em bandejas de poliestireno expandido de 72 células (120 mL/célula), preenchidas com substrato comercial e mantidas em casa de vegetação. Uma semana após o plantio, efetuou-se o replantio das estacas mortas com o enterrio da metade da rama. A capina manual nas linhas de plantio foi realizada 30 dias após o plantio. Nas semanas em que a precipitação pluviométrica foi ausente ou insuficiente para o pleno desenvolvimento da cultura, foram realizadas irrigações por aspersão convencional com lâmina de 15 mm semanais.

Os experimentos foram conduzidos entre os meses de setembro a março, iniciando com o plantio nas bandejas, e finalizando com a colheita após seis meses de plantio no campo experimental da Embrapa Hortaliças

Foram considerados 17 descritores das raízes (agronômicos). As avaliações ocorreram no momento da colheita, foram escolhidas com base no trabalho de Huamán (1991, 1992), que apresenta os descritores morfológicos mínimos necessários para o registro institucional de cultivares de batata-doce.

Na avaliação das raízes, foram selecionadas três raízes por planta. Para se obter o peso das ramas, foram cortadas rente ao solo todas as ramas da parcela e pesadas, o que foi feito da mesma forma com as raízes. Para se obter a informação do peso da produção total, dos cem acessos e das duas testemunhas em cada um dos dez blocos, pesou-se todas as raízes e os valores expressos em $t\ h^{-1}$. Foram calculadas as médias das testemunhas de todos os blocos sendo apresentado a média das 20 repetições (100 genótipos mais a média das repetições das duas testemunhas nos dez blocos = 102 Tratamentos).

O diâmetro médio da raiz (DMR) foi obtido pela mensuração transversal da parte central da raiz, utilizando um paquímetro digital (Digimess®). O comprimento médio da raiz (CMR) foi obtido medindo-se o eixo longitudinal da raiz com o uso de uma régua plástica graduada, as leituras expressas em centímetros (cm).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância para cada caráter e as médias foram agrupadas por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade. As análises de correlação linear de Pearson, entre as variáveis, basearam-se na significância de seus coeficientes. Com a utilização dos caracteres quantitativos foram efetuadas análises de diversidade entre os acessos por meio de medidas baseadas na distância Euclidiana. Para o agrupamento hierárquico (AAH) foi obtido o dendrograma para os pares ordenados pela média aritmética não ponderada (UPGMA).

As análises estatísticas foram realizadas através do software R Core Team (2013). A partir dos componentes da variância, foram estimados os parâmetros genéticos de herdabilidade no sentido amplo (h^2) e os coeficientes de variação genética e ambiental para os caracteres estudados, utilizando-se o programa GENES

(CRUZ, 2013).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros genéticos referentes às raízes dos 102 genótipos de batata-doce encontram-se na Tabela 1.

Em relação à herdabilidade genética no sentido amplo (TABELA 1), os valores variaram de 27,59 (°Brix) a 91,19 (cor secundária da polpa), valores considerados de baixos a altos. Foi observada para a característica produção total de raízes em toneladas por hectare uma herdabilidade média de 86,11.

Conforme os resultados, pode-se afirmar que estes valores indicam existir influência ambiental, o que dificulta o processo de seleção. No estudo realizado por Vieira et al. (2009), foram encontrados valores de herdabilidade semelhantes a esta pesquisa: 0,94 para a característica comprimento da raiz de cenouras. Estes valores são considerados altos, indicando avanços significativos na seleção de material genético para este caractere. Amaro et al. (2017) argumentam que caracteres com baixa herdabilidade tendem a dificultar o processo de seleção, devido à grande influência do ambiente.

Analisando o coeficiente de herdabilidade (h_a^2) das características agronômicas consideradas importantes para a batata-doce, tais como cor predominante da raiz, cor predominante da polpa, formato da raiz e comprimento da raiz, pode-se constatar que estes descritores obtiveram herdabilidade acima de 60%. Desta forma, pode-se afirmar que a variação de ordem genética predominou sobre a ambiental para a maioria dos caracteres estudados (Tabela 3). Segundo Allard (1971) e Cruz & Regazzi (1994), as estimativas de herdabilidade, juntamente com o coeficiente de variação genética, oferecem uma melhor visão sobre o avanço genético a ser esperado com a seleção.

O valor da herdabilidade é obtido pela razão entre as variâncias genética e fenotípica e oscila entre zero e um. Se igual ao valor de uma unidade, o genótipo determina o fenótipo completamente e o ambiente não afeta a sua expressão. No entanto, se igual a zero, a causa da variabilidade fenotípica observada no caráter em seleção é decorrente do ambiente e não dos efeitos genéticos, sem ocorrência de correlação entre o valor genético e o valor fenotípico, desfavorecendo a seleção (RAMALHO et al., 2012).

Parâmetros	°Brix	CMR	CPP	CPR	CSP	DSR	DMR
h_s^2 (%)	27,59	64,16	68,85	64,89	91,19	60,34	70
CVg (%)	21,42	23,51	25,00	25,71	7,45	10,43	17,99
CVe (%)	18,62	16,56	20,36	23,36	8,08	11,23	21,99
CVg/CVe	1,15	1,41	1,22	1,10	0,92	0,93	0,82

Parâmetros	FR	ICP	NTR	PRC	PT	NRC
h_s^2 (%)	69,61	70	71	82,84	86,11	75,51
CVg (%)	18,05	22,99	12,99	10,26	14,69	9,37
CVe (%)	20,81	21,99	20,99	15,38	11,78	10,24
CVg/CVe	0,87	1,05	0,62	0,67	1,25	0,91

CMR - comprimento da raiz; CPP - cor predominante da polpa; CPR - cor predominante da raiz; CSP - cor secundária da polpa; DSR - defeito na superfície da raiz; DMR - diâmetro da raiz; FR - formato da raiz; ICP - intensidade da cor predominante; NTR - número total de raízes; PCMR - peso das raízes comerciais (t ha⁻¹); PT - produtividade total (t ha⁻¹); NRC - número de raízes comerciais.

Tabela 1. Parâmetros genéticos das características agrônômicas de 102 clones de batata-doce do Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças. Brasília-DF, 2018.

Resultados similares foram verificados por Cavalcante et al. (2009), que encontraram valores variando de 5,0 a 6,7 cm. Entretanto, estes autores caracterizaram apenas onze acessos de batata-doce.

Sabe-se que a classificação da batata-doce no mercado atacadista é caracterizada pela cor da casca, pela polpa, pela sua massa e pela sua qualidade e, geralmente, não se leva em consideração o comprimento e o diâmetro da raiz.

Seguindo o modelo sugerido por Shimakura & Ribeiro Júnior (2009), os valores das correlações podem ser interpretados como muito fracos quando os valores estiverem entre 0,00 e 0,19, fracos entre 0,20 e 0,39, moderados entre 0,40 e 0,69, fortes entre 0,79 e 0,89 ou muito fortes com valores entre 0,90 e 1,0. Esta classificação tem se mostrado mais adequada para avaliar as magnitudes das correlações.

