

Ciências Agrárias: Campo Promissor em Pesquisa 5

**Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)**

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)

**Ciências Agrárias: Campo Promissor
em Pesquisa**
5

Atena Editora
2019

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

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

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
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 Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
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. 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.ª Dr.ª 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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	Ciências agrárias [recurso eletrônico] : campo promissor em pesquisa 5 / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Ciências Agrárias. Campo Promissor em Pesquisa; v. 5) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-419-1 DOI 10.22533/at.ed.191192006 1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario. III. Série. CDD 630
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Ciências Agrárias: Campo Promissor em Pesquisa*” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta seu volume 5, em seus 22 capítulos, conhecimentos aplicados as Ciências Agrárias e do Solo.

A produção de alimentos nos dias de hoje enfrenta vários desafios e a quebra de paradigmas é uma necessidade constante. A produção sustentável de alimentos vem a ser um apelo da sociedade e do meio acadêmico, na procura de métodos, protocolos e pesquisas que contribuam no uso eficiente dos recursos naturais disponíveis e a diminuição de produtos químicos que podem gerar danos ao homem e animais.

Este volume traz uma variedade de artigos alinhados com a produção de conhecimento na área das Ciências Agrárias e do Solo, ao tratar de temas como fertilidade e qualidade do solo, conservação de forragem, retenção de água no solo, biologia do solo, entre outros. São abordados temas inovadores relacionados com a cultura da canola, milho, feijão, melão, soja, entre outros cultivos. Os resultados destas pesquisas vêm a contribuir no aumento da disponibilidade de conhecimentos úteis a sociedade.

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

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área da Agronomia e do Solo, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

ADAPTAÇÃO DA CANOLA EM CONDIÇÃO DE SAFRINHA NO PLANALTO SERRANO DE SANTA CATARINA

Thaís Lemos Turek

Luiz Henrique Michelin

Jonathan Vacari

Robson Drun

Volni Mazzuco

Ana Flávia Wuaden

DOI 10.22533/at.ed.1911920061

CAPÍTULO 2 14

APLICAÇÃO DO DIAGNÓSTICO RÁPIDO DA ESTRUTURA DO SOLO (DRES) NO PROJETO DE ASSENTAMENTO NOSSA SENHORA DO PERPÉTUO SOCORRO

Thamires Oliveira Gomes

Gleidson Marques Pereira

Thayrine Silva Matos

Jhuan Santana Silva Brito

Eliane de Castro Coutinho

Gleicy Karen Abdon Alves Paes

Seidel Ferreira dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.1911920062

CAPÍTULO 3 22

AValiação da fertilidade do Latossolo amarelo textura média sob o efeito residual de adubação em plantas de “SORRISO DE MARIA” (ASTER ROX) na região do Nordeste paraense

Hiago Marcelo Lima da Silva

Alasse Oliveira da Silva

Dioclea Almeida Seabra Silva

Ismael de Jesus Matos Viégas

Camilly Ribeiro Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.1911920063

CAPÍTULO 4 29

AValiação da fertilidade do solo em um ecótono floresta-cerrado da floresta nacional de Carajás

Álisson Rangel Albuquerque

Milena Pupo Raimam

André Luís Macedo Vieira

Jadiely Camila Farinha da Silva

Islen Theodora Saraiva Vasconcelos Ramos

Joyce Santos de Bezerra

Emilly Gracielly dos Santos Brito

Oswaldo Ribeiro Nogueira Neto

Thais Binow Dias

Tales Caldas Soares

João Enrique Oliveira de Paiva

Thiago Martins Santos

DOI 10.22533/at.ed.1911920064

CAPÍTULO 5 37

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO NO SETOR DE AGRICULTURA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA EM BANANEIRAS-PB

David Marx Antunes de Melo
Ivan Sérgio da Silva Oliveira
Thiago do Nascimento Coaracy
Fabiana do Anjos
Sara Beatriz da Costa Santos
André Carlos Raimundo da Silva
Alexandre Eduardo de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.1911920065

CAPÍTULO 6 47

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SOLO SOB TRATAMENTO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA GLIFOSATO

Jaíne Ames
Antônio Azambuja Miragem

DOI 10.22533/at.ed.1911920066

CAPÍTULO 7 54

CAPSULA DE CULTIVO AUTO-SUFICIENTE, LIBRE DE CONTAMINACIÓN, INDEPENDIENTE DE LA ATMÓSFERA, CON LA UTILIZACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO

Juan Manuel Silva López
Flavia Cordeiro Da Silva Alamini

DOI 10.22533/at.ed.1911920067

CAPÍTULO 8 66

CONSERVAÇÃO DE FORRAGEM NA FORMA DE SILAGEM: UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA E PRÁTICA

Robson Vinício do Santos
Marta Xavier de Carvalho Correia
Mércia Cardoso da Costa Guimarães
Paulo Márcio Barbosa de Arruda Leite

DOI 10.22533/at.ed.1911920068

CAPÍTULO 9 72

DINÂMICA DA RESISTÊNCIA DO SOLO EM ÁREA CULTIVADA COM MILHETO NO SEMIARIDO

Priscila Pascali da Costa Bandeira
Jonatan Levi Ferreira de Medeiros
Poliana Maria da Costa Bandeira
Ana Beatriz Alves de Araújo
Suedêmio de Lima Silva
João Paulo Nunes da Costa
Antônio Diego da Silva Teixeira
Erllan Tavares Costa Leitão
Elioneide Jandira de Sales Pereira

DOI 10.22533/at.ed.1911920069

CAPÍTULO 10 83

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO DE UM LATOSSOLO VERMELHO SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO ESCARIFICADO

Leonardo Rodrigues Barros

Vladya Correchel

Adriana Aparecida Ribon

Everton Martins Arruda

DOI 10.22533/at.ed.19119200610

CAPÍTULO 11 94

EFEITO DE DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO NO FEIJOEIRO IRRIGADO NA REGIÃO DE ALEGRETE-RS

Laura Dias Ferreira

Ana Rita Costenaro Parizi

Luciane Maciel Arce

Chaiane Guerra da Conceição

Giulian Rubira Gauterio

DOI 10.22533/at.ed.19119200611

CAPÍTULO 12 103

EFEITOS DOS MICRORGANISMOS SOBRE O PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NO LEITE E DERIVADOS

Tiago da Silva Teófilo

Maria Vivianne Freitas Gomes de Miranda

Mylena Andréa Oliveira Torres

Taliane Maria da Silva Teófilo

Tatiane Severo Silva

Eugênia Emanuele dos Reis Lemos

Lúcia Mara dos Reis Lemos

Nayane Valente Batista

Vitor Lucas de Lima Melo

DOI 10.22533/at.ed.19119200612

CAPÍTULO 13 113

IMPACTO DE DIFERENTES USOS DO SOLO SOBRE OS ESTOQUES DE CARBONO E NITROGÊNIO EM ÁREAS DE CERRADO

Hamanda Candido da Silva

Isabella Larissa Marques Macedo

Thaimara Ramos de Souza

Ângela Bernardino Barbosa

Adilson Alves Costa

DOI 10.22533/at.ed.19119200613

CAPÍTULO 14 119

IMPACTO NO DESENVOLVIMENTO RURAL: O CASO DO MELÃO NO PROJETO LAGO DE SOBRADINHO

José Maria Pinto

Jony Eishi Yury

Nivaldo Duarte Costa

Rebert Coelho Correia

Marcelo Calgato

DOI 10.22533/at.ed.19119200614

CAPÍTULO 15 126

INDICADORES BIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO PA

Maria Lucilene de Oliveira Gonçalves
Júlia Karoline Rodrigues das Mercês
Wesley Nogueira Coutinho
Amanda Catarine Ribeiro Da Silva
Jackeline Araújo Mota Siqueira
Carina Melo da Silva
Alberto Cruz da Silva Júnior
Cássio Rafael Costa dos Santos
Carolina Melo da Silva

DOI 10.22533/at.ed.19119200615

CAPÍTULO 16 138

POTENCIAL DE NODULAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DE BACTÉRIAS ISOLADAS DE NÓDULOS DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM SOLOS DA CAATINGA EM ALAGOAS

Ana Jéssica Gomes Guabiraba
Jéssica Moreira da Silva Souza
Jônatas Oliveira Costa
José Vieira Silva
Flávia Barros Prado Moura
Jakson Leite

DOI 10.22533/at.ed.19119200616

CAPÍTULO 17 149

REAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS A *Meloidogyne javanica*

Ricardo Rubin Balardin
Cristiano Bellé
Rodrigo Ferraz Ramos
Lisiane Sobucki
Daiane Dalla Nora
Zaida Inês Antonioli

DOI 10.22533/at.ed.19119200617

CAPÍTULO 18 158

SIMULAÇÃO DOS ESTOQUES DE CARBONO DO SOLO SOB PLANTIO CONVENCIONAL E DIRETO NA REGIÃO DO CERRADO DA BAHIA

Luciano Nascimento de Almeida
Adilson Alves Costa

DOI 10.22533/at.ed.19119200618

CAPÍTULO 19 172

SIMULAÇÃO E CALIBRAÇÃO DO MODELO AQUACROP PARA A ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA

Gutemberg Porto de Araujo
Marcos Antônio Vanderlei Silva
Evandro Chaves de Oliveira
Ramon Amaro de Sales
Silas Alves Souza

DOI 10.22533/at.ed.19119200619

CAPÍTULO 20	182
TEMPO DE CONTATO SOLO: SOLUÇÃO E VELOCIDADE DE AGITAÇÃO NA EXTRAÇÃO DE FÓSFORO DISPONÍVEL POR MEHLICH-1	
<i>Estefenson Marques Morais</i>	
<i>Sara Letícia Paixão da Silva</i>	
<i>Naryel Santos Batista</i>	
<i>Julian Junio de Jesus Lacerda</i>	
DOI 10.22533/at.ed.19119200620	
CAPÍTULO 21	184
USO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR NA PRODUÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA	
<i>Pablo Ramon da Costa</i>	
<i>Sueni Medeiros do Nascimento</i>	
<i>Emerson Moreira de Aguiar</i>	
<i>Alysson Lincoln da Costa Silva Júnior</i>	
<i>Jefferson Avelino da Costa</i>	
<i>Wanderson Câmara dos Santos</i>	
<i>João Manuel Barreto da Costa</i>	
<i>Samuel Noberto Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.19119200621	
CAPÍTULO 22	193
USO DO FOGO PARA IMPLANTAÇÃO DE ROÇADOS POR AGRICULTORES FAMILIARES DE CHAPADINHA-MA	
<i>Gênesis Alves de Azevedo</i>	
<i>James Ribeiro de Azevedo</i>	
<i>Mauricio Marcon Rebelo Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.19119200622	
SOBRE OS ORGANIZADORES	197

ADAPTAÇÃO DA CANOLA EM CONDIÇÃO DE SAFRINHA NO PLANALTO SERRANO DE SANTA CATARINA

Thaís Lemos Turek

Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV,
Centro de Ciências Agroveterinárias
Lages – Santa Catarina

Luiz Henrique Michelin

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC,
Campus de Curitibanos
Curitibanos – Santa Catarina

Jonathan Vacari

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC,
Campus de Curitibanos
Curitibanos – Santa Catarina

Robson Drun

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC,
Campus de Curitibanos
Curitibanos – Santa Catarina

Volni Mazzuco

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC,
Campus de Curitibanos
Curitibanos – Santa Catarina

Ana Flávia Wuaden

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC,
Campus de Curitibanos
Curitibanos – Santa Catarina

RESUMO: Na região Serrana de Santa Catarina, onde está localizado Curitibanos, possui uma janela de cultivo não aproveitada entre fevereiro/março e junho/julho, representando o período entre a colheita das culturas da soja e

feijão até a semeadura do trigo. Conhecendo a adaptação da canola em condição de temperaturas elevadas, existe a possibilidade de cultivo nesta janela. O objetivo foi estudar a adaptação da canola em condição de safrinha no Planalto Serrano Catarinense. O estudo foi conduzido na área experimental da UFSC – Curitibanos, no período entre setembro de 2015 e julho de 2016. O experimento foi conduzido em DBC com parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram formadas pela época de semeadura conforme a colheita das culturas da soja e feijão, semeadas em 10/10 e 10/11 de 2015. As subparcelas foram formadas por três híbridos em sucessão à safra de verão. Na safra de verão foram avaliados emergência até o início do florescimento, florescimento até a maturação fisiológica, componentes da produção e a produtividade. Na safrinha avaliou-se duração das fases de desenvolvimento, características biométricas e componentes de produção e produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e quando encontradas diferenças significativas as médias foram contrastadas pelo teste t ($p < 0,05$). Concluiu-se que o híbrido de canola Hyola 411 semeado em 11/02 de 2016 apresentou bom potencial para cultivo em função de seu ciclo precoce e que se faz necessário o desenvolvimento de novos estudos para analisar a adaptação dos híbridos

no cultivo safrinha.

PALAVRAS-CHAVE: Janela de cultivo, potencial de adaptação, *Brassica napus* L. var. oleífera.