Conforme dados apresentados na matriz de correlação de Pearson (TABELA 2), o caráter produção total das raízes correlacionou-se positivamente com número total de raízes (0,96); número total de raízes com peso das raízes comerciais (0,79); peso das raízes comerciais com produção total de raízes, comprimento das raízes e produção total (0,57). Os caracteres cor secundária da polpa e intensidade da cor predominante (0,54) correlacionaram-se moderadamente, assim como comprimento da raiz correlacionou-se moderadamente com produção total de raízes (0,57), número total de raízes (0,46) e com peso de raízes comerciais (0,52). Foram observadas correlações negativas entre algumas características: foi negativamente correlacionado entre o °Brix e o diâmetro da raiz (-0,28), notas de pragas e defeitos na superfície. Para o caráter notas de pragas, foram constatadas correlações negativas entre a maioria dos caracteres estudados, exceto para cor predominante da polpa e distribuição da cor secundária da polpa (TABELA 2). Este fato indica que a resposta correlacionada por meio da seleção indireta não será eficiente com as demais que são negativas.

Segundo Cruz & Carneiro (2003) em experimentos agrícolas, e particularmente

em programas de melhoramento de plantas, a mensuração de diversos caracteres é um procedimento comum. Para eles, estudos individuais dos caracteres e suas inter-relações poderão fornecer informações significativas, especialmente na identificação de caracteres para seleção indireta.

	PR	PT	NTR	PRC	NRC	CMR	DMR	FR	DSR	CPR	ICP	CSP	CPP	CSP	DCS	NP	^a Brix
PR	1	0.45*	0.52*	0.53*	0.48*	0.28	0.19	0.07	0.04	-0.07	0.12	-0.05	-0.07	0.08	0.17	-0.38*	-0.18
PT		1	0.96*	0.75*	0.35	0.57*	-0.07	-0.12	0.09	0.47*	-0.08	-0.38	0.22	-0.06	0.21	-0.08	0.23
NTR			1	0.79*	0.57*	0.46*	0.08	-0.03	0.13	0.39*	0.12	-0.20	0.19	-0.02	0.18	-0.19	0.14
PRC				1	0.75*	0.52*	0.21	0.06	0.19	0.18	0.11	-0.11	-0.02	-0.04	0.08	-0.17	0.01
NRC					1	0.12	0.51*	0.26	0.25	-0.10	0.51*	0.36*	-0.11	0.07	0.01	-0.36	-0.22
CMRC						1	0.05	0.13	0.05	0.21	-0.20	-0.36*	-0.12	-0.11	0.02	-0.15	0.29
DMR							1	0.04	0.40*	-0.23	0.38*	0.40*	-0.25	0.13	-0.06	-0.08	-0.28
FR								1	0.05	-0.23	0.23	0.24	0.06	0.17	0.10	-0.42	0.08
DSR									1	0.01	0.10	0.06	-0.13	0.01	-0.03	0.21	-0.16
CPR										1	-0.06	-0.18	0.35	0.11	0.21	0.03	0.25
ICP											1	0.54*	0.06	0.08	-0.04	-0.33	-0.15
CSP												1	-0.16	0.06	-0.14	-0.21	-0.41
CPP													1	0.37	0.44*	-0.19	0.29
CSP														1	0.74*	-0.24	0.08
DCS															1	-0.11	0.18
NP																1	-0.08
^a Brix																	1

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; PR- produção de ramos (t ha⁻¹); PT produtividade total (t ha⁻¹); NTR - número total de raízes; PRC - peso das raízes comerciais; NRC - número de raízes comerciais; CMR - comprimento das raízes (cm); DMR- diâmetro das raízes (cm); FR- formato das raízes; DSR - defeitos na superfície das raízes; CPR - cor predominante da raiz; ICP - intensidade da cor predominante; CPP - cor predominante da película; CSP - cor secundária da polpa; NP- notas de pragas das raízes de batata-doce.

Tabela 2. Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis morfológicas das raízes de clones de batata-doce. Embrapa Hortaliças. Brasília-DF, 2018.

Segundo Amaro et al. (2014), as estimativas dos coeficientes de correlação são úteis no entendimento de um caráter complexo, como a produção, mas elas não determinam a importância relativa das influências diretas e indiretas dos outros caracteres na produção. Isso porque a correlação entre duas características mede a associação entre ambas. De acordo com Barbetta et al. (2004), a força, a intensidade ou o grau de relação linear, entre duas variáveis aleatórias, podem ser medidos por meio do coeficiente de correlação linear de Pearson (r).

O coeficiente de correlação linear de Pearson, obtido a partir de amostras grandes, como foi neste estudo (102 clones), não necessariamente precisa apresentar alta magnitude (próximo de 1) para ser significativo, um coeficiente de correlação de Pearson próximo de zero pode ser considerado significativo; porém, pode não ser uma relação importante entre os caracteres, do ponto de vista prático. Alves et al. (2003), ao encontrarem coeficientes de determinação superiores a 0,5 para descritores de cupuaçuzeiro, afirmaram que esses valores reforçam a confiabilidade dos descritores. Segundo Amaro et al. (2017), para fins de melhoramento, é importante identificar, dentre as características de alta correlação com a variável básica, aquelas de maior efeito direto, no sentido favorável à seleção, de tal forma que a resposta correlacionada por meio da seleção indireta seja eficiente.

Conforme os resultados obtidos na análise de agrupamento realizada (FIGURA 1), foi constatada a formação de 16 grupos distintos, a presença de mais de um clone no mesmo grupo e foram verificados, em apenas um dos grupos, 62 clones,

considerando o ponto de corte (37,6), de acordo com as médias das distâncias, isso leva a concluir que existe uma grande possibilidade de existência de acessos duplicados entre o conjunto de materiais analisados. Pode-se inferir que a realização de cruzamentos entre estes clones pertencentes ao mesmo grupo pode reduzir a variabilidade genética para os caracteres quantitativos e qualitativos, o que é indesejável do ponto de vista do profissional melhorista.

No entanto, segundo Martins et al. (2012), os genótipos pertencentes aos grupos mais distantes dão um indicativo de serem dissimilares, podendo ser considerados promissores na escolha de progenitores para cruzamentos artificiais, com grande possibilidade de obter populações segregantes superiores. Os clones selecionados devem apresentar alta variabilidade e boa capacidade de combinação em razão da considerável distância genética, além de características interessantes para o melhoramento genético da batata-doce.