ABSTRACT: In the highland regions of the state of Santa Catarina, where Curitibanos is located, there is a period of time during the year when farmers usually don't grow any crops in their lands. This period goes from February - when they harvest their soybean or common bean fields - to July, when farmers start to sow wheat fields. Based in the knowledge that canola can adapt to high temperatures there is a possibility for growing this crop during this time window. Therefore this project had the objective of studying canola adaptation in "safrinha" conditions in the highland regions of Santa Catarina. The study was conducted in the experimental area of the Federal University of Santa Catarina - Curitibanos between September of 2015 and July of 2016. The experiment was conducted with a split-plot design with main plots arranged in a randomized block design, with four replications. The entries in the main plots were formed by the sowing dates of canola after harvesting the summer crops (soybeans and common beans) sowed in October 10th and November 10th of 2015. The entries in the subplots were formed by three canola hybrids in succession to the summer crop. In the summer crops, number of days from emergence to flowering and from flowering to physiological maturation, production components and yield were evaluated. For "safrinha" grown canola the evaluations were: duration of development phases, biometric characteristics, components of production and yield. The data was submitted to analysis of variance by the F test ($p < 0.05$) and when significant differences were present, the average values were compared by t test ($p < 0.05$). In conclusion, this study showed that canola hybrid Hyola 411 sown on February 2nd, 2016 has presented good potential for cultivation due to its early cycle. Additionally, more studies are necessary to fully analyse the adaptation of canola in "safrinha" conditions.

KEYWORDS: planting time window, adaptation potential, *Brassica napus* L. var. oil

1 | INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus* L. var. oleífera), é classificada como uma oleaginosa de inverno que foi desenvolvida a partir do melhoramento genético da colza. Devido aos preços vantajosos e de sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas do Sul do Brasil, a canola vem se tornando, na região, juntamente com o milho safrinha (*Zea mays* L.) e o trigo (*Triticum aestivum* L.), uma excelente opção de cultivo de inverno, além de constituir uma ótima sucessão ao cultivo de soja (*Glycine max* L.), que é muito cultivado na região (KAEFER, et al. 2014).

A canola é destinada principalmente para a produção de óleo, entretanto também é destinada para a produção de biodiesel (inclusive grãos que sofreram excesso de chuva na colheita, seca, ou outros fatores que comprometem a qualidade para comercialização) e, no caso do farelo (34 a 38 % de proteínas), para a formulação de

rações (TOMM, 2007).

A época ideal de semeadura é definida por um conjunto de fatores ambientais que, além de afetar a produtividade, afeta também a arquitetura e o desenvolvimento da planta. Definir a época e os melhores locais de semeadura é um processo que deve ser feito considerando dois critérios: a necessidade da espécie e a disponibilidade de recursos do ambiente. Com base nisso, os riscos associados à cultura são quantificados e estas são distribuídas nos melhores locais e épocas de semeadura, diminuindo, dessa forma, os riscos de perdas de produtividade (TOMM et al., 2009).

Ao optar por uma determinada época de semeadura, o produtor estará escolhendo uma combinação entre a fenologia da cultura e a distribuição dos elementos do clima na região de produção que poderá influenciar a produtividade durante o ciclo da cultura. No caso de culturas recentes no cenário agrícola nacional, como a canola, é necessário identificar práticas de manejo que explorem o potencial genético dos híbridos disponíveis no mercado. O uso da melhor época de semeadura é um dos mais importantes aspectos de manejo, pois explora melhor tanto os recursos ambientais quanto os recursos genéticos dos híbridos (LUZ, 2011).

Desde que bem manejada, a cultura da canola se adapta às mais diversas condições edafoclimáticas, porém, apresentam maior facilidade de desenvolvimento em regiões que apresentam climas temperados onde as temperaturas são mais amenas (TOMM, 2006). Um dos principais fatores de risco para o cultivo da canola na região do planalto Serrano de Santa Catarina é a ocorrência de geadas. A geada é prejudicial à canola no estágio de plântula e durante o florescimento (TOMM et al., 2009). Portanto, tem-se a necessidade de alocar a semeadura da canola em uma época que coincida a ausência de geadas com esses estágios de desenvolvimento, nos quais a cultura é sensível a esse fator climático.

Em Santa Catarina, na cidade de Campos Novos, produtores apostaram na cultura da canola na safra de inverno 2014, tendo um aumento em área plantada de aproximadamente 500% se comparado à safra de 2013. No entanto, com a oscilação brusca de temperatura que a região vem apresentando, as áreas plantadas sofreram com a geada, o que comprometeu completamente a produtividade da canola e o lucro do produtor. Tendo em vista isso, a semeadura da canola em fevereiro, na região do planalto Serrano de Santa Catarina, pode minimizar os riscos da incidência de geadas na cultura, evitando, dessa forma, que a produtividade seja comprometida.

A região Serrana de Santa Catarina, onde está localizado o município de Curitibanos, possui uma janela de cultivo não aproveitada entre os meses de fevereiro/março e junho/julho, que representa o período entre a colheita das culturas da soja e feijão até a semeadura do trigo. Conhecendo o potencial de adaptação da canola em condição de temperaturas mais elevadas, existe a possibilidade de cultivo da espécie nesta janela, permitindo ainda ao produtor realizar a semeadura de trigo ou pastagem de inverno posterior a colheita da canola.

2 | OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo estudar a adaptação da cultura da canola em condição de safrinha no Planalto Serrano Catarinense.

2.1 Objetivos específicos

Avaliar a influência da época de semeadura sobre o crescimento, desenvolvimento e produtividade de híbridos de canola;

Estudar as interações entre híbridos de canola com ciclo contrastante e épocas de cultivo na região de Curitiba;

Avaliar a viabilidade de uma safrinha de canola em sucessão com soja ou feijão na região de Curitiba.

3 | MATERIAL E MÉTODOS

a. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O estudo foi conduzido na estação experimental da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Curitiba, no período entre setembro de 2015 e julho de 2016. A área experimental está situada nas coordenadas geográficas 27°16'26.55" S e 50°30'14.41W, com altitude média de 1000 metros. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região denomina-se Cfb temperado, mesotérmico úmido e verão ameno, com temperatura média entre 15°C e 25°C e precipitação média anual de 1500 mm.

b. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram formadas pela época de semeadura, definidas pela colheita das culturas da soja e/ou feijão, que foram semeadas em 10 de outubro e 10 de novembro de 2015. As subparcelas foram formadas por três híbridos de canola (Hyola 76, Hyola 61 e Hyola 411), em sucessão à safra de verão. Cada parcela era composta por cinco linhas de semeadura espaçadas 0,40 metros entre si e com 21 metros de comprimento. As subparcelas foram compostas por cinco linhas espaçadas 0,40 metros entre si e com sete metros de comprimento. A área útil de cada subparcela foi considerada como três linhas centrais desconsiderando-se 1,0 metro de cada extremidade.

A cultivar de soja utilizada foi a BMX Veloz 5953, que apresenta porte médio, hábito de crescimento indeterminado e ciclo precoce. Possui resistência ao acamamento, ao cancro da haste e a podridão radicular de *Phytophthora*. É altamente exigente em fertilidade e possui sanidade de raiz e potencial produtivo elevado. A cultivar de feijão utilizada foi a IPR Tangará, que apresenta hábito de crescimento indeterminado, plantas de porte ereto com guias longas e ciclo médio de 87 dias entre emergência e colheita. Possui resistência ao mosaico comum, murcha de *Curtobacterium*, murcha de

Fusarium e ferrugem, além de resistência moderado ao oídio.

Os híbridos de canola utilizados foram Hyola 411, Hyola 61 e Hyola 76, cedidos pela Embrapa Trigo de Passo Fundo – RS. O Hyola 411 é um híbrido de ciclo precoce indicado para solos de elevada fertilidade. O Hyola 61 possui ciclo médio com elevada estabilidade de rendimento de grãos e ampla adaptação, excelente desempenho tanto sob deficiência hídrica como sob frio intenso. O Hyola 76 é um híbrido de ciclo precoce, possui vigor inicial excelente e uma boa uniformidade de maturação.

3.2 Instalação e condução do experimento

3.2.1 Safra de verão

O experimento foi conduzido em condições de campo, em sistema de semeadura direta, tendo o trigo como cultura antecessora. Foi utilizado para a semeadura um trator John Deere, modelo 5085E e uma semeadora-adubadora Vence Tudo, modelo AS 11500. As culturas da soja e do feijão foram semeadas nas datas descritas anteriormente. Utilizou-se adubação de base com 300 kg ha⁻¹ de adubo formulado 00-20-20 (N-P-K). Antes da semeadura as sementes utilizadas foram devidamente tratadas com fungicidas e inseticidas e em seguidas inoculadas com estirpes recomendadas, visando promover a fixação biológica de nitrogênio.

Para soja, foram semeadas 18 sementes por metro, enquanto para a cultura do feijão eram semeadas 14 sementes por metro. O manejo das culturas foi realizado de acordo com a necessidade e com as recomendações técnicas. Na fase de maturação fisiológica das plantas, realizou-se a dessecação, através da aplicação do herbicida Paraquat®, visando acelerar a colheita e antecipar ao máximo a semeadura da canola em safrinha.

3.2.2 Safrinha de canola

A semeadura dos híbridos de canola foi realizada de forma manual. As linhas de cultivo foram previamente demarcadas e adubadas com auxílio de uma semeadora adubadora. Semeando 30 sementes por metro, visando a obtenção de 20 plantas uniformes por metro, após desbaste. A adubação de base utilizada foi de 250 kg ha⁻¹ de adubo formulado 04-14-08 (N-P-K). A adubação de cobertura foi realizada no estágio de quatro folhas verdadeiras, aplicando-se 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia. O manejo da cultura como, controle fitossanitário, por exemplo, foi realizado conforme a necessidade e as recomendações técnicas para a cultura.

4 | AVALIAÇÕES

4.1 Safra de verão

Durante o período de condução das culturas da soja e feijão foi determinada a

duração das principais fases do desenvolvimento, como: (i) emergência até o início do florescimento; (ii) florescimento até a maturação fisiológica. Ao final do ciclo das culturas foram avaliados os componentes da produção (número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de grãos por planta e peso de mil sementes) e a produtividade de grãos, ajustada para 13% de umidade.

4.2 Safrinha de canola

(a) Duração das fases de desenvolvimento

Durante o período de condução da cultura da canola foi determinada a duração das principais fases do desenvolvimento da cultura, como: (i) emergência até o início do florescimento; (ii) início do florescimento até o início do desenvolvimento das síliquas e; (iii) início do desenvolvimento das síliquas até a maturação.

(b) Avaliações biométricas

As características biométricas foram determinadas na fase de maturação da cultura em 15 plantas colhidas ao acaso dentro de cada subparcela, nas quais foram determinadas:

- Altura de planta;
- Altura de inserção da primeira síliqua;
- Comprimento da porção produtiva;

(c) Componentes da produção e produtividade

Os componentes da produção foram determinados na fase de maturação da cultura, em 15 plantas colhidas ao acaso dentro de cada subparcela, nas quais foi determinado número de síliquas por planta;

4.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e quando encontradas diferenças significativas as médias serão contrastadas pelo teste t ($p < 0,05$).

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

(a) Safra De Verão

Foram encontrados inúmeros problemas na condução do experimento de verão. Após a semeadura as culturas apresentaram rápida germinação e iniciaram a emergência aproximadamente aos cinco dias após a semeadura. A partir desta fase, houve um intenso ataque de lebres silvestres (*Lepus europaeus*) na área, as quais se alimentam de plântulas recém-emergidas. Como resultado, em quase todas

as parcelas houve perda total do stand de plantas, inviabilizando qualquer tipo de avaliação quanto ao crescimento ou aspectos produtivos das culturas.

Após com o que se identificou como final do ciclo das plantas restantes do cultivo de verão procedeu-se a dessecação da área para a implantação da segunda fase do projeto. A semeadura dos híbridos de canola foi realizada de forma manual. As linhas de cultivo foram previamente demarcadas e adubadas com auxílio de uma semeadora adubadora. Foram realizadas duas capinas manuais para manejo de plantas daninhas na área principalmente Tiririca (*Cyperus rotundus*), que, em função das falhas de stand do cultivo anterior, ocorreram com maior intensidade.

Na Figura 1 é possível observar as falhas de stand provocadas pelo intenso ataque de lebres no campo, o que impediu grande parte das avaliações no cultivo de verão. Desta forma, não foi possível realizar a avaliação de componentes da produção ou mesmo da produtividade. Uma nova semeadura também estava fora de cogitação, visto que a principal característica do tratamento era a época de semeadura.



Figura 1. Perda de stand de plantas de soja e feijão causados pelo ataque de lebres silvestres. Curitiba (SC) 2016.

Nas Figuras 2 e 3 são apresentados os dados referentes à duração dos estádios fenológicos das culturas do feijão e da soja nas duas épocas de semeadura. Estas foram as únicas avaliações possíveis de serem realizadas, em virtude dos problemas descritos.

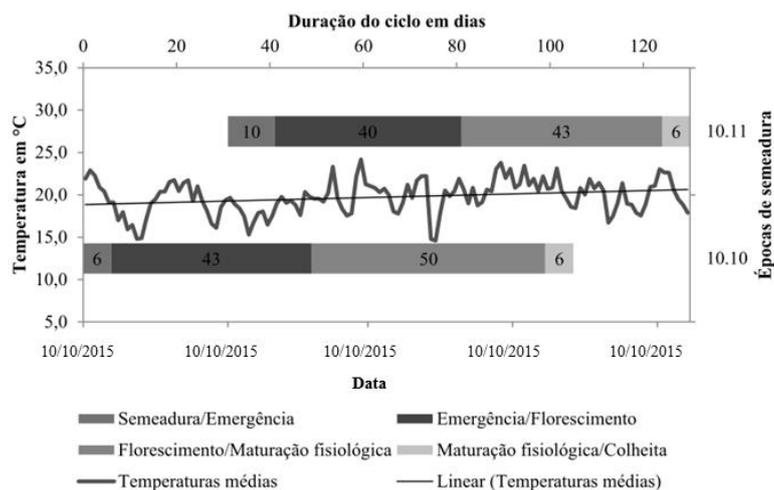


Figura 2. Duração das principais fases do ciclo de plantas de feijão, IPR Tangará, semeadas em duas épocas. Curitibaanos (SC) 2016.

Nota-se na Figura 2 que a segunda época de semeadura da soja (10/11/2014) apresentou menor duração de ciclo, sendo essa redução observada no período entre o estágio de início de florescimento (R1) e maturação fisiológica (R7). Essa redução de ciclo ocorre pela sensibilidade termofotoperiódica apresentada pela cultura, sendo que a segunda época de semeadura apresenta índices de fotoperíodo e temperaturas médias maiores se comparada a primeira época de semeadura (10/10). Observa-se que a segunda época de semeadura (10 de novembro) de feijão também apresentou redução na duração do ciclo da cultura, mas no feijão essa redução ocorreu entre as fases de emergência (VE) e início do florescimento (R1) e também entre as fases de R1 e R9 (maturação fisiológica). Para a cultura do feijão o fator determinante para essa redução de ciclo é a temperatura, visto que o feijão é uma cultura fotoneutra. No tratamento com semeadura em 10 de novembro para o feijão nota-se um período maior para a emergência da cultura. Este fato para as duas culturas, em virtude dos baixos índices pluviométricos após a semeadura e temperaturas menores após a semeadura, quando comparada a 1ª época.

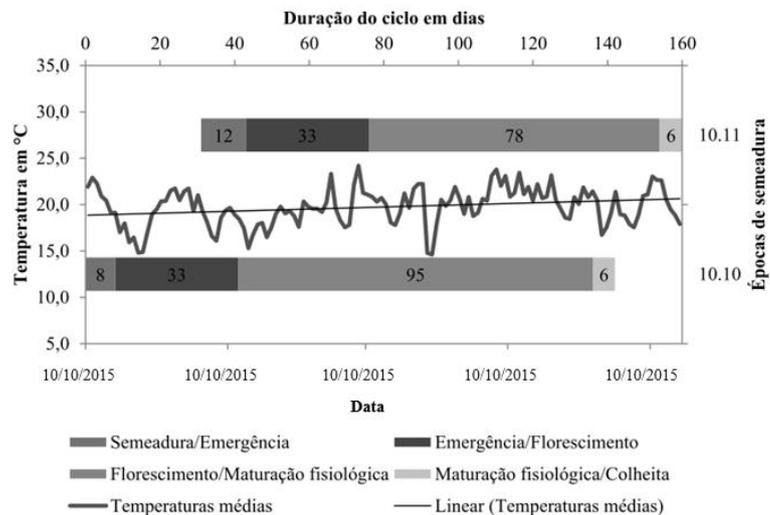


Figura 3. Duração das principais fases do ciclo de plantas de soja, BMX Veloz 5953, semeadas em duas épocas. Curitiba (SC) 2016.

(b) Safrinha De Canola

Na Figura 4 pode-se observar o desenvolvimento da cultura da canola nas épocas de semeadura propostas em maio de 2016. Na primeira época os genótipos já encontram-se em pleno desenvolvimento das síliquas, enquanto na última época, as plantas encontram-se no período de florescimento.



Figura 4. Estádio de desenvolvimento de plantas de canola. (a) plantas da primeira época; (b) plantas da segunda época. Curitiba (SC) 2016.

(c) Duração das fases

O ciclo completo da canola não pode ser analisado. Na segunda quinzena de abril ocorreram baixas temperaturas (Figura 6) e uma geada fora de época (Figura 5), o que acarretou no comprometimento do fechamento do ciclo da cultura.



Figura 5. Sintomas em plantas de canola após ocorrência de geada severa no mês de abril de 2016.

Na época de ocorrência da geada, plantas da época 1 de semeadura estavam na fase de floração e início de enchimento de grãos, enquanto plantas das épocas 2 e 3 estavam na fase de florescimento e fase vegetativa, respectivamente. Em trabalho realizado por PEGORARO (2016), também houve a ocorrência de geadas. Mesmo a segunda época de semeadura, que apresentava os grãos no final do enchimento, com coloração levemente marrom, após a geada apresentou apenas grãos chochos, inviabilizando a colheita da cultura. Nas duas primeiras épocas foi observado o abortamento de flores e síliquas, levando ao comprometimento de produção. A seguir pode-se observar os dados da estação meteorológica da Universidade Federal de Santa Catarina no mês de abril quando houve a ocorrência da geada.

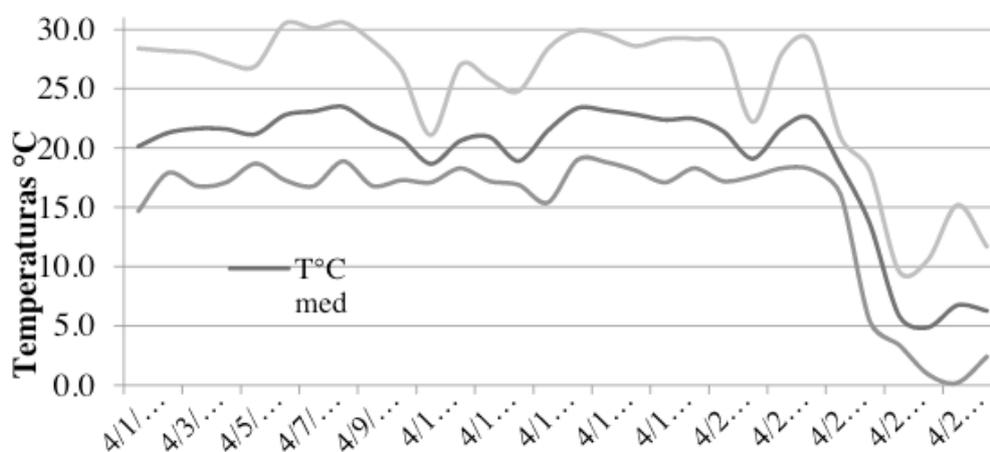


Figura 6. Temperaturas ocorridas no mês de abril, incluindo geada ao fim do mês.

Para semeadura realizada em 11 de janeiro (Figura 7) os híbridos Hyola 61, Hyola 76 e Hyola 411 apresentaram um período de 52, 69 e 42 dias entre as fases de emergência e florescimento e de 70, 78 e 54 dias até o surgimento das síliquas,

respectivamente. Para a semeadura realizada em 22 de janeiro os híbridos Hyola 433, Hyola 61, Hyola 76 apresentaram respectivamente 62, 72 e 58 dias entre emergência e florescimento. Para semeadura realizada em 4 de março, os híbridos Hyola 433, Hyola 61, Hyola 76 apresentaram respectivamente 112, 112 e 60 dias entre emergência até o florescimento

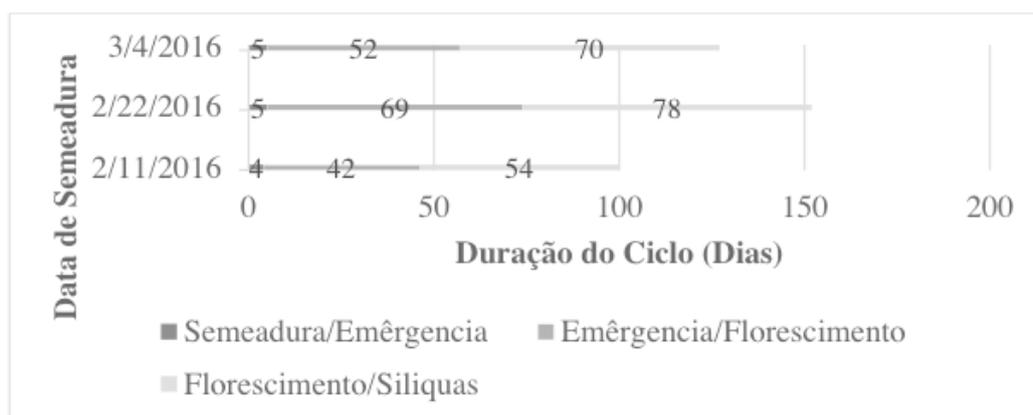


Figura 7. Duração das principais fases do ciclo dos híbridos de canola, Hyola 61, Hyola 76 e Hyola 411 semeados na primeira época. Curitibaanos (SC) 2016.

Pode-se observar que o ciclo se estendeu nas épocas 2 e 3 comparados a época 1, este fator pode ser explicado por as diferenças de temperatura ocorridas. Em trabalho realizado por PEGORARO (2016) notou-se que o ciclo da cultura foi prolongado em plantios mais tardios, devido as menores médias de temperaturas encontradas durante ciclo da cultura, visto que a temperatura é um fator determinante para a duração do ciclo da canola. Em trabalho realizado por Hrchorovitch et al. (2014) sobre época de semeadura para a cultura da canola, os autores citam dados de ciclo da cultura, com plantio realizado em 09 de março, para os híbridos Hyola 433, 61, 76, respectivamente, 49,7, 53,7 e 57,7 dias entre as fases de emergência e início da floração.

(d) Avaliações biométricas

Devido à ocorrência da geada e ao ataque de pássaros não foi possível realizar a avaliação produtiva da cultura. Em trabalho de PEGORARO (2016) relatou-se que também ocorreram o ataque de pássaros na cultura, comprometendo a colheita. Desta forma foi realizada apenas a avaliação no número de siliquas por planta na primeira época de semeadura dos híbridos testados. A colheita foi realizada no dia 24 de junho para os híbridos Hyola 411 e 61 e no dia 25 de julho para o híbrido Hyola 76. Desta maneira estão presentes na análise estatística apenas os híbridos da primeira época.

O híbrido Hyola 76 mostrou-se superior para altura de plantas e altura de inserção da primeira síliqua, entretanto foi a que apresentou a menor comprimento da porção produtiva e menor número de siliquas por planta (Tabela 1). Os híbridos Hyola 61 e Hyola 411 apresentaram-se semelhantes em todos os aspectos, sendo que o Hyola 411 foi o mais precoce e apresentou maior altura de planta. Em trabalho realizado

por Hrchorovitch et al. (2014), o híbrido Hyola 76 obteve maiores médias de altura se igualando aos dados obtidos no presente trabalho. Dados semelhantes também foram encontrados em trabalho realizado por Pegoraro (2016).

FV	AP (cm)	AIS (cm)	NSP	PP (cm)
Bloco	2,36	1,04	8,11	0,16
Híbrido	49,48**	39,73**	10,20**	2,31 ^{ns}
Média	120,24	69,32	2412,16	50,92
CV (%)	3,18	7,91	28,11	10,12
Híbrido	AP (cm)	AIS (cm)	NSP	PP (cm)
Hyola 61	110,06 _a	56,05 a	2759,5 a	54,50 a
Hyola 76	135,99 _b	91,17 b	892,0 b	47,33 a
Hyola 411	116,96 _a	64,00 a	2867,0 a	53,31 a

Tabela 1. Resumo da análise de variância (valores de F) e comparação das médias de parâmetros biométricos de híbridos de canola semeados em 11 de fevereiro de 2016. Curitiba (SC), 2016.

AP (Altura de planta), AIS (Altura de inserção da primeira siliqua), NSP (Número de siliquas por planta) e PP (Comprimento ad porção produtiva). Médias seguidas da mesma letra dão diferem entre si pelo teste t de Student ($p < 0,05$).

6 | CONCLUSÕES

- A ocorrência de geadas e outros fatores ambientais que não puderam ser controlados prejudicaram a obtenção de resultados conclusivos;
- O híbrido de canola Hyola 411 semeado em 11 de fevereiro de 2016 apresentou bom potencial para cultivo em safrinha em função de seu ciclo precoce.
- Se faz necessário o desenvolvimento de novos estudos para analisar a adaptação dos híbridos de canola no cultivo safrinha na região de Curitiba.

REFERÊNCIAS

KAEFER, J.E.; GUIMARÃES, V.F.; RICHART, A.; TOMM, G.O.; MULLER, A.L. **Produtividade de grãos e componentes de produção da canola de acordo com fontes e doses de nitrogênio.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.49, n.4, p.273-280, abr. 2014.

LUZ, Gean Lopes da. **Exigência térmica e produtividade de canola em diferentes épocas de semeadura em Santa Maria-RS.** 2011. 69 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Departamento de Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

HRCHOROVITCH, Valtecir Andre et al. **EFEITO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA NAS CARACTERÍSTICAS FENOMÉTRICAS DE HÍBRIDOS DE CANOLA.** 1º Simpósio Latino Americano

de Canola, Passo Fundo, 1., 2014. p.1-5.

PEGORARO, A. **Inserção da canola em sistema de cultivo na microregião de curitibanos-sc.** 2016. Curso de agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2016.