A utilização da distância genética por meio de caracteres típicos representa uma técnica auxiliar de grande importância nos programas de melhoramento genético de plantas, fornecendo informações úteis na caracterização, na conservação e na utilização dos recursos genéticos disponíveis. Na discussão dos resultados referentes a 17 características de 102 clones de batata-doce, tendo como base a média das distâncias, foi constatada a formação de quatro grupos com apenas um clone cada: primeiro grupo (CNP852); segundo grupo (CNP8769); terceiro grupo (CNP8774); e quarto grupo (CNP81262). Três grupos com dois clones: quinto grupo (CNP8953 e CNP81387); sexto grupo (CNP8959 e CNP81390); e oitavo grupo (CNP81282 e CNP81389). Três grupos com três clones cada: sétimo grupo (CNP81366, T2 e CNP8942); nono grupo (CNP81284, CNP81397 e CNP8768); e décimo primeiro grupo (CNP8916, CNP81265 e CNP8965). Cinco grupos com quatro clones cada: décimo grupo (CNP8877, CNP8959, CNP8906 e CNP8837); décimo segundo grupo (CNP81277, CNP8829, CNP8887 e CNP8871), décimo terceiro grupo (CNP8948, CNP81395, CNP8876 e CNP8904); e décimo quarto grupo (CNP8869, CNP81010, CNP8947 e CNP81369). Um grupo contemplando cinco clones, o décimo quinto grupo (CNP81261, CNP8878, CNP8908 e CNP8961) e, por fim, um grande grupo, o décimo sexto, contemplando o restante dos 63 clones: CNP81283, CNP81403, CNP81132, CNP8813, CNP8952, CNP8826, CNP8865 CNP8932, CNP8896, T1, CNP81285, CNP8874, CNP8900, CNP8872, CNP8825, CNP81377, CNP8834, CNP8796, CNP8773, CNP8895, CNP8889, CNP8858, CNP8809, CNP8832 CNP81370, CNP8893, CNP8889, CNP8962, CNP8888, CNP8801, CNP8909, CNP8857, CNP8964, CNP8946, CNP8867, CNP8901, CNP8936, CNP81027, CNP8886, CNP8850, CNP8803, CNP8798, CNP8848, CNP81401, CNP8845, CNP8797, CNP8804 CNP8790, CNP8823, CNP8786, CNP8806, CNP8824, CNP81163, CNP8799, CNP8777, CNP8787, CNP8817, CNP8948, CNP8969, CNP8949, CNP8785, CNP8894 e CNP8789 (FIGURA 4). Esta distribuição indica que a maioria dos acessos apresentou níveis de similaridade muito grande e que,

para maximizar a heterose, os componentes dentro de cada grupo não poderiam ser cruzados entre si (LUTHRA et al., 2005).

Segundo Dias (1998), o agrupamento dos itens é importante para resumir as informações contidas em uma matriz de distâncias. Martins et al. (2012), analisando a variabilidade fenotípica e a divergência genética em cinquenta clones de batata-doce no estado do Tocantins, identificaram oito grupos geneticamente disjuntos.

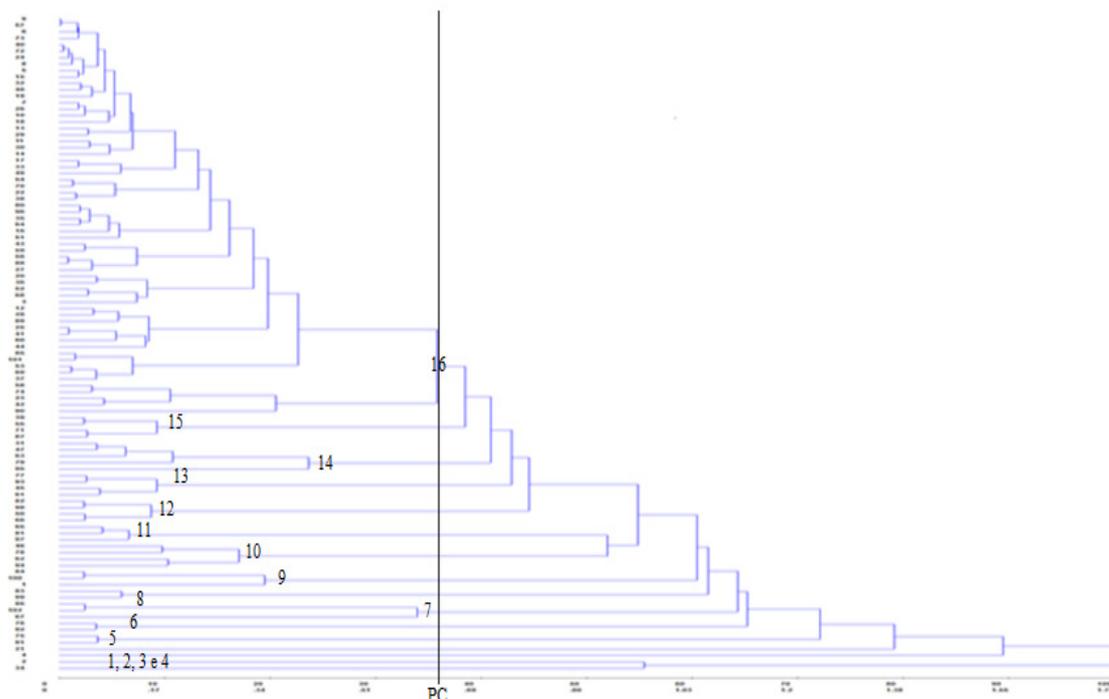


Figura 1. Dendrograma de dissimilaridade de 102 clones de batata-doce, estabelecido pelo método UPGMA, utilizando-se a distância Euclidiana, com base em quinze descritores morfoagronômicos das raízes. Números de 1 a 16 = grupos formados, PC-Ponto de Corte.

Silva et al. (2015), avaliando a diversidade de onze acessos de batata-doce do banco de germoplasma da Embrapa hortaliças, obtiveram, após a análise, a formação de três grupos um com apenas um acesso, outro com dois acessos e um grande grupo com nove acessos representando um alto nível de similaridade genética, respectivamente. Entretanto, Moulin et al., (2014), avaliando a diversidade fenotípica de variedades de batata-doce através de descritores morfológicos, com análise de agrupamento, empregando-se o coeficiente de Jaccard e o método glomerativo UPGMA, não observou a formação de grupos definidos.

Nesta pesquisa, foi verificada variabilidade genética entre alguns dos genótipos estudados, sendo a distância genética menor correspondente ao genótipo CNPH 968 (0,51) e a maior observada entre os clones CNPH 789 e CNPH 1400, uma distância de 0,66 (FIGURA 1). A caracterização morfoagronômica constitui-se em tarefa de grande importância para a cultura da batata-doce, para que o produtor conheça bem o material genético que esteja utilizando, incluindo o potencial produtivo do

genótipo, além de evitar o plantio de formas genômicas semelhantes e o consequente estreitamento genético da espécie, apesar da propagação comercial ser efetuado de forma vegetativa.

Oliveira et al. (2000) constataram elevada divergência genética entre 51 clones de batata-doce originários de várias regiões brasileiras e observaram que os caracteres que contribuíram para maior diversidade foram: a distribuição da cor secundária da polpa, o formato da raiz tuberosa e os defeitos na superfície da raiz. Os resultados da análise de similaridade entre os acessos foram significativos, quando utilizadas características morfológicas e agrônômicas, indicando que os métodos de caracterização tiveram efeito positivo na resolução e na distinção dos acessos.

4 | CONCLUSÕES

A caracterização morfoagronômica foi eficiente para estimar a diversidade genética existente entre os acessos de batata-doce mantidos no Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças.

Os 102 clones analisados apresentaram ampla variabilidade genética para as diferentes características avaliadas, apesar da ocorrência de alguns acessos muito próximos, evidenciando a possibilidade de duplicatas na coleção, uma vez que a batata-doce é uma cultura comercialmente propagada vegetativamente por meio de ramos de diversos acessos. Apesar de terem sido coletados em diferentes locais, podem apresentar o mesmo genótipo.

Além disso, as avaliações fornecem importantes informações para seleção de clones com características morfológicas e agrônômicas desejáveis para o mercado, com potencial de serem recomendados como novas cultivares ou para serem utilizados como progenitores em cruzamentos controlados dentro de programas de melhoramento genético.

REFERÊNCIAS

ALLARD, R.W. **Princípios do Melhoramento Genético das Plantas**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda., 1971.

ALVES, R. M.; GARCIA, A. A. F.; CRUZ, E. D.; FIGUEIRA, A. **Seleção de descritores botânico-agronômicos para caracterização de germoplasma de cupuaçuzeiro**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília DF, v.38, n.7, p.807-818, 2003.

AMARO, G. B.; CARMONA, P. A. O.; FERNANDES, F. R.; SILVA, G. O.; PEIXOTO, J. R. **Desempenho de cultivares de batata doce a partir de mudas de alta qualidade fitossanitária em Ceilândia-DF**. Horticultura Brasileira v. 31, n. 2, 2014.

AMARO, G. B.; FERNANDES, F. R.; SILVA, G. O.; MELLO, A. F. S.; CASTRO, L. A. S. **Desempenho de cultivares de batata doce na região do Alto Paranaíba- MG**. Horticultura Brasileira, v.35, p.286-291, 2017.

BARBETTA, P. A.; REIS, M. M.; BORNIA, A. C. **Estatística para cursos de engenharia e informática**. São Paulo, Atlas, 410 p. 2004.

CAVALCANTE, M.; FERREIRA, P. V.; PAIXÃO, S. L.; COSTA, J. G.; PEREIRA, R. G.; MADALENA, J. A. S. **Potencial produtivo e genético de clones de batata-doce**. Rede de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal Acta Scientiarum. Agronomy Maringá, v. 31, n. 3, p. 421-426, 2009.

CRUZ, C. D. **GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics**. Acta Scientiarum, v. 35, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, Imprensa Universitária, 390 p.1994.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**, v 2. Viçosa, UFV. 585 p. 2003.

DAROS, M.; AMARAL J.R., A.T.; PEREIRA, T.N.S.; LEAL, N.R.; FREITAS, S.P.; SEDIYAMA, T. **Caracterização morfológica de acessos de batata doce**. Horticultura Brasileira, Brasília DF, v. 20, n.1, p. 43-47, 2002.

DIAS, L. A. S. **Análises multidimensionais**. In: ALFENAS, A. C. ed. Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microrganismos. Viçosa: UFV, p. 401-475, 1980.

ELAMEEN, A.; LARSEN, A.; KLEMSDAL, S. S.; FJELLHEIM, S.; SUNDHEIM, L.; MSOLLA, S.; MASUMBA, E.; ROGNLI, O. **A. Phenotypic diversity of plant morphological and root descriptor traits within a sweet potato, *Ipomoea batatas* (L.)**, germplasm collection from Tanzania. Genetic Resources and Crop Evolution, v. 58, p.397-407, 2011.

FEDERER, W. T. **Experimental design**. New York: Mac Millan. 544p. 1995.

GUEDES, M. C. do. **Antocianinas: pigmento natural ou remédio**. Revista Científica do IMAPES, p. 71-73, 2004.

HUAMÁN, Z. **Descriptors for sweet potato**. Rome: International Board for Genetic Resources/Centro Internacional de la Papa/Asian Vegetable Research and Development Center, 134 p., 1991.

HUAMÁN, Z. **Morphologic identification of duplicates in collections of *Ipomoea batatas***. Lima: International Potato Center, 28 p. 1992.

LUTHRA, S. K.; GOPAL, J.; SHARNA, P. C. **Genetic divergence and its relationship with heterosis in potato**. Indian Potato Journal. v. 32:p. 37- 42, 2005.

MANTOVANI, E. C.; DELAZARI, F. T.; DIAS, L. E.; ASSIS, I. R.; VIEIRA, G. H. S.; LANDIM, F. M. **Eficiência no uso da água de duas cultivares de batata-doce em resposta a diferentes lâminas de irrigação**. Horticultura Brasileira. v.31, p. 602-606, 2013.

MARTINS, E. C. A.; PELUZIO, J. M.; COIMBRA, R. R.; JUNIOR, W. P. O. **Variabilidade fenotípica e divergência genética em clones de batata-doce no estado do Tocantins**. Revista Ciência Agronômica. v. 43, p 691-697, 2012.

MARCHESE, A., MALUF, W. R., GONÇALVES NETO, A. C., GONÇALVES, R. J. S., MASSAROTO, J. A.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; SILVA, R. R.; GOMES, A. R. V. A. **Reação de clones de batata-doce ao *Meloidogyne incognita* raça 1**. Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, v.8, n.1, p.1- 8, 2010.

MOULIN, M.M.; BENTO, C.S.; SANTOS JÚNIOR, A.C.; RODRIGUES, R. **Caracterização de acessos de batata-doce baseado em características morfológicas**. *Perspectiva*. v. 13, p. 23-36, 2014.

NASCIMENTO, V.T. **Knowledge and Use of Wild Food Plants in Areas of Dry Seasonal Forests in Brazil**. *Ecology of Food and Nutrition*, v. 52, n. 4, p. 317-343, 2013.

OLIVEIRA, A. C. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D. **Avaliação da divergência genética em batata-doce por procedimentos multivariados**. *Acta Scientiarum*, v. 22, p. 895-900, 2000.

RAMALHO, M. A. P.; TOLEDO, F. H. R. B.; SOUZA, J. C.; TEIXEIRA, R. A. **Competências em melhoramento genético de plantas no Brasil**. Viçosa: ARKA Editora, 104, p. 2012.

RITSCHHEL, P.S., HUAMÁN, Z. **Variabilidade morfológica da coleção de germoplasma de batata-doce da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília DF, v. 37, p. 485-492, 2002.

SILVA, G. O.; SUINAGA, F. A.; PONIJALEKI, R.; AMARO, G. B.; **Desempenho de cultivares de batata-doce para caracteres relacionados com o rendimento de raiz**. Viçosa MG. *Rev. Ceres*, v.,62, n..4, 2015.

SHIMAKURA, S. E.; RIBEIRO-JUNIOR, P, J. **Estatística**. Disponível em www.est.ufpr.br/paulojus/CE003/ce003.html. Acessado em 10 de janeiro de 2019.

SOBRAL, K. M. B.; RAMOS, S. R. R.; GONÇALVES, L. S. A.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; ARAGÃO, W. M. **Variabilidade genética entre acessos de coqueiro-anão utilizando técnicas de análise multivariada**. *Magistra*, v. 24, p. 348-359, 2012.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no melhoramento**. Ribeirão Preto, SBG. 496 p. 1978.

VIEIRA, J. V.; SILVA, G. O.; BOITEUX, L. S.; SIMON, P. **Divergência genética entre acessos de cenoura pertencentes a grupos varietais distintos utilizando caracteres morfológicos**. *Horticultura Brasileira*, v. 27, p. 468-472, 2009.