TOMM, G.O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 68p.

TOMM, G.O. **Canola: alternativa de renda e benefícios para os cultivos seguintes.** Revista Plantio Direto, v. 15, n. 94, p. 4-8, jul./ago. 2006.

TOMM, G.O.; WIETHOLTER, S.; DALMAGO, G.A.; SANTOS, H. P. dos. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 41 p. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do113.htm>. Acesso em:15 set. 2014.

APLICAÇÃO DO DIAGNÓSTICO RÁPIDO DA ESTRUTURA DO SOLO (DRES) NO PROJETO DE ASSENTAMENTO NOSSA SENHORA DO PERPÉTUO SOCORRO

Thamires Oliveira Gomes

Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará. Marabá – Pará

Gleidson Marques Pereira

Mestre em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal do Ceará. Marabá - Pará

Thayrine Silva Matos

Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará. Marabá - Pará

Jhuan Santana Silva Brito

Graduando em Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará. Marabá - Pará

Eliane de Castro Coutinho

Doutora em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Pará. Belém - Pará

Gleicy Karen Abdon Alves Paes

Mestre em Engenharia de Transporte, Instituto Militar de Engenharia. Belém - Pará

Seidel Ferreira dos Santos

Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte, Universidade Federal do Amazonas. Belém - Pará

RESUMO: O fator que mais influencia a formação do solo é seu material de origem onde sua composição química e mineralógica determinam a textura do solo e a riqueza de nutrientes. A busca por processos rápidos e de baixo custo tem se tornado a melhor alternativa, como por exemplo, o uso do Diagnostico Rápido da Estrutura do Solo (DRES). Diante disso, o

objetivo do trabalho foi qualificar a estrutura do solo no projeto de assentamento (PA) Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, no município de Marabá, no Sudeste Paraense, através do método de campo (DRES) proposto pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Foi realizada a coleta de amostras de solo em três tratamentos na área, sendo área de sistema agroflorestal (P1) com implantação de cinco anos de idade, área de pastagem (*Brachiaria brizantha*) abandonada (P2) e área de reserva legal (P3). A partir dos resultados pode-se observar que os dois primeiros tratamentos P1 e P2 apresentaram indicativos de degradação e muita compactação, sendo o tratamento P1 o que evidenciou mais baixa qualidade que pode estar relacionado com a recente queima da área. O solo P3 apresentou evidências de conservação e maiores quantidades de matéria orgânica, presença de raízes superficiais, os agregados com características grumosas, tendo o solo menos compactado. Assim, o DRES permitiu de maneira rápida e simples a caracterização e análise da qualidade estrutural do solo, sendo possível por meio dele à indicação preliminar de formas de manejo a serem implantadas para a melhoria das propriedades do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Física do solo; diagnóstico rápido; manejo.

ABSTRACT: The factor that most influences

soil formation is its source material where its chemical and mineralogical composition determines soil texture and nutrient richness. The search for fast and low cost processes has become the best alternative, for example, the use of Rapid Soil Structure Diagnosis (DRES). Therefore, the objective of this work was to qualify the soil structure in the settlement of the Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, in the municipality of Marabá, in the southeast of Paraense, using the field method (DRES) proposed by the Brazilian Agricultural Research Corporation. Soil samples were collected in three treatments in the area, being an agroforestry system area (P1) with five year old implantation, abandoned pasture area (P2) and legal reserve area (P3). From the results it can be observed that the first two treatments P1 and P2 presented indications of degradation and much compaction, being the treatment P1 which evidenced the lowest quality that may be related to the recent burning of the area. Soil P3 presented evidence of conservation and higher amounts of organic matter, presence of superficial roots, aggregates with lumpy characteristics, and soil less compacted. Thus, the DRES allowed the characterization and analysis of soil structural quality in a quick and simple way, and it was possible by means of the preliminary indication of management forms to be implemented to improve soil properties.

KEYWORDS: Soil physics; rapid diagnosis; management.

INTRODUÇÃO

O solo é um sistema constituído por partes sólidas, físicas e gasosas oriundas de fontes minerais e orgânicas, e o mesmo é também formado por horizontes, que possibilitam diferenciar e classificar os tipos de solo (MENDONÇA, 2010). O fator que mais influencia a formação do solo é seu material de origem, onde sua composição química inicial e sua constituição mineralógica determinam a textura do solo, sua mineralogia e a riqueza de nutrientes (RAIJ, 2011). Entretanto, as práticas de manejo do solo e das culturas podem provocar alterações nos atributos do solo, podendo causar perda de qualidade, afetando a sustentabilidade ambiental e econômica da atividade no qual o solo esteja submetido (NIERO et al 2010).

Esses índices de degradação ou conservação do solo podem ser averiguados e corrigidos de acordo com a sua estrutura, pois estas estão intimamente ligadas com os processos físicos, químicos e biológicos (GENNARO et al., 2015). Segundo Dexter (2004), quando se melhora a qualidade física de determinado solo, indiretamente ocorre à melhoria de suas condições biológicas e químicas, uma vez que esses aspectos de qualidade do solo são interdependentes.

Diante disso, para realizar a análise do solo a fim de melhora-lo existem vários métodos, porém que demandam tempo em laboratório e gastos com diversos materiais. Por isso, a busca por processos rápidos e de baixo custo tem se tornado a melhor alternativa, como por exemplo, o uso do Diagnostico Rápido da Estrutura do Solo (DRES). Esse método se trata de um processo que caracteriza as camadas superficiais do solo nos primeiros 25 cm, a partir de avaliação visual do tamanho dos torrões

ou agregados bem como outros atributos presentes, tais como: atividade biológica, tamanho das raízes pivotantes, entre outros (RALISCH et al., 2017). Ressalta-se que o DRES, pode ser conduzido sem auxílio técnico, ou seja, qualquer pessoa pode realizar os procedimentos de diagnóstico do solo, além disso, é uma metodologia pouco evasiva. Com esse método é possível identificar áreas que necessitam de estudos mais detalhados ou uma readequação do solo.

Levando em consideração esses aspectos, o objetivo do trabalho foi qualificar a estrutura do solo no projeto de assentamento (PA) Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, de forma interpretativa, através do método de campo (DRES) proposto pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Albuquerque et al., (1995), existem dois aspectos pelo qual a estrutura do solo pode ser analisada sendo elas “avaliação de parâmetros relacionados à forma da estrutura, como densidade do solo e porosidade, e avaliações de parâmetros relacionados à estabilidade da estrutura”. Esta última, por sua vez, aumenta quanto maior a quantidade de matéria orgânica presente no solo. Isto permite melhor estabilidade aos agregados que são formados (COSTA et al., 2004).

Silva et al., (2017) ao realizarem um diagnóstico rápido do solo em uma área de soja, e em uma área de frutíferas concluíram que após o diagnóstico a área apresentava características estruturais adequadas para o plantio da soja necessitando apenas de um sistema de aporte de fitomassa e raízes (gramíneas). E o solo avaliado em área de frutíferas também apresentava características estruturais favoráveis, sendo necessária a inserção de mais culturas a área e a gradagem do solo. O uso do DRES se constitui em uma ferramenta promissora que pode reduzir práticas mecanizadas desnecessárias e auxiliar na identificação da camada afetada a ser corrigida.

METODOLOGIA

Descrição da área de estudo

Segundo o Instituto de Terras do Pará – ITERPA (2017), projeto de assentamento (PA) Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, localizado no município de Marabá (sudeste paraense), foi criado em 1999, contendo 58 famílias distribuídas em um total de 1.629,9452 hectares. O estudo foi conduzido no lote 23, da assentada Marina Santos Silva, situada à latitude 5°17'57" (S) e longitude 49°08'58" (W).

Procedimento de coleta

O solo em que predomina na região pertence ao grupo Latossolo Vermelho-Amarelo, o terreno está dividido em uma área de sistema agroflorestral (P1) com implantação de cinco anos de idade, área de pastagem (*Brachiaria brizantha*)

abandonada (P2) e área de reserva legal (P3), ambas com processo de regeneração natural de seis e dez anos respectivamente.

As coletas foram realizadas no mês de setembro, denominadas de P1, P2 e P3, evitou-se o período muito úmido ou de estiagem, para não influenciar nos resultados, pois o teor de água solo pode promover o esboroamento e a manipulação das amostras, interferindo no resultado final, sendo necessário se realizar a coleta nas condições mais próximas da consistência friável.

Anteriormente a coleta se fez a limpeza da área a ser coletada, retirando a cobertura vegetal presente. O delineamento utilizado para a escolha dos pontos de coleta foi inteiramente casualizado, evitando linhas de acesso, áreas em erosão, pontos de acúmulo de matéria orgânica.

Foi utilizada a metodologia de Ralisch et al. (2017) utilizada pela Embrapa no documento sobre DRES. Abrindo-se minitrincheiras (Figura 01a) de 40 cm de comprimento, 30 cm de largura e 30 cm de profundidade, com o auxílio de enxadão e pá de corte, sendo feita a remoção das amostras perpendicularmente as linhas de cultivo, evitando a quebra da superfície das duas paredes de maior comprimento para não influenciar na análise das amostras. Em seguida foi realizada a remoção do bloco com 10 cm de espessura, 20 cm de largura e 25 cm de profundidade (Figura 01b), sendo retirado da parede de maior comprimento e menos danificado, utilizando uma pá de corte reta. O bloco foi colocado em uma bandeja plástica de 25 cm de largura, 50 cm de comprimento e 15 cm de altura, para se realizar a fragmentação do bloco do centro para as laterais da bandeja, aplicando força com as mãos para o rompimento dos blocos para identificar pontos de menor coesão na amostra.

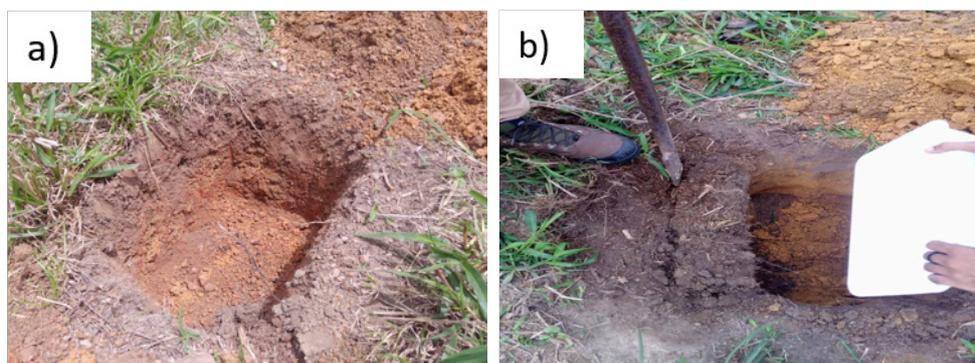


Figura 01, a e b - Abertura da minitrincheira e retirada do bloco de solo. Fonte: Própria

Análise das amostras

Após a coleta se realizou a avaliação visual das amostras (Figura 02), levando em consideração as evidências de degradação ou conservação/recuperação do solo e proporção visual da ocorrência dos diferentes tamanhos de agregados após a manipulação da amostra. Atribuindo-se notas de um a seis as camadas (Qe0), tendo nota seis às amostras com maiores índices de conservação e igual ou inferior a três com indicativos de degradação.



Figura 02: Análise de presença de raízes. Fonte: Própria

Utilizam-se as notas para calcular o índice de qualidade estrutural do solo da amostra (IQEA) e índice de qualidade estrutural do solo (IQES). De acordo com as equações a seguir:

$$\text{Onde: } \quad \mathbf{IQEA = [(Ec1 * Qec1) + (Ec2 * Qec2) + (Ec3 * Qec3)] / Etotat}$$

IQEA: índice de qualidade estrutural do solo da amostra;

Ec: espessura da camada em centímetros;

Qec: nota de qualidade estrutural de cada camada;

Etotal: espessura ou profundidade total da amostra.

$$\text{Onde: } \quad \mathbf{IQES = (IQEA1 + IQEA2 + \dots + IQEA_n) / n}$$

IQES: índice de qualidade estrutural do solo na gleba avaliada

n: número total de amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Evidências de degradação ou conservação da estrutura do solo

O solo P3 apresentou evidências de conservação/recuperação (Figura 03), observando-se maiores quantidades de matéria orgânica, presença de raízes superficiais, e nos agregados com características grumosas, apresentando o solo menor grau de compactação, e ainda apresenta uma transição gradual entre suas camadas, havendo evidências de atividades biológicas devido ser uma área em fase de regeneração.

As áreas P1 e P2 mostraram-se com indicativos de degradação (Figura 03), ambas apresentando nas duas camadas com alto grau de compactação, com presença de raízes superficiais tortas, achatadas e crescendo preferencialmente nas fissuras no P2, e quase inexistente no P1. O ponto P2 apresentou atividades biológicas explicado pela alta disponibilidade de material para decomposição evidenciando uma pequena camada de matéria orgânica. Para Redin et al, (2011), tal fato explicado em áreas de pastagem com indicadores de degradação está mais relacionada com a questão de química de solo do que de estrutura. E na área P1, baixa qualidade relacionado

com a recente queima da área, provocando a médio e longo prazo à deterioração das propriedades químicas do solo com redução do seu potencial produtivo.