DETERMINAÇÃO DE AMINOÁCIDOS E ASPECTOS NUTRICIONAIS EM SOJA TRANSGÊNICA EXPOSTA AO GLIFOSATO

André Luiz de Souza Lacerda

Cristiane Gonçalves de Mendonça

Cristiane Regina Bueno Aguirre Ramos

Daiana Schmidt

Salete Aparecida Gaziola

Ricardo Antunes Azevedo

João Nicanildo Bastos dos Santos

RESUMO: Com o aumento das áreas de cultivo da soja transgênica tolerante ao glifosato, esta substância tem se tornado o principal herbicida para esta cultura, seu uso pode interferir no metabolismo e nos aspectos nutricionais das plantas transgênicas. Neste cenário, o objetivo deste trabalho foi verificar as concentrações de óleo, proteínas, fitato e aminoácidos em cultivar de soja tolerante ao glifosato. Para isso foi realizado um experimento em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. O cultivar analisado foi a soja geneticamente modificada BRS Valiosa RR. Os tratamentos constituídos por glifosato aplicado uma única vez, ou seja, respectivamente nas doses: 1,5 e 2,0 L ha⁻¹ do produto comercial, glifosato aplicado sequencialmente nas doses: 1,5/1,5; 2,0/1,5 e 2,0/1,5/1,5 L ha⁻¹ do produto comercial, com intervalos de 15 a 20 dias entre as aplicações e testemunha (controle) capinada no limpo (sem aplicação de glifosato). Os dados obtidos foram submetidos à análise

de variância e teste F do programa estatístico ASSISTAT versão 7.7 beta. Para as análises significativas foram realizados à comparação entre médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Comparando as médias entre os níveis de óleo, proteína e aminoácidos totais na soja transgênica exposta e não exposta ao glifosato, constatou-se que não houve diferença significativa pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados obtidos de aminoácidos (nMol/ml) foram: T1 = 159,73; T2 = 136,05; T3 = 175,81; T4 = 147,42; T5 = 127,43 e T6 = 136,99. Como conclusão os dados indicam que apesar do evento transgênico afetar algumas rotas, a síntese de aminoácidos, não foi afetada e nem em termos nutricionais nas doses de glifosato estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: soja, fitato, aminoácidos, transgênicos.

INTRODUÇÃO

O glifosato é um produto não seletivo que controla grande número de plantas de folhas largas e estreitas, pela inibição da EPSP sintetase, enzima que participa na via metabólica da biossíntese de aminoácidos aromáticos (triptofano, tirosina e lisina), os quais são essenciais ao crescimento da planta (Jezovsek, 1997).

Empresas desenvolveram cultivares de

soja geneticamente modificada, onde o gene (CP4) que codifica a enzima EPSPs [5-enolpiruvato-chiquimato-3-fosfato sintase] inibe a ação do glifosato. Desta forma, é possível que a soja tolerante ao glifosato desenvolva mesmo após aplicação do herbicida glifosato (Jezovsek, 1997).

Para entender o que foi realizado, é necessário comentar o modo de ação do glifosato. O glifosato, ingrediente ativo do herbicida Roundup®, (*N-phosphonomethyl-glycine*), se liga e bloqueia a atividade da enzima EPSP (5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate) synthase, a qual participa da biossíntese de aminoácidos aromáticos nas plantas (Arruda et al. 2013 e Barbosa et al., 2012). Na ausência do glifosato, a enzima EPSP atua catalizando a reação da S3P (ou, shikimate-3-phosphate), e da PEP (phosphoenolpyruvate), dando condições à produção de EPSP (5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate) e fosfato orgânico, que são as substâncias, responsáveis pela síntese de aminoácidos aromáticos. Logo, a presença do glifosato na planta, restringindo a fabricação de aminoácidos aromáticos, impossibilita a síntese de várias proteínas, fazendo com que a planta paralise o crescimento, tanto do sistema radicular, como da parte aérea.

Quanto ao ácido fítico (mio-inositol hexaquisfosfato), cuja principal forma de armazenamento de fósforo em grãos é de 50 a 80% do P total, constituindo comumente cerca de 1,0 a 2,5 % da sua massa seca, esta substância afeta o valor nutricional de grãos, principalmente de leguminosas, pois pode diminuir a biodisponibilidade de minerais e proteínas em humanos e animais monogástricos. Por outro lado, também pode ter efeitos benéficos à saúde humana, como redução de níveis de colesterol e triglicerídeos no sangue e atuação como antioxidante e anticarcinogênico.

Devido a estes aspectos, tanto positivos como negativos, o interesse em manipular os teores de fitato nos grãos de cereais e leguminosas tem aumentado. No entanto, é necessário entender melhor a via biossintética do fitato e os mecanismos que a regulam. Um dos estudos prioritários, são os que relacionem os níveis de fitato e de proteínas em grãos, já que estes estão correlacionados. O fitato é depositado em corpos proteicos e em leguminosas, se encontra disperso na matriz proteica, desta forma é possível que o acúmulo de certas proteínas de reserva influenciem a síntese de fitato. Um sistema experimental modelo, no caso o cultivo *in vitro* de explantes de fruto, permite manipular a síntese de fitato e de proteínas via alterações na composição do meio de cultura, e analisar as proteínas expressas sob situações contrastantes de síntese de fitato.

Quanto aos aspectos nutricionais, Mataveli *et al.* (2010) relataram que sementes de soja transgênicas (T) e não-transgênicas (NT) apresentam concentrações diferentes de Co, Cu, Fe e Sr. As frações bioacessíveis de elementos como o Cu, Fe, Mn, Zn e S são maiores em sementes de soja transgênica.

Apesar da relevante área cultivada com soja geneticamente modificada no mundo, os relatos científicos são escassos. Isso se deve à influência e ao controle das empresas multinacionais e produtoras de sementes sobre o assunto, não permitindo,

aos sojicultores e à comunidade científica acesso mais detalhado sobre estes novos cultivares. Tais genótipos modificados podem apresentar diferenças nutricionais quando expostas ao glifosato devido talvez ao uso excessivo e indiscriminado desta substância. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o impacto de aplicações sucessivas de glifosato nos aspectos nutricionais em cultivar de soja tolerante ao glifosato.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento em campo: este experimento foi realizado no delineamento em blocos casualizados com nove tratamentos e quatro repetições. O cultivar analisado foi a soja geneticamente modificada BRS Valiosa RR. A semeadura foi realizada no mês de outubro no ano agrícola 2006/2007, com densidade de 14 a 16 plantas/metro lineares e espaçamento de 0,5 m entre as linhas. As parcelas experimentais constituíram de seis linhas de 5 m de comprimento, com quatro repetições. Considerou-se como área útil, as quatro linhas centrais com 4 m de comprimento, desprezando-se 0,5 m das extremidades de cada parcela.

Tratamentos: foram constituídos por glifosato aplicado uma única vez T1 e T2, ou seja, respectivamente nas doses: 1,5 e 2,0 L ha⁻¹ do p.c., glifosato aplicado sequencialmente T3, T4 e T5, ou seja respectivamente nas doses: 1,5/1,5; 2,0/1,5 e 2,0/1,5/1,5 L ha⁻¹ do p.c, com intervalos de 15 a 20 dias entre as aplicações e T6 testemunha capinada no limpo (sem aplicação de glifosato).

Aplicação do glifosato: o produto comercial utilizado foi o Roundup Ready® na formulação de 480 g L⁻¹ de equivalente ácido efetuadas entre 15 e 20 dias após emergência das plântulas de soja, ou seja, a partir do estágio fisiológico V₂, quando as bordas das folhas do segundo trifólio não se tocam mais, segundo a classificação de Fehr *et al.* (1971). As aplicações foram feitas sempre na parte da manhã, sem vento para evitar a deriva, com o auxílio de um pulverizador costal de pressão constante (CO₂), regulado para volume de calda de 200 L ha⁻¹ e com bicos tipo leque (110° - SF - 02), seguindo as recomendações dos fabricantes.

Determinação de óleo e proteínas: os teores de proteína em 1,0 g e de óleo em 0,1 g em grãos de soja foram determinados, respectivamente, pelo método de Kjeldhal, tendo como catalisador o sulfato de cobre e pelo método de Soxhlet, utilizando hexano como solvente (Bonato *et al.*, 2000).

Determinação de fitato: no laboratório foram retiradas alíquotas de 25 g de cada amostra de grãos de soja, em triplicata, que foram previamente homogeneizadas, trituradas e mantidas em freezer a uma temperatura em torno de -18 °C até o momento das análises. O método utilizado foi sugerido por Latta e Eskin (1980). A extração consistiu na adição de 20 mL HCl 0,5 mol⁻¹ para 500 mg de amostra. Todos os fosfatos de inositol no extrato foram retidos em resina de troca iônica Dowex AG 1-X8 (400 a 800 mesh), previamente preparada. O método baseou-se na coloração azul

escuro do composto ferro-ácido-sulfossilicó. Na presença de fitato, o complexo com ferro foi precipitado, reduzindo a intensidade da coloração azul. A leitura foi realizada em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 500 nm.

Separação e análise da composição de aminoácidos e quantificação de lisina solúvel nas sementes por HPLC: para a separação e determinação quantitativa de aminoácidos livres utilizou-se Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) mediante o emprego de uma coluna de fase reversa Spherisorb ODS-2 (C18) após derivatização com *o*-ofitdialdeído (OPA) (Marur *et al.*, 1994). Os derivados OPA foram detectados por fluorescência, para isto utilizou-se 1 g de farinha obtida da trituração de sementes maduras em 10 mL de MCW (metanol, clorofórmio e água, na proporção 12:5:3). A mistura foi deixada *overnight* a 4°C. O sobrenadante foi centrifugado a 6000 rpm por 20 min, posteriormente, adicionou-se 1 mL de clorofórmio e 1,5 mL de água para cada 4 mL de MCW. Centrifugou-se novamente retirando cuidadosamente a fase aquosa formada e em seguida liofilizada. O “pellet” foi resuspendido em 300 mL de água e a solução de aminoácidos livres congelado a – 20 °C. Depois de descongeladas, as amostras foram filtradas em filtro Millipore em PVDF de 0,22 μ de poro para remoção das frações de proteínas reserva, albuminas e globulinas, que são solúveis em água e então analisadas por HPLC. Os derivados do OPA foram detectados por fluorescência ou por absorção em UV. Para uma alíquota (padrão ou amostra) de 20 mL adicionou-se 60 mL do reagente OPA. O reagente OPA foi preparado dissolvendo 50 mg de OPA em 1 mL de metanol e misturando 6,5 mL de tampão borato-NaOH (ácido bórico 2,4% p/v em H₂O; pH ajustado com NaOH 2 M). No dia da realização das análises, 5 mL de 2-mercaptoetanol foram adicionados a 625 mL de OPA. Após exatamente 2 minutos, injetou-se 10 mL correspondente a cada genótipo ou padrão no HPLC, iniciando a eluição da mistura em um gradiente linear (20-100 % B [metanol 65 %]) em tampão A (50 mM Na Oac, 50 mM Na₂HPO₄, tetrahidrafurano, metanol, pH 7.25). O fluxo foi de 0.8 mL min durante 50 min. O gradiente foi programado para aumentar linearmente a proporção de “B” em relação a “A”. Os derivados aminoácidos-OPA foram detectados por um monitor de fluorescência, excitação de 265 nm e emissão de 480 nm. As concentrações de aminoácidos nas amostras foram determinadas pela área dos picos integrados, comparados aos picos de um padrão na concentração de 250 nmol/mL. Para a quantificação de lisina especificamente, o gradiente foi repetido, mas em um gradiente 75-100%, de forma a permitir o aparecimento do pico de lisina antes da degradação do aminoácido. Os resultados foram expressos em porcentagem de mols de aminoácidos recuperados em relação aos aminoácidos totais (% mol).

Dosagem de aminoácidos solúveis livres totais (ALT): feita a extração dos aminoácidos, analisou-se uma alíquota dessa solução para verificar os aminoácidos solúveis totais. Uma curva de calibração foi construída utilizando um padrão de leucina nas concentrações de 40, 80, 120, 160 e 200 nmol/mL. Uma fração de 100 mL da solução de aminoácidos foi colocada em um tubo de ensaio adicionando 900 mL de água. Tanto para análise das amostras desconhecidas quanto para a curva

padrão acrescenta-se 0,5 mL de tampão citrato de sódio (0,2 M, pH 5,0), 0,2 mL de reativo de ninhidrina (5% em metilglicol) e 1 mL de KCN (2% de uma solução 0,01 M em metilglicol). O tubo de ensaio foi coberto com bolas de vidro, para que não houvesse evaporação, e colocado em banho-maria a 100 °C por 20 min. Deixou-se atingir a temperatura ambiente e completou-se com etanol 60%. A leitura em espectrofotômetro dos padrões e das amostras contra o branco foi feita em 570 nm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de proteínas, lipídios, fitato e aminoácidos encontram-se nas TABELAS 1 e 2. Na tabela 1 pode-se verificar que não houve interferência na produção de óleo e proteína na soja transgênica devido à pulverização de glifosato na cultura, mas houve efeito significativo na produção de fitatos, o que deve ser analisado cuidadosamente, pois o mesmo é um fator antinutricional muito importante. Pode-se notar que quando a aplicação do produto foi sequencial houve uma tendência na diminuição de fitato, bem como quando a dosagem aplicada foi menor. Mas devem ser realizados outros trabalhos para esclarecer o motivo de tal comportamento, e se esse fato se repete em outros experimentos. A diminuição na produção de fitato pode ser um incentivo para um maior consumo dos grãos de soja dentro da alimentação humana.

Tratamentos	Dose (g.i.a/ha)	Óleo (%)	Proteína (%)	Fitato (mg/L)
T1 – Glifofato	720	18.4 a	39.3 a	157.17 bc
T2 – Glifosato	960	18.9 a	37.1 a	172.72 ab
T3 - Glifosato/glifosato	720/720	18.5 a	39.1 a	181.84 a
T4 - Glifosato/glifosato	960/720	18.4 a	38.1 a	162.45 ab
T5 - Glifosato/glifosato/glifosato	960/720/720	18.6 a	38.7 a	160.42 abc
T6 – Testemunha	---	18.8 a	38.6 a	174.75 ab
DMS		0.89	2.3	18
CV (%)		2.0	2.5	6.0

Tabela 1 – Valores médios do teor de óleo, proteínas e fitato em sementes de soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato expostas a aplicações de glifosato, Esalq/USP, 2007.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Grynspan & Cheryan (1989) a interação de cálcio, fitato e proteína de soja, parece ser afetada pelo pH do meio e pela concentração dos três componentes. Em pH baixo (< 4), o fitato associa-se com a proteína da soja para formar complexos

insolúveis nos quais a participação do cálcio dependerá da sua concentração. Quando o cálcio está em excesso, este pode deslocar o fitato do complexo fitato-proteína e torná-lo solúvel. Com o pH alto (> 6,5) e concentração de cálcio elevada, o fósforo precipita e a proteína permanece solúvel como resultado da formação de complexos cálcio-fitato insolúveis. Portanto o pH pode ser outra fator que explique a menor produção de fitatos devido ao pH ideal na calda do herbicida utilizado ser ácido.