Figura 03 – Distinção de camadas de solo com diferentes características morfológicas. Fonte: Própria

CLASSES DE TAMANHO DE AGREGADOS

O tamanho dos agregados facilita a identificação visual e determinação das situações de degradação ou conservação/recuperação do solo. Nas camadas de P1 se obtiveram valores considerados como evidencia de degradação, sendo valores acima de 7 cm. Representando a compactação excessiva desse solo causada por ações de manejo inadequadas, tendo ainda um potencial de regeneração mais lento, segundo Freddi et al., (2015), essas propriedades influenciam de maneira negativa nas propriedades do solo e conseqüentemente sendo prejudicial no desenvolvimento vegetal

No P2 ambas as camadas apresentaram classe de agregados com medida entre 4 e 7 cm, sendo típicos de solo que estão em processo de compactação ou se recuperando de alguma intempérie para retornar a sua condição natural, confirmando as condições dessa área de pastagem abandonada. É comum nessas áreas se encontrar presença de raízes em desenvolvimento combinada com a deposição de uma camada vegetal, propiciando matéria orgânica necessária para a recomposição desse solo.

Quanto ao tamanho dos agregados, nas duas camadas separadas de P3, a superficial e a mais profunda obtém variância de medida de 2 a 4, respectivamente. Scapinelli et al., (2016) considera uma condição de boa qualidade do solo, quando combinada com outras características favoráveis nas propriedades físicas e biológicas do solo potencializam a sua fertilidade e ocasionando no aumento da produtividade das culturas. Porém somente a medida do agregado não confere índices de conservação no solo, pois é necessário se ter a combinação de outras características para atribuir nota que define qualidade neste solo.

IQEA E IQES

Posteriormente a análise de qualidade visual dos três tratamentos se realizou a

atribuição de notas às camadas dos solos, realizando os cálculos de IQEA (Tabela 01), atribuindo-se para E_c e E_{total} os valores de 12,5 e 25 cm, respectivamente, pois com a separação das amostras em duas camadas de 12,5 cm, totalizando os 25 cm. A partir dos valores de IQEA, se calculou o IQES, somando-se o primeiro valor do IQEA com o total de amostras, obtendo-se o valor de 3,16, sendo considerado de acordo com a metodologia de Ralisch et al., (2017), de qualidade estrutural regular, evidenciando a necessidade de aprimorar os sistemas de produção e manejo com a diversificação de culturas com capacidade produtiva de biomassa e evitar atividades mecanizadas no preparo do solo afim de diminuir a compactação desse solo.

Ponto	Qec1	Qec2	Ec (cm)	Etotal (cm)	IQEA
P1	2	2	12,5	25	2
P2	3	3	12,5	25	3
P3	5	4	12,5	25	4,5

Tabela 01: Resultados do calculo de IQEA, a partir dos valores atribuídos às camadas. Fonte: Própria

CONCLUSÕES

Com a determinação de solos com sinais de degradação, o método de campo DRES permitiu de maneira rápida e simples a caracterização da qualidade estrutural do solo, sendo possível por meio dele à indicação preliminar de formas de manejo a serem implantadas para a melhoria da qualidade do solo em pequenas áreas. Motivo do DRES caracterizar mais um auxílio para as análises, identificando áreas que necessitam de estudos, ou ações mitigadoras de manejo, mas não eliminando a necessidade da aplicação de avaliações mais detalhadas das propriedades do solo. Para uma gestão segura dos recursos naturais, a análise quantitativa e a interpretação dos atributos físicos do DRES estabelecem uma inovação tecnológica nas práticas conservacionista do solo.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C.; FORTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 115-119, 1995.
- COSTA, F. Z. BAYER, C. ALBUQUERQUE, J. A. FONTOURA, S. M. V. Aumento de matéria orgânica num Latossolo bruno em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 587-589, 2004.
- DEXTER, A. R. Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, Amsterdam, v. 120, p. 201-214, jun. 2004.
- FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; ALMEIDA, C. X. Compactação de um Latossolo Vermelho de textura argilosa afetando o sistema radicular e a produtividade do milho. **Revista Ceres**, 56(5). 2015.

GENNARO, L. A.; SOUZA, Z. M.; SILVA, L. F. S.; COOPER, M.; CAMPOS, M. C. C. Estrutura do solo sob feijão irrigado e diferentes manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 39(2). 2015.

MENDONÇA, J. F. B. Solo: substrato da vida. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010, 129 f.

MUELLER, L.; KAY, B. D.; DEEN, B.; HU, C.; ZHANG, Y.; WOLFF, M.; EULENSTEIN, F.; SCHINDLER, U. Visual assessment of soil structure: Evaluation of methodologies on sites in Canada, China and Germany: Part I: Comparing visual methods and linking them with soil physical data and grain yield of cereals. *Soil & Tillage Research*, v. 103, p.178- 187, 2009.

NIERO, L. A. C.; DECHEN, S. C. F.; COELHO, R. M.; MARIA, I. C. de. Avaliações visuais como índice de qualidade do solo e sua validação por análises físicas e químicas em um latossolo vermelho distroférico com usos e manejos distintos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 4, p.1772-1782, ago. 2010.

RALISCH, R.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; TOMAZI, M.; HERNANI, L. C.; MELO, A. S.; SANTI, A.; MARTINS, A. L. S.; BONA, F. D. Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo – DRES. 1. ed. Londrina: **Embrapa Soja**, 2017, 64 f.

REDIN, M.; SANTOS, G. F.; MIGUEL, P.; DENEGA, G. L.; LUPATINI, M.; DONEDA, A.; SOUZA, E. L. Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. **Ciência Florestal**, 21(2), 381-392. 2011.

SCAPINELLI, A.; DEINA, F. R.; JUNIOR, D. D. V.; VALADÃO, F. C. A.; PEREIRA, L. B. Sistema radicular e componentes produtivos do girassol em solo compactado. **Revista Bragantia**, 75(4), 474-486. 2016.

SILVA, B. P. P. C. da; SOARES, L. M.; SOUSA JUNIOR, A. N. J. I.; BARBOSA, I. C. C. Avaliação estrutural do solo em uma área de soja através de um diagnóstico rápido. In: II CONGRESSO INTERNACIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS, 3., 2017, Natal. **Anais**. Natal, 2017. p. 1 - 6.

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

AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO LATOSSOLO AMARELO TEXTURA MÉDIA SOB O EFEITO RESIDUAL DE ADUBAÇÃO EM PLANTAS DE “SORRISO DE MARIA” (ASTER ROX) NA REGIÃO DO NORDESTE PARAENSE

Hiago Marcelo Lima da Silva

Graduado em bacharelado em ciências biológicas pela universidade federal rural da Amazônia, Capanema-pará;

Alasse Oliveira da Silva

Graduando do curso de agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema-pará;

Dioclea Almeida Seabra Silva

Professora da Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema-pará;

Ismael de Jesus Matos Viégas

Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema pará;

Camilly Ribeiro Fernandes

Graduanda do curso de agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema pará.

RESUMO: O cultivo de flores ainda é caracterizado como sendo uma área de poucos estudos científicos, principalmente com relação à fertilidade do solo o que requer doses de adubação ao início de cada produção. Com isso, este trabalho teve por objetivo analisar o efeito residual da adubação de macro e micronutrientes em plantas de “Sorriso de Maria” (*Aster rox*), cultivadas em função da técnica do elemento faltante como proposta de diminuir doses de adubação no solo, com a finalidade de dar sustentabilidade a produção de flores.

O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso (DIC), com 10 tratamentos (Test. – Cal, Completo + Cal, Completo – Cal, ON+Cal, OP+Cal, OK+Cal, OS+Cal, OMn+Cal, OCa-Cal e OMg-Cal) e 5 repetições, perfazendo um total de 50 parcelas experimentais. Foi utilizado o substrato de Latossolo Amarelo Textura média para avaliação do desenvolvimento das plantas sob o efeito residual da adubação realizada no primeiro corte de *Aster*. Não houve diferença estatística entre os tratamentos para os valores de altura planta, diâmetro do coleto e número de folhas, quando avaliado no terceiro corte de cultivo. No entanto, houve diferença significativa entre os tratamentos relacionados à Matéria seca e matéria fresca das plantas. Sendo assim, a omissão de N, K, P, S, Ca, Mn e Mg não influenciaram nas variáveis biométricas das plantas o que caracteriza que o produtor rural pode produzir flores de “Sorriso de Maria” garantindo a sua sustentabilidade econômica e social no sistema agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: Biometria, exploração, Sorriso de Maria, Calagem.

ABSTRACT: The cultivation of flowers is still characterized as being an area of few scientific studies, mainly with respect to the fertility of the soil which requires doses of fertilization at the beginning of each production. The aim of this work was to analyze the residual effect of macro

and micronutrient fertilization on "Sorriso de Maria" (*Aster rox*) plants, cultivated as a function of the missing element technique as a proposal to reduce fertilization rates in the soil, with the purpose of giving sustainability to flower production. The experimental design was completely randomized (DIC), with 10 treatments (Test - Cal, Completo + Cal, Completo - Cal, ON + Cal, OP + Cal, OK + Cal, OS + Cal, OMn + Cal, OCa -Cal and OMg-Cal) and 5 repetitions, making a total of 50 experimental plots. It was used the substrate of Yellow Latosol Average texture to evaluate the development of the plants under the residual effect of the fertilization realized in the first cut of *Aster*. There was no statistical difference between treatments for the values of plant height, collection diameter and number of leaves, when evaluated in the third cropping cut. However, there was a significant difference between treatments related to dry matter and fresh matter of the plants. Therefore, the omission of N, K, P, S, Ca, Mn and Mg did not influence the biometric variables of the plants, which characterizes that the rural producer can produce "Sorriso de Maria" flowers, guaranteeing their economic and social sustainability in the agricultural system.

KEYWORDS: biometrics, exploration, mary smile, liming.

1 | INTRODUÇÃO

O comércio de plantas ornamentais no Brasil é um setor que influi diretamente na economia do país. As maiores produções são de espécies de plantas ornamentais para paisagismo e jardinagem (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014).

É um setor com grande potencial de crescimento e com muito a ser explorado, porém com uma série de limitações de abrangências no mercado internacional, principalmente no que se relaciona ao padrão de qualidade e questões socioculturais (ANEFALOS; GUILHOTO, 2003).

Quanto aos aspectos econômicos do agronegócio da floricultura no ano de 2013, a percentagem de 41,55% do total do VBP (R\$ 619.049.000,00) não incluindo, neste montante, o segmento específico das gramas esportivas e ornamentais, que pode ser considerado autônomo e organizado segundo parâmetros próprios e específicos de produção, distribuição e consumo (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014).

Apresentando um grande potencial de exploração no mercado florístico, a *Sorriso de Maria* (*Aster Rox*) apresenta ramagem bastante ramificada e folhas filiformes e pequenas, de coloração verde-escura. As flores reúnem-se em capítulos pequenos, com pétalas roxas e centro amarelo e saliente, muito parecidas com margaridinhas. As flores de *Áster* Atraem abelhas, borboletas, além de poderem ser usadas como flor de corte, porém não há muitos estudos de produção e informações de melhoramento da espécie, o que vem atraindo o interesse de pesquisadores (LEÃO, s./d.).

No entanto, quando há a preocupação de inserção de produtores de flores no âmbito agroecológico, devemos buscar e aperfeiçoar técnicas agrícolas que sejam capazes de manter a sustentabilidade do homem no campo, levando em consideração

o saber local e garantindo a sua fixação no local onde produz, através do aumento da sua produção e gerando renda sem denegrir os recursos naturais como solo e água.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi realizar a biometria, produção de massa seca e fresca das plantas denominadas de “Sorriso de Maria” (*Aster rox*), cultivadas em função da técnica do elemento faltante, em solos com pH corrigido através de calagem, mas avaliando o efeito residual na planta de adubações realizadas no primeiro corte com a finalidade de aumentar a produção e manter a sustentabilidade do homem no campo.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Dentro do trabalho com plantas florícolas existem uma diversidade de funções que esse segmento proporciona a sociedade em questão, dentre elas se destacam o rendimento financeiro, aumenta as oportunidades de emprego, importante segmento da agricultura familiar e relacionada aos aspectos visuais tem a capacidade de melhorar as praças e localidades residenciais (AGUIAR, 2004).

Um dos principais entraves para o processo de manejo dessa cultura é a falta de literatura para direcionar os produtores com essa espécie florícola, em destaque está a falta de informação quanto aos aspectos da fertilidade e nutrição mineral da *Aster rox* (CAMARGO, 2001).

Segundo o autor Camargo (2001), a família botânica da *Aster rox* é a Asteraceae, importante família que compreende a alface e girassol.

A toxidez do alumínio é um fator limitante de diversas culturas em solos ácidos, e como pouco se conhece sobre o plantio e desenvolvimento de plantas *Aster rox*, a calagem que é a correção da acidez do solo através da adição de calcário, apresenta-se com uma técnica vantajosa ao uso de áreas experimentais, para se ter um maior rendimento em relação as análises biométricas das culturas (NICOLODI; ANGHINONI; GIANELLO, 2008).

3 | METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido com “Sorriso de Maria” (*Aster rox*), no município de Igarapé-Açu, Estado do Pará. O substrato utilizado foi o Latossolo Amarelo Textura Média, coletado com profundidade de 0 a 20 cm na área de realização do experimento. Esse tipo de solo foi classificado como Latossolo Amarelo textura média (CRAVO, VIÉGAS, BRASIL, 2010).

Foi realizada a coleta de 19 amostras simples de solo, que foram misturadas para a formação da amostra composta. Logo em seguida, o solo foi seco ao ar (T.F.S.A) e peneirado em peneira de malha de 2 mm inoxidável, para posterior análise química de

solo no Laboratório da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém – Pará. Como pode ser observado na Tabela 1 abaixo.

pH	MO	P	K	Na	Al	Ca	Ca+Mg	H+Al	CTC	Saturação
H ₂ O	g/kg	-----mg/dm ³ -----			-----cmol _c /dm ³ -----				Total Efetiva	Base Alumínio
									cmol _c /dm ³	V m%
5,2	15,46	2	15	7	0,4	0,6	1,0	4,13	6,27 1,47	17,05 27,23

Tabela 1 – Valores Referentes A Análise Química Do Solo Antes Da Instalação E Condução Do Experimento.

Após o resultado da análise o solo, o solo foi incubado por um período de 15 dias, sendo umedecido para posterior reação do calcário dolomítico, na fase de primeiro corte. E posteriormente foi aplicado os tratamentos que seguiram a técnica do elemento faltante, as quais foram submetidas aos tratamentos: (T1. testemunha-calagem, T2. completo mais calagem T3. completo menos calagem, T4. omissão do nitrogênio mais calagem, T5. omissão de fósforo mais calagem, T6. omissão de potássio mais calagem, T7. omissão de enxofre mais calagem, T8. omissão de manganês mais calagem, T9. omissão de cálcio menos calagem, T10. omissão do magnésio menos calagem).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso (DIC), com 10 tratamentos e 5 repetições, totalizando 50 unidades experimentais. Após a realização das análises biométricas, foi feita a coleta do material vegetal para a análise de peso verde em balança digital, e em seguida armazenado em sacos de papel Kraft de 5 kg, e levado ao laboratório da Universidade Federal Rural da Amazônia para o processo de secagem do material, submetidos a 63°C em estufa de circulação forçada de ar, por um período de sete dias, e depois retirados e analisados o peso seco de cada amostra, expressa em g kg.

Depois da obtenção do peso seco, úmido e biometria, os resultados foram tabelados e analisados, através do Softwaer AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos, nos quais foram observados diferentes estágios de desenvolvimento entre as plantas submetidas aos diferentes tratamentos, em função do efeito residual da adubação no terceiro corte.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises morfológicas de altura da planta (AP), diâmetro de caule (DC) e número de folhas (NF) estão dispostos na tabela 2. Os valores de massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) estão apresentados na tabela 3.

Foram observados que não houve diferença estatística entre os tratamentos

para os valores de altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas (conforme observado na Tabela 2), quando avaliamos o efeito dessas variáveis biométricas no terceiro corte da planta, porém Carlos et al. (2013) em seus estudos com mudas de óleo-bálsamo (*Myroxylon peruiferum*) avaliou o efeito da omissão de nutrientes e observaram resultados semelhantes, com exceção da testemunha (ausência de vários nutrientes).

Tratamentos	AP	DC	NF
	----(g)----	----(g)----	
TE-CAL	12,87 a	3,02 a	24,87 a
CO+CAL	11,25 a	3,56 a	35,00 a
CO-CAL	09,37 a	4,40 a	34,50 a
ON+CAL	09,62 a	4,68 a	36,87 a
OP+CAL	10,01 a	4,51 a	34,87 a
OK+CAL	07,75 a	3,76 a	21,50a
OS+CAL	12,50 a	4,37 a	27,75 a
OMn+CAL	13,12 a	4,76 a	22,37 a
OCa-CAL	09,67 a	3,34 a	22,12 a
OMg-CAL	10,31 a	3,37 a	26,12 a
MÉDIA	10,65	3,98	28,60
CV (%)	29,46	22,89	7,19
DMS	7,57	2,19	17.34

Tabela 2 – Altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) de plantas de sorriso-de-maria em função da utilização ou não da calagem e da omissão de N, K, P, S, Ca, Mn e Mg.

TE = testemunha; CO+CAL = cobalto mais calagem; CO-CAL = cobalto menos calagem; ON+CAL= omissão de nitrogênio mais calagem; OP+CAL = omissão de fósforo mais calagem; OK+CAL = omissão de potássio mais calagem; OS+CAL = omissão de enxofre mais calagem; OMn+CAL = omissão de manganês mais calagem; OCa-CAL = omissão de cálcio menos calagem; OMg-CAL = omissão do magnésio menos calagem; CV = coeficiente de variação; as médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%; DMS = diferença mínima significativa.

Na pesquisa do autor os diferentes tratamentos, entre outras variáveis, não foram significativos quanto à altura e diâmetro que segundo os autores, pode ser devido ao desenvolvimento mais lento do óleo-bálsamo, o que provavelmente está relacionado ao período em que as plantas foram submetidas no estudo, que possa ter sido insuficiente para que as mesmas manifestassem as diferenças.

Por outro lado, em relação ao trabalho com Sorriso-de-Maria verificamos que a adubação que foi aplicada no primeiro ciclo da cultura, não influenciou de forma negativa o terceiro corte da planta, indicando que nesta fase plantas de Sorriso-de-Maria podem produzir com eficiência, utilizando apenas o efeito residual de adubações passadas, não caracterizando a queda da produção, haja vista que não houve limitação nutricional, porém nos tratamentos completo + calagem e completo menos a calagem a

diferença foi significativa, evidenciando o efeito da calagem que é um produto natural, cuja importância é limitante na produção dessa planta (Tabela 3).

Tratamento	MF	MS
	----(g)----	----(g)----
TE-CAL	03,50 b	1,18 b
CO+CAL	15,50 a	4,66 a
CO-CAL	09,00 ab	2,76 ab
ON+CAL	10,75 ab	3,73 ab
OP+CAL	15,00 a	4,43 ab
OK+CL	06,00 ab	1,32 ab
OS+CAL	08,75 ab	2,90 ab
OMn+CAL	10,00 ab	3,54 ab
OCa-CAL	10,00 ab	2,40 ab
OMg-CAL	10,25 ab	3,22 ab
MÉDIA	9,62	3,01
CV (%)	41,35	46,62
DMS	9,6	3,39

Tabela 3 – Massa fresca (MF) e massa seca (MS) de plantas de Sorriso-de-Maria cultivadas em função da utilização ou não da calagem e da omissão de N, K, P, S, Ca, Mn e Mg

TE = testemunha; CO+CAL = completo mais calagem; CO-CAL = completo menos calagem; ON+CAL = omissão de nitrogênio mais calagem; OP+CAL = omissão de fósforo mais calagem; OK+CAL = omissão de potássio mais calagem; OS+CAL = omissão de enxofre mais calagem; OMn+CAL = omissão de manganês mais calagem; OCa-CAL = omissão de cálcio menos calagem; OMg-CAL = omissão do magnésio menos calagem; CV = coeficiente de variação; as médias seguidas por letras diferentes, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%; DMS = diferença mínima significativa.

E se tratando dos quesitos massa fresca e massa verde, houveram diferenças entre os tratamentos. Como pode ser visto na tabela 3, quando não houve aplicação de calagem e adubação (TE), as plantas apresentaram os piores valores, a semelhança dos resultados dos tratamentos que não apresentaram efeito significativo. O tratamento completo mais calagem (CO+CAL) foi o que apresentou os melhores resultados.

Outro fator que deve ser abordado se refere a variação das condicionantes morfológica que a espécie estudada apresentou, o que pode ser observado a partir dos coeficientes de variação apresentados, estando sempre em valores elevados, indicando que grande parte das variações apresentadas derivam de fatores endógenos, ligados à própria espécie. Por fim, frente a escassez de trabalhos na literatura específica, muito ainda deve ser estudado para cunhar a base de dados necessária

ao desenvolvimento da cultura, haja vista o seu potencial comercial e necessidade de informações relevantes ao seu cultivo.

CONCLUSÕES

A variáveis altura, diâmetro do caule e número de folhas em plantas de Sorriso-de-Maria sob o efeito das omissões de N, K, P, S, Ca, Mn e Mg como efeito residual do terceiro corte não foram significativas.

A aplicação da calagem favorece o desenvolvimento das plantas de Sorriso-de-Maria, juntamente com a adubação.

Plantas de Sorriso-de-Maria, sob efeito residual de adubação em fase de terceiro corte, apresentam desenvolvimento satisfatório.

REFERÊNCIAS

ANEFALOS; GUILHOTO. **Estrutura do mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais**. Agric. São Paulo, SP, 50(2):41-63, 2003.

AGUIAR, J.R. Plano de Internacionalização de um Consórcio de Empresas de Pequeno e Médio Porte Produtoras de Flores do Estado do Ceará. Brasília: **UCB**, Curso de Pós-Graduação em Comércio Exterior, 2003, 45p.

CAMARGO M. S. Nutrição e Adubação de *Áster ericoides* (White Master) Influenciando Produção, Qualidade e Longevidade. **Piracicaba**, SP. v. 26, n.2. julho. 2001.

CARLOS, L.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E. M; SANTOS, S. C.; MACEDO, R. L. G. Crescimento e nutrição mineral de mudas de óleo-bálsamo sob o efeito da omissão de nutrientes. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, p.894, 2013.

CRAVRO, M. S. VIÉGAS, I. J.M. BRASIL, E. C. Recomendação de adubação e calagem para o estado do Pará. Belém, **Embrapa Amazônia Oriental**, 1 ed. 2010.

JUNQUEIRA; PEETZ. **O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas**. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental V. 20, N°.2, p. 115-120, 2014.

LEÃO, L. COMO CULTIVAR: Áster. Disponível em <http://jardimdaterra.blogspot.com.br/2013/04/aster.html>. Acesso em 22/05/2018 as 10:42.

NICOLODI; ANGHINONI; GIANELLO. **Indicadores da acidez do solo para recomendação de calagem no sistema plantio direto**. R. Bras. Ci. Solo, 32:237-247, 2008.

AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO EM UM ECÓTONO FLORESTA-CERRADO DA FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS

Álison Rangel Albuquerque

Universidade do Estado do Pará
Marabá – PA

Milena Pupo Raimam

Universidade do Estado do Pará
Marabá - PA

André Luís Macedo Vieira

Instituto Chico Mendes de Conservação da
Biodiversidade
Parauapebas - PA

Jadiely Camila Farinha da Silva

Universidade do Estado do Pará
Marabá - PA

**Islen Theodora Saraiva Vasconcelos
Ramos**

Universidade do Estado do Pará
Marabá - PA

Joyce Santos de Bezerra

Universidade do Estado do Pará
Marabá – PA

Emily Gracielly dos Santos Brito

Universidade do Estado do Pará
Marabá - PA

Oswaldo Ribeiro Nogueira Neto

Universidade do Estado do Pará
Marabá - PA

Thais Binow Dias

Universidade do Estado do Pará
Marabá - PA

Tales Caldas Soares

Universidade do Estado do Pará

Marabá - PA

João Enrique Oliveira de Paiva

Universidade do Estado do Pará
Marabá – PA

Thiago Martins Santos

Universidade do Estado do Pará
Marabá – PA

RESUMO: A floresta Amazônica é maior floresta tropical do mundo, abrigando grande diversidade de espécies, incluindo espécies endêmicas. O Complexo de Carajás apresenta inúmeras fitofisionomias dentre as quais destacam-se a Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta e o Campo Rupestre Ferruginoso também conhecido como Savana Metalófila além de fragmentos ecotonais. O objetivo do trabalho foi analisar a fertilidade do solo de um ecótono da área N1 da Floresta Nacional de Carajás. Foram coletadas 6 amostras de solo equidistantes e distribuídas pelo perímetro do ecótono (de 56,17 m) e foram analisados os seguintes parâmetros: (a) granulometria (NBR 7181 e NBR 6457); (b) pH em água e solução KCl por potenciometria; (H + Al) pelo método da Embrapa; (c) P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ pelo método da resina trocadora de íons; (d) C_{org.} por oxidação da MO via úmida em dicromato de potássio; e (e) B, Cu, Mn, Zn e Fe por espectrometria de absorção atômica. Foram calculados também

S, V% e m%. As análises evidenciaram a presença de uma textura arenosa, grande concentração de H⁺; alto teor de Al³⁺, elevada acidez potencial, concentração média de Zn; alto teor de MO, P, S e Fe; baixo teor de K, Ca²⁺, Mg²⁺, Zn, Cu, e B. O solo do ecótono é extremamente raso, com presença de material inconsolidado e por se encontrar em processo intenso de intemperismo.

PALAVRAS-CHAVE: zona ecotonal, Serra de Carajás, savanna metalófito

ABSTRACT: The Amazon rainforest is the largest tropical forest in the world, sheltering a great diversity of species, including endemic species. The Carajás Complex has numerous phytophysiognomies, among them the dense ombrophylous forest, open ombrophilous forest and the Ferruginous rocky field, also known as the metalophyte savannah, as well as ecotonal fragments. The objective was to analyze the soil fertility of an ecotone from the N1 area of the Carajás National Forest. Six soil samples were collected equidistant and distributed throughout the ecotone (56.17 m) and the following parameters were analyzed: (a) grain size (NBR 7181 and NBR 6457); (b) pH in water and KCl solution by potentiometry; (H + Al) by the Embrapa method; (c) P, K +, Ca²⁺ and Mg²⁺ by the ion exchange resin method; (d) C_{org.} by wet oxidation of OM in potassium dichromate; and (e) B, Cu, Mn, Zn and Fe by atomic absorption spectrometry. S, V% and m% were also calculated. The analyzes evidenced the presence of a sandy texture, high concentration of H⁺; high Al³⁺ content, high potential acidity, average concentration of Zn; high OM, P, S and Fe content. The soil of the ecotone is extremely shallow, with the presence of unconsolidated material and because it is in an intense weathering process.

KEYWORDS: ecotonal zone, Serra de Carajás, metalophyte savanna

1 | INTRODUÇÃO

A Floresta Nacional de Carajás, também conhecida como FLONACA, é uma unidade de conservação criada pelo Decreto de nº 2.486 de 02 de fevereiro de 1998. Esta região, que apresenta uma área total de aproximadamente 400 mil hectares, está quase que totalmente inserida na Serra dos Carajás, no Sudeste do Estado do Pará, e é pertencente aos domínios da bacia hidrográfica do Rio Itacaiúnas, afluente do Rio Tocantins (ICMBIO, 2018).

A área da FLONACA possui diferentes fitofissionomias vegetais, dentre as quais se destacam quatro tipologias, que são elas: Floresta Ombrófila Densa Montana e Submontana, Floresta Ombrófila Aberta Montana e Submontana, Campo Rupestre Ferruginoso, e, ainda, conta com a presença de Floresta Aluvial nas margens dos Igarapés Gelado e Geladinho e do Rio Jacaré (DORIGON et al, 2014). A região abriga ao longo da sua extensão territorial áreas de transição de vegetação, as quais são chamadas de ecótono, que se tratam do encontro de dois ou mais biomas, fator que favorece que estas áreas apresentem uma grande diversidade biológica florestal (OLIVEIRA, 2016; RAMOS; BEZERRA, 2018).

No Brasil existem três principais tipos de ecótonos, o maior deles é o Amazônia-Cerrado, que se constitui como manchas inclusas com características comuns ao Cerrado, na maioria das vezes ocorrem em terrenos ondulados ou planos, longe de locais que tenha cursos de água ou umidade permanente (SILVA, 2007). A segunda maior área de transição é a Amazônia-Caatinga, sendo sua vegetação bem mais rica que a encontrada na caatinga (OLIVEIRA, 2015). Já o menor deles é o ecótono Cerrado-Caatinga, admitindo ao menos três compartimentos geomorfológicos, com formações geológicas e pedológicas diferenciadas, apresentando uma vegetação em que se alternam cerrado, caatinga e áreas mistas (SILVA, 2007). Existem, ainda, os ecótonos formados por Caatinga-Mata Atlântica, Cerrado-Mata Atlântica e Pampas-Mata Atlântica (OLIVEIRA, 2015).

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi analisar as características físico-químicas do solo de um fragmento de ecótono localizado na área de N1 da Floresta Nacional de Carajás.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Brasil apresenta significativa extensão territorial, diversidade geográfica e climática e, ainda, é considerado o país com maior cobertura de florestas tropicais do mundo, que está concentrada principalmente na Região da Floresta Amazônica, logo, se caracteriza como um país detentor de uma vasta biodiversidade (MAURY, 2018). E como maneira do governo intervir na degradação ambiental e na redução da perda da biodiversidade, foram criadas as Unidades de Conservação (VALLEJO, 2003), a exemplo disso, tem-se a Floresta Nacional de Carajás.

Entretanto, os fatores como extensão territorial e grande diversidade aliados à dificuldade de acesso às áreas e na mensuração de dados, bem como a escassez de profissionais especializados, caracterizam-se como as principais barreiras para estudos fitossociológicos (FILHO, 1987). Essas atividades tornam-se ainda mais complicadas em áreas de ecótonos (bem presentes na Floresta Nacional de Carajás).

Classificar e mapear as áreas de transição presentes no território brasileiro é um processo difícil, em função das semelhanças que as estruturas fisionômicas da vegetação apresentam (HADAIR et al, 2013). Assim, um simples mapeamento por fotointerpretação não é suficiente para detectar esses ecótonos, mesmo que estes apresentem diferenças significativas, pois os elementos que se misturam são indivíduos isolados e dispersos, que originam conjuntos homogêneos (IBGE, 2018). Nesse contexto, a classificação e fisionomia das espécies presentes nessas áreas ficam comprometidas, tendo em vista a grande variação de espécies e presença de espécies endêmicas (VELOSO et al., 1991).

Fatores estes que tornam necessários, além de enfatizar a importância de estudos acerca desses biomas, de modo a fomentar subsídios tanto para os pesquisadores quanto para o órgão gestor da área em questão. Assim, compreender a dinâmica de sua vegetação, e enfatizar a identidade fitogeográfica dos ecótonos, podendo gerar

ferramentas que auxiliem na conservação.

3 | METODOLOGIA

3.1 Área de estudo e Coleta de Amostras

A Floresta Nacional de Carajás está localizada no Sudeste do Pará, a uma altitude máxima de aproximadamente 780 metros, entre as coordenadas 6°00'S e 50°18'W, estendendo-se por 355 km em parte do município de Marabá, além de Canaã dos Carajás, Curionópolis, Parauapebas e São Félix do Xingu (SECCO et al, 2016). Em geral, a área que abrange a Serra de Carajás apresenta clima tipicamente tropical, quente e úmido, enquadrando-se na classificação de Köppen como tipo AWi, chuvoso com precipitações anuais entre 2.000 e 2.400 mm (ROLIM et al., 2006). O clima é marcado pelo elevado índice pluviométrico anual com um período de estiagem, segundo Alvares et al (2013). Durante o dia a temperatura média é de cerca de 24° C, com variações durante todo o dia (TOLBERT et al., 1971).

Para amostragem do solo, foi selecionado no interior da Floresta Nacional de Carajás, no corpo de minério N1 na serra norte, uma área de ecótono de 56,17 metros de perímetro com diferentes condições de micro-habitat (Figura 1), haja vista o encontro de duas diferentes fitofisionomias. Foram coletadas 06 amostras de 500 Kg com auxílio de uma pá de pedreiro (a profundidade de coleta foi variada em função da espessura do solo), equidistantes e distribuídas aleatoriamente por todo o perímetro. Em cada ponto de coleta mensurou-se a profundidade do solo. Após a coleta, as amostras foram enviadas para análise no Laboratório de Análise Química de Solo da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ em Piracicaba-SP.

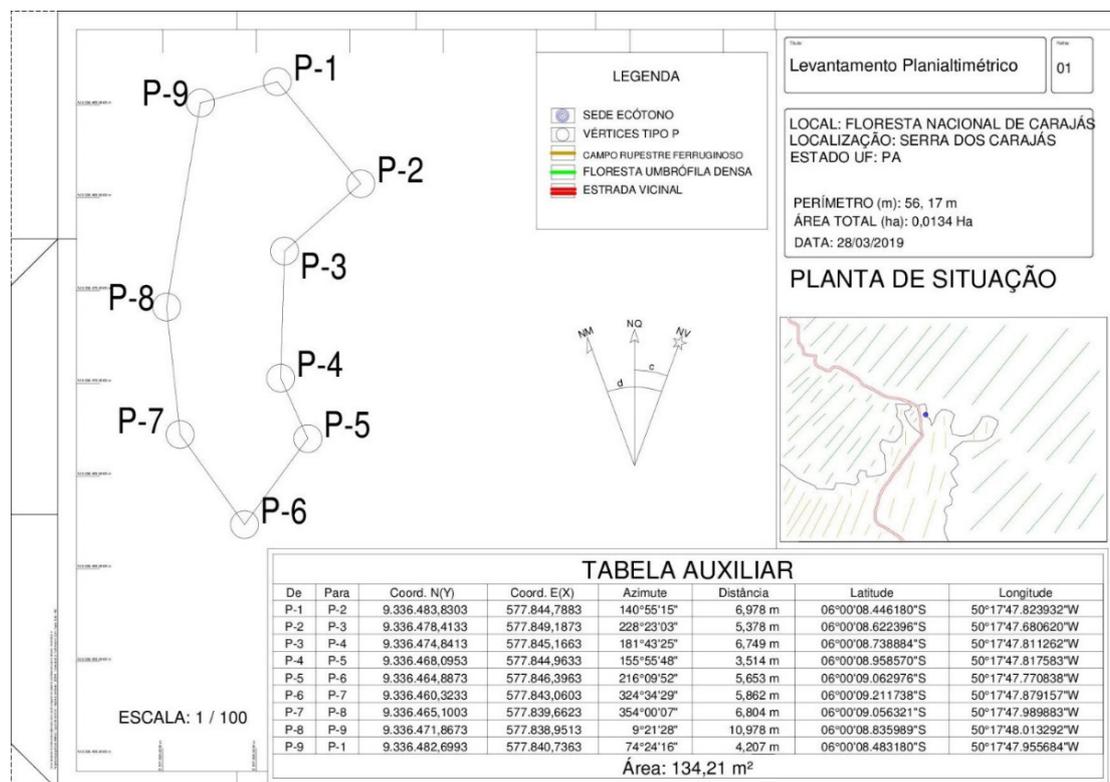


Figura 1. Mapa de localização do ecótono estudado, localizado na área N1 da Floresta Nacional de Carajás – PA, Brasil.

3.2 Atividade de laboratório

A granulometria foi realizada através do método de sedimentação contínua em meio líquido, de acordo com a NBR 7181 (ABNT, 2016) com preparo de amostras segundo a NBR 6457 (ABNT, 2016). A determinação da granulometria do solo, no ensaio de sedimentação, foi baseada na Lei de Stokes.

As amostras de solo foram destorroadas, secas ao ar livre e passadas por uma peneira de 2 mm², obtendo assim a Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) (EMBRAPA, 2017). Na TFSA determinou-se o pH em água e em solução de KCl 1M. L⁻¹, na relação solo:líquido 1:1 através da potenciometria (TEDESCO et al., 1995). A acidez potencial (H+Al) foi determinada segundo a metodologia da Embrapa (2018), de alumínio de acordo com Tedesco et al. (1995); teores de Fosforo, Potássio, Cálcio e Magnésio pelo método da resina trocadora de íons (RAIJ et al., 2001).

O carbono orgânico foi determinado após oxidação da matéria orgânica via úmida por dicromato de potássio em meio ácido, titulando-se com solução de sulfato ferroso amoniacal utilizando-se ferroín como indicador. Com base nesses parâmetros foram calculadas a CTC a pH7, soma de bases (S), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%). Os teores de Boro (B), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e ferro (Fe) foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (IAC, 2001).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variações edafo-climáticas resultantes de gradientes altitudinais levam a uma distribuição descontínua dos campos rupestres na paisagem (SCARANO, 2007; MARTINELLI, 2007), seu encontro com as florestas ombrófilas e a formação de paisagens adjacentes e de ecótonos. Situação esta, que explica a ocorrência de matrizes de vegetação herbáceo-arbustiva em “ilhas” ou fragmentos de vegetação arbórea com maior cobertura vegetal e maior teor de matéria orgânica no solo (VALIN, 2012).

Durante a coleta de amostras verificou-se que o solo apresenta uma baixa profundidade, que variou de 3 a 9 centímetros. Foram encontrados apenas 2 horizontes: horizonte A, com grande atividade biológica; e horizonte C com presença de material inconsolidado. Resultado semelhante foi evidenciado por Ramos e Bezerra (2017) ao estudar o solo e a vegetação de 6 ecótonos da Floresta Nacional de Carajás. As autoras constataram que a baixa espessura do solo é um dos fatores limitantes para estabelecimentos de espécies de grande porte dentro dos fragmentos de ecótono.

Os resultados encontrados, em valores médios, evidenciaram a presença de uma textura arenosa, onde a análise granulométrica revelou a presença de 45,6±4,29 % de areia, 35,8±6,55 % de silte e 18,6±1,26% de argila; grande concentração H⁺, evidenciado pelo baixo pH (em CaCl), de 3,5±0,1; alto teor de alumínio (Al³⁺), de

34,6±0,9 mmol_c.dm⁻³; e conseqüentemente uma elevada acidez potencial (H+Al), de 201,6±13,3 mmol_c.dm⁻³.

O solo do ecótono apresentou, também, alta concentração de matéria orgânica (MO), com 123±5,2 g.dm⁻³, advinda da alta deposição de serapilheira. Este resultado corrobora com Kozovits et al. (2007) e Wood et al. (2011); onde enfatizam que os habitats desenvolvidos próximo às áreas canga apresentaram teores de MO mais elevados que o encontrado para savanas e florestas tropicais. Também foi encontrado alto teor de fósforo (P), com 20,4±1,4 g.dm⁻³, originário, provavelmente, da deposição de guanos (a área apresenta inúmeras cavidades com presença de morcegos); alto teor de enxofre (S) com 21,6±1,1 g.dm⁻³ e baixo de potássio (K) com 1,0±0,2mmol_c.dm⁻³. O fósforo é um dos principais nutrientes limitantes da produtividade nos ecossistemas, requeridos em grandes quantidades pelas plantas para um grande número de reações metabólicas (AERTS; CHAPIN, 2000).

Os valores encontrados para cálcio (Ca⁺²) e magnésio (Mg⁺²) foram de 3,0 mmol_c.dm⁻³ e 1,0 mmol_c.dm⁻³, respectivamente. A quantidade de bases trocáveis, como o cálcio e magnésio, indica o grau de intemperismo do solo (SOBRAL et al., 2015). Em solos mais jovens, como é o caso dos ecótonos, que sofreram menos intemperismo que os solos sob ecossistema florestal, os teores dos quatro elementos costumam ser mais altos.

A análise de micronutrientes revelou altíssimo teor de Ferro (Fe) de 168,0 ±5,2 mg.dm⁻³) e moderado de manganês (Mn) de 1,3 ± 0,1 mg.dm⁻³); bem como baixos teores de zinco (Zn) com 0,6 mg.dm⁻³, cobre (Cu) com 0,6 mg.dm⁻³ e de boro (B) com 0,4 mg.dm⁻³. Os resultados encontrados são fortalecidos por Wood et al. (2011), Valin (2012) e Ramos e Bezerra (2018), que ao estudar habitats desenvolvidos próximo às áreas campo rupestre ferruginoso, apresentaram dados semelhantes.

5 | CONCLUSÃO

O solo encontrado no ecótono é raso e encontra-se em processo intenso de intemperismo. Apresenta uma textura predominantemente arenosa; alta concentração de MO (deposição de serapilheira), de fósforo (mineralização de guano de morcego), de ferro (rocha matriz) e de enxofre. Verificou-se também baixo teor de macronutrientes como potássio, cálcio e magnésio e de micronutrientes como manganês, zinco, cobre e boro; alta concentração de H⁺ (elevada acidez) e baixa saturação de Al³⁺.

REFERÊNCIAS

AERTS, R.; CHAPIN, F. S. III. The mineral nutrition of wild plants revisited: a re-evaluation of processes and patterns. **Adv Ecol Res**, v. 30, n. 1, p.1-6, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6457: **Amostras de solo** –

- Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.** Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181: **Solo – Análise granulométrica.** Rio de Janeiro, 2016.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G.; Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Piracicaba, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- DORIGON, D.; AMARAL, D. H.; RIBEIRO, M. D. M. **Levantamento de informações dendrométricas e florísticas de 247,66 hectares para avanço de lavra n4ws – Projeto Ferro Carajás.** 2014. Relatório Técnico do Inventário Florestal Vale S.A - STCP Engenharia de Projetos LTDA, 2014. 225p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo.** Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3 ed. Revista atualizada. Rio de Janeiro, 2017. 573 p.
- FILHO, H. de F. L. **Considerações sobre a florística de florestas tropicais e sub-tropicais do Brasil.** IPEF, n.35, p.41-46, abr.1987 UNICAMP, Departamento de Botânica Instituto de Biologia 13.100 - Campinas - SP
- HADAIR, R. F.; FAGG, J. M. F.; PINTO, J. R. R.; DIAS, R. R.; DAMASCO, G.; SILVA, L. de C. R.; FAGG, C. W. Florestas estacionais e áreas de ecótono no estado do Tocantins, Brasil: parâmetros estruturais, classificação das fitofisionomias florestais e subsídios para conservação. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 43, n. 3, p. 261-290, 2013.
- KOZOVITS, A. R.; BUSTAMANTE, M. M. C.; GAROFALO, C. R.; BUCCI, S.; FRANCO, A. C.; GOLDSTEIN, G.; MEINZER, F. C. (2007) Nutrient resorption and patterns of litter production and decomposition in a Neotropical Savanna. **Functional Ecology**, v. 21, n. 1, p. 1034–1043, 2007.
- MARTINELLI, G. Mountain biodiversity in Brazil. **Revista Brasil. Bot.**, v. 30, n. 4, p. 587-597, 2007.
- MAURY, C. M. **Biodiversidade Brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. 404p.
- OLIVEIRA, R. T. M. **Escarabeíneos da região de transição cerrado/caatinga: contribuição para fauna de pastagens.** 2015. 76 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2015.
- OLIVEIRA, D. F. O. **Estudo físico-químico do solo nas fitofisionomias Floresta Ombrófila, Campo Rupestre Ferruginoso e ecótono da Floresta Nacional de Carajás e sua influência na composição florestal.** 2016. 45 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal), Universidade do Estado do Pará, Marabá. 2016.
- RAIJ, B.V.; ANDRADE, J. C. DE; CANTARELLA, H.; QUAAGGIO, J. A. **Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais.** IAC, 2001. 285p.
- RAMOS, I. S. V.; BEZERRA, J. S. **Análise de similaridade florística dos ecótono da Floresta Nacional de Carajás.** 2018. 60 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal). Universidade do Estado do Pará – Campus VIII., Marabá. 2018.
- ROLIM, S. G.; COUTO, H. D.; JESUS, R. D.; FRANÇA, J. T. Modelos volumétricos para a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquirí, Serra dos Carajás (PA). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 1, p. 107-114, 2006.
- SCARANO, F. R. Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. **Revista Brasil. Bot.**, v. 30, n.4, p. 561- 568, 2007.

SECCO, R. S.; ROSÁRIO, A. S.; RUIVO, M. L. P. Carajás: bibliografia atualizada e comentada sobre os estudos realizados pelo Museu Paraense Emílio Goeldi. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 11, n. 1, p. 119-127, 2016.

SILVA, L. A. G. C. **Biomassas presentes no Estado do Tocantins**. Disponível em: <<http://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/1sem2015/Passivo/biomastocantins.pdf>> Acesso em: 28/08/2018.

SOBRAL, L. F.; BARRETTO, M. C. V.; DA SILVA, A.; DOS ANJOS, J. L. **Guia prático para Interpretação de Resultados de Análises de Solos**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 13 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros).

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEM, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p.

TOLBERT, G. E.; TREMAINE, J. W.; MELCHER, G. C.; GOMES, C. B. The recently discovered Serra dos Carajás iron deposits, northern Brazil. **Economic Geology**, v. 66, n. 7, p. 985-994, 1971.

VALLEJO, L. R. Unidades de conservação: uma discussão teórica à luz dos conceitos de território e de políticas públicas. **Geographia**, v. 4, n. 8, p. 77-106, 2003. Disponível em: <<http://www.uff.br/geographia/ojs/index.php/geographia/article/viewArticle/88>>. Acesso em: 8 set. 2017

VALIN, E. A. R. **Ciclagem de nutrientes no sistema atmosfera-solo-planta em formação campestre e florestal sobre a Canga de Minas Gerais**. 2012. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2012.

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

WOOD, T. E.; LAWRENCE, D.; WELLS, J. A. Inter-specific variation in foliar nutrient and resorption of nine canopy tree species in a secondary neotropical rainforest. **Biotropica**, v. 43, 5, p. 544–551, 2011.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO NO SETOR DE AGRICULTURA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA EM BANANEIRAS-PB

David Marx Antunes de Melo

Programa de pós-graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia). Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA). Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Bananeiras, PB

Ivan Sérgio da Silva Oliveira

Programa de pós-graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia). Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA). Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Bananeiras, PB

<http://lattes.cnpq.br/9243501121629157> Programa de pós-graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia). Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA). Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Bananeiras, PB

Thiago do Nascimento Coaracy

Programa de pós-graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia). Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA). Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Bananeiras, PB

Fabiana do Anjos

Programa de pós-graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia). Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA). Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Bananeiras, PB

Sara Beatriz da Costa Santos

Programa de pós-graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia). Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA). Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Bananeiras, PB

André Carlos Raimundo da Silva

Programa de pós-graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia). Centro de Ciências Humanas, Sociais

e Agrárias (CCHSA). Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Bananeiras, PB

Alexandre Eduardo de Araújo

Professor do Departamento de Agricultura. Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA). Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Bananeiras, PB

RESUMO: A agricultura, de diferentes formas e intensidades, causa perturbações ao ecossistema natural. Métodos de avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas são de extrema importância para o diagnóstico dessas áreas, pois de modo geral, possibilitam visões amplas e sistêmicas acerca dos impactos causados pelas práticas agrícolas utilizadas. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a sustentabilidade de agroecossistemas localizados no interior da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), campus III, Bananeiras-PB. A metodologia de avaliação foi: Método Rápido e de Fácil Acesso, que avalia a qualidade dos solos, complementarmente foram realizados testes laboratoriais. Os subsistemas avaliados foram: Manga, Mandala e a Mata Nativa que serviu como referência. O subsistema Mandala apresentou ótimos resultados sob ótica da metodologia adotada, foram também promissores os resultados laboratoriais, já o subsistema Manga apresentou baixa

biodiversidade funcional, consequentemente baixos índices de qualidade dos solos. A metodologia se mostrou uma ferramenta eficaz facilitando a percepção das condições atuais de cada subsistema.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade do solo, etnopedologia, indicadores de sustentabilidade

ABSTRACT: Agriculture, of different forms and intensities, causes disruption to the natural ecosystem. Methods of evaluating the sustainability of agroecosystems are extremely important for the diagnosis of these areas, since in general, they allow wide and systemic visions about the impacts caused by the agricultural practices used. Thus, the objective of this work was to evaluate the sustainability of agroecosystems located inside the Federal University of Paraíba (UFPB), campus III, Bananeiras-PB. The evaluation methodology was: Quick and Easy Access Method, which evaluates the soil quality, complemented by laboratory tests. The evaluated subsystems were: Manga, Mandala and Native Forest that served as reference. The Mandala subsystem presented excellent results from the adopted methodology. Laboratory results were also promising, since the Manga subsystem presented low functional biodiversity and, consequently, low levels of soil quality. The methodology proved to be an effective tool facilitating the perception of the current conditions of each subsystem.

KEYWORDS: soil quality, ethnopedology, sustainability indicators

1 | INTRODUÇÃO

O solo é um ambiente vivo com grande biodiversidade. Essa atividade biológica ajuda a determinar sua estrutura e a fertilidade sendo essencial para o desempenho de suas funções, incluindo a produção de alimentos.

A qualidade do solo é entendida como a capacidade de sustentar a produtividade biológica do ecossistema, mantendo o equilíbrio ambiental e promovendo a saúde de plantas e/ou animais e do próprio ser humano (Doran et al. 1996; Sposito e Zabel 2003). No entanto, avaliar a qualidade do solo requer o monitoramento de alguns parâmetros que variam com as mudanças no manejo ou fatores externos.

Segundo Cândido (2010), existe, atualmente, a necessidade da realização de estudos e pesquisas que levem em conta os aspectos da sustentabilidade nas atividades agrícolas, pois a agricultura é base fundamental da sociedade. Através do uso de indicadores de qualidade do solo, é possível avaliar a sustentabilidade dos agroecossistemas e de seus, pois possibilitam monitorar questões ambientais e produtivas, e quando necessário sociais e econômicas.

O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade dos solos de dois subsistemas produtivos e mata nativa estabelecidos na segunda Chã, do Centro de Ciências Humanas, Sociais (CCHSA) e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus III, Bananeiras, através do uso de metodologia sistêmica.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O conceito de agroecossistema, compreendido como um ecossistema onde o fluxo de energia e nutrientes é, através da prática agrícola, direcionado para a produção de alimentos, fibras e demais produtos, remete a uma condição estrutural e sistêmica de análise que permite abordar a produção agropecuária de forma holística, incluindo os conjuntos complexos de insumos e produção, bem como identificar as interconexões existentes entre as partes componentes (SARANDÓN, 2014).

Os indicadores de qualidade são propriedades mensuráveis (quantitativas ou qualitativas) do solo ou da planta acerca de um processo ou atividade e que permitem caracterizar, avaliar e acompanhar as alterações ocorridas num dado ecossistema (KARLEN et al., 1997). O uso de indicadores compõe uma ferramenta metodológica capaz de mobilizar a população rural para a resolução de seus problemas (CASADO & MIELGO, 2007).

Entretanto, devido à heterogeneidade e dinâmica do compartimento solo, a sua qualidade não pode ser mensurada diretamente, podendo ser estimada a partir de indicadores arbitrados pelo humano. As mudanças no “status” da qualidade do solo têm sido avaliadas por intermédio de sistemas qualitativos e quantitativos em que se utilizam indicadores apropriados, efetuando-se a comparação com valores desejáveis em diferentes intervalos de tempo, para um fim específico em ecossistemas diversos (KARLEN e STOTT, 1994; CHAER, 2001; MELO FILHO et al., 2007).

3 | METODOLOGIA

3.1 Localização

O trabalho foi realizado na primeira e segunda chã do setor de agricultura em duas áreas, subsistema Mandala e o subsistema Manga do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, Campus III, Bananeiras – PB (Figura 1).



Figura 1. Local do estudo no CCHSA/UFPB. Fonte: Google Earth, 2018

3.2 Questionário Qualitativo

O questionário utilizado na pesquisa foi adaptado de Nicholls et al., (2004), desenvolvido para avaliar, juntamente com os agricultores, formas mais acessíveis à qualidade do solo em diferentes sistemas. Nesse método avalia-se cada indicador da qualidade dos solos separadamente e são atribuídos valores entre 1 e 10, de acordo com os atributos observados no solo ou na cultura (1 sendo o valor menos desejável, 5 um valor moderado ou limiar