Tratamentos	Dose (g.e.a/ha)	Aminoácidos (nMol/ml)
T1 – Glisofato	720	159.73 a
T2 – Glifosato	960	136.05 a
T3 - Glifosato/glifosato	720/720	175.81 a
T4 - Glifosato/glifosato	960/720	147.42 a
T5 - Glifosato/glifosato/glifosato	960/720/720	127.43 a
T6 – Testemunha	---	136.99 a
DMS		51.87
CV (%)		26.6

Tabela 2 – Valores médios de aminoácidos totais em sementes de soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato expostas a aplicações de glifosato, Esalq/USP, 2007.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Barbosa *et al.* (2012) relataram a avaliação diferencial de enzimas e proteínas expressas em sementes de soja T e NT, revelando maiores níveis em sementes transgênicas de malondialdeído, ascorbato peroxidase, glutathione redutase e catalase (29,8; 30,6; 71,4 e 35,3%, respectivamente). Mas no presente estudo, com relação aos aminoácidos pode-se notar nas tabelas 2 e 3, que não houve efeito significativo entre a aplicação do herbicida glifosato e a produção dos mesmos. A planta aparentemente busca um novo equilíbrio de uma forma que a modificação genética poderá ser a produção de alterações, numa forma de cascata, para manter o seu metabolismo. No entanto, plantas com a capacidade de controlar o nível celular ROS podem ser particularmente úteis para uso futuro em condições de estresse ambiental.

A partir de resultados obtidos por Arruda *et al.* (2013), foi possível concluir que a planta transgênica busca um novo equilíbrio para manter seu metabolismo funcionando diante de uma condição de estresse. Tais alterações sugerem que o metabolismo seja afetado e muito possivelmente para o metabolismo de alguns aminoácidos, no entanto neste estudo o teor total não mostrou alteração, o que é interessante, pois demonstra que apesar da planta procurar outras rotas, o teor de aminoácidos não é afetado.

Arruda *et al.* (2013) avaliaram a atividade de algumas enzimas-chave envolvidas no combate às espécies reativas de oxigênio (ROS) bem como espécies de proteínas diferenciais nas folhas dos dois genótipos de soja, transgênica (T) e não transgênica (NT). Os resultados revelaram que todas as enzimas avaliadas apresentaram maior

atividade nas folhas de soja T quando comparadas com as NT. Concentrações mais elevadas de peróxido de hidrogênio e de malondialdeído também foram observadas, indicando claramente uma condição de estresse oxidativo estabelecido no genótipo transgênico. Além disso, 47 proteínas foram diferencialmente abundantes quando comparadas as folhas de ambas as plantas, 26 espécies foram identificadas com precisão, incluindo as proteínas envolvidas na modificação genética (CP4 EPSPS).

Barbosa *et al.* (2012) relataram a avaliação diferencial de enzimas e proteínas expressas em sementes de soja T e NT. A análise de malondialdeído, ascorbato peroxidase (EC 1.11.1.11), glutathione redutase (EC 1.6.4.2) e catalase (EC 1.11.1.6) revelou maiores níveis em sementes transgênicas (29,8; 30,6; 71,4 e 35,3%, respectivamente). A separação de proteínas nas sementes de soja foi feita por electroforese bidimensional em gel de poliacrilamida e 192 proteínas foram obtidas por dessorção/ionização de matriz por laser (MALDI) em espectrômetro de massa (MS) analisados com quadrupolo em tempo de voo (QTOF) e ionização por eletrospray (ESI). Além disso, a enzima CP4 EPSPS, envolvida na modificação genética, foi identificada por digestões enzimáticas usando tripsina ou quimiotripsina e ESI-QTOF MS/MS. Dentre as proteínas identificadas, cytosolic glutamine synthetase, glycinin subunit G1 e glycine-rich RNA-binding mostraram ser diferencialmente expressadas após análise usando a técnica de eletroforese bidimensional e aplicação de um fator regulador de 1,5 ou maior.

Os resultados obtidos no estudo acima indicaram que a própria modificação genética poderia ser um fator de estresse, provocando mudanças na atividade de algumas enzimas. As alterações no proteoma da semente de soja foram corroboradas com a produção de MDA, que é um indicador de peroxidação lipídica e estresse oxidativo e foi maior em sementes de soja T. Além disso, foram observadas atividades enzimáticas mais elevadas para APX, GR e CAT em sementes transgênicas. Este conjunto de resultados sugere um maior nível de estresse nas sementes de soja T, mesmo quando não foram utilizados herbicidas, uma vez que o gene que confere resistência ao herbicida foi inserido no DNA das sementes. Este fato explica alguns resultados previamente relatados na literatura, afirmando que sementes transgênicas têm uma maior capacidade de transportar metais a partir do solo e têm maior biodisponibilidade de metais nas sementes quando comparadas à soja não-transgênica.

Além disso, a enzima envolvida na modificação genética (CP4 EPSPS) também foi facilmente identificada por ESI-QTOF MS / MS utilizando tripsina como uma enzima de clivagem. Entre as 192 proteínas identificadas, quatro delas mostraram-se diferencialmente expressas por meio de análises 2-D DIGE com aplicação de um fator de regulação de 0.5 ou superior. Levando em conta a correlação entre proteínas diferencialmente expressas e as atividades enzimáticas encontradas, não é difícil racionalizar que a modificação genética induz uma condição de estresse oxidativo nas sementes.

Nas Tabelas 3 e 4, estão os valores médios de aminoácidos livres (asparagina, glutamina, tirosina, metionina, valina, fenilalanina, isoleuciona, leuciona e lisina) em sementes de soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato após expostas as aplicações de glifosato e em nenhum tratamento influenciou significativamente nos valores médios de aminoácidos livres e nos coeficientes de correlação entre às variáveis lipídios (L), proteínas (P), fitato (F) e aminoácidos (A).

Os dados indicaram que apesar do evento transgênico afetar algumas rotas, a síntese de aminoácidos não foi afetada. A partir dos resultados obtidos, o organismo estudado aparentemente manteve equilíbrio semelhante a soja convencional, de tal forma que a modificação genética não produziu alterações significativas, para manter o seu metabolismo. Este fato está movendo pesquisadores a trabalhar com organismos geneticamente modificados para compreender melhor os aspectos específicos do metabolismo de plantas geneticamente modificadas e para identificar proteínas-chave que podem, eventualmente, ser objeto de a modificação genética de modo que a soja, possa apresentar tolerâncias mais elevadas ao herbicida glifosato.

Tratamentos	Doses									
	(g.e.a/ha)	Asp	Glu	Tyr	Met	Val	Phe	Ile	Leu	Lys
T1 – Glifosato	720	166.4 a	334.3 a	163.6 a	127.9 a	146.0 a	76.1 a	83.1 a	78.4 a	0
T2 – Glifosato	960	140.5 a	346.6 a	134.3 a	107.6 a	129.7 a	49.6 a	54.9 a	53.7 a	0
T3 - Glifosato/ glifosato	720/720	151.0 a	326.3 a	129.0 a	79.6 a	137.6 a	49.0 a	54.0 a	55.8 a	0
T4 - Glifosato/ glifosato	960/720	137.5 a	338.6 a	130.7 a	79.8 a	153.5 a	45.9 a	52.4 a	52.2 a	0
T5 - Glifosato/ glifosato/glifo- sato	960/720/720	145.7 a	339.9 a	127.2 a	118.3 a	141.7 a	49.4 a	53.1 a	53.6 a	0
T6 – Testemu- nha	---	131.1 a	348.6 a	132.8 a	111.5 a	117.8 a	50.3 a	52.8 a	51.7 a	0
DMS		111.4	291.7	105.3	114.5	107.7	42.3	44.6	43.8	---
CV (%)		30.9	34.6	31.6	44.0	31.0	32.7	31.4	31.1	---

Tabela 3 – Valores médios de aminoácidos livres (asparagina, glutamina, tirosina, metionina, valina, fenilalanina, isoleuciona, leuciona e lisina) em sementes de soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato expostas a aplicações de glifosato, Esalq/USP, 2007.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Variáveis	Coeficiente de Correlação (r)					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
L x P	-0.45 ns	-0.31 ns	-0.93 ns	0.14 ns	-0.25 ns	-0.67 ns
L x F	0.23 ns	0.62 ns	0.41 ns	-0.72 ns	-0.11 ns	-0.20 ns
L x A	0.92 ns	0.21 ns	0.88 ns	0.54 ns	0.90 ns	0.02ns
P x F	0.14 ns	-0.91 ns	-0.36 ns	0.51 ns	0.18 ns	0.19 ns
P x A	-0.19 ns	-0.71 ns	-0.98*	-0.22 ns	0.10 ns	0.49 ns
F x A	0.01 ns	0.49 ns	0.15 ns	-0.82 ns	-0.31 ns	0.77 ns

Tabela 4 – Coeficiente de correlação entre às variáveis lipídios (L), proteínas (P), fitato (F) e aminoácidos (A), Esalq/USP, 2007.

ns = não significativo * = significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0.01)

CONCLUSÃO

Como conclusão os dados indicam que apesar do evento transgênico afetar algumas rotas, a síntese de aminoácidos, não foi afetada e nem em termos nutricionais pelas aplicações de glifosato nas doses estudadas.

REFERÊNCIAS

ARRUDA. S. C.C.; BARBOSA. H.S.; AZEVEDO. R.A.; ARRUDA. M.A.Z. Comparative studies focusing on transgenic through cp4EPSPS gene and non-transgenic soybean plants: An analysis of protein species and enzymes. **Journal of Proteomics**. v.93. p.107-116. 2013.

BARBOSA. H.S.; ARRUDA. S.C.C.; AZEVEDO. R.A.; ARRUDA. M.A.Z. New insights on proteomics of transgenic soybean seeds: evaluation of differential expressions of enzymes and proteins. **Anal Bioanal Chem**. v. 402. p.299–314. 2012.

BIELESKI. R.L.; TURNER. N.A. Separation and estimation of amino acids in crude plant extracts by thin-layer electrophoresis and chromatography. **Analytical Biochemistry**. v.17. 278-293. 1966.

BONATO. R.E; BERTAGNOLLI. P.F.; LANGE. C.E.; RUBIN. S.A.L.R Teor de óleo e de proteína em genótipos de soja desenvolvidos após 1990. **Pesq. Agropec. Bras**. v. 35. n. 12. p. 2391-2398. 2000.

FEHR. W.E.; CAVINESS. C.E.; BURMOOD. D.T.; PENNINGTON. J.S. Stage of development descriptors for soybeans. *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**. v. 11. p. 929-31. 1971.

GRYNSPAN, F., CHERYAN, M. Phytate-calcium interactions with soy protein. *Journal of the American Oil Chemist's Society*, Champaign, v.66, n.1, p.93-97, 1989.

JEZOVSEK, G.K. Uma nova proposta para o controle das ervas daninhas: o uso de plantas transgênicas. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1, Dourados, 1997. **Simpósio sobre herbicidas e plantas daninhas**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. p.62-74.

LATTA. M.; ESKIN. M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. **J. Agric. Food Chem.** v.28. n.6. p.1313-1315. 1980.

MARUR. C. J.; SODEK. L.; E MAGALHÃES. A C. N. Free amino acids in leaves of cotton plants under water deficit. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**. v.6. p.103-108. 1994.

MATAVELI. L.R.V.; POHL. P.; MOUNICOU. S.; ARRUDA. M.A.Z.; SZPUNAR. J. A. Comparative study of element concentrations and binding in transgenic and non-transgenic soybean seeds. **Metallomics**. v.2. p.781–832. 2010.

YEMM. E.W; COCKING. E.C. The determination of amino-acids with ninhydrin. **Analyst**. v.80. p.209-214. 1955.

SOBRE O ORGANIZADOR

Leonardo Tullio - Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia e Geotecnologia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adubação fosfatada 148, 152, 153, 155, 157
Adubação verde 119, 120, 123, 124, 126, 127, 128, 129
Agregados biogênicos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Aminoácidos 116, 216, 217, 219, 220, 221, 223, 224

B

Bactérias diazotróficas 130, 136

C

Caracterização agronômica 205
Citrullus lanatus 197, 198
Compactação 13, 18, 101

D

Descritores agronômicos 205
Diagnose visual 111, 112, 113
Drenagem 2, 25, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 48, 49, 52, 89, 114, 152, 156

E

Educação em solos 59
Erodibilidade 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 57
Eruca sativa 67, 68, 71, 72
Espécie florestal 75, 76, 112
Estrutura do solo 1, 2, 18, 19, 21, 61
Extratos vegetais 158

F

Fertilizante orgânico 148
Fixação biológica 119, 120, 121, 131, 137, 138

G

Genótipo 141, 143, 144, 167, 168, 182, 186, 195, 208, 212, 213, 219, 222
Germinação 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 94, 107, 108, 109, 110, 199
Glycine max 130, 131, 137, 224

H

Hidroponia 112
Hortaliças 36, 67, 68, 71, 72, 204, 205, 206, 207, 209, 210, 212, 213, 215

I

Infiltração 2, 6, 13, 14, 15, 18, 20, 22, 34, 50, 51, 52, 53, 120

Ipomoea batatas L. 204, 205

N

Nitossolo vermelho 157, 182, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195

Nutrição de plantas 59, 118

Nutrição mineral 111, 112, 113, 199

P

Parâmetros genéticos 205, 207, 208, 209

Perda de solo 14, 19, 20, 46, 49, 50, 52, 55, 56

Plantio direto 9, 11, 18, 23, 24, 66, 119, 128, 129, 137, 138, 157

Pratylenchus brachyurus 166, 167, 168, 169

Preservação 3, 5, 38, 39, 40, 43, 55, 60

Produção de grãos 130, 135, 136

Q

Qualidade de mudas 72, 84, 86, 102, 104

R

Resistência genética 166

S

Sistemas agroflorestais 182, 183, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195

Solos arenosos 25

Sombreamento 5, 10, 53, 89, 182, 187, 195, 197, 198, 200, 201, 202, 203

Sorghum bicolor 166, 167

Substratos orgânicos alternativos 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 91

Sucessão de culturas 119, 149

Susceptibilidade a erosão 22, 25, 36

T

Taxas fotossintéticas 186, 187, 188, 190, 192, 193, 195, 197, 198, 201

Transgênicos 216

V

Valor nutricional 71, 217

Variabilidade 6, 22, 25, 26, 27, 57, 139, 142, 147, 169, 184, 204, 205, 208, 211, 212, 213, 214, 215

Voçorocas 46, 47, 52, 54, 55, 56

Z

Zea mays 55, 139, 140, 146

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-717-8



9 788572 477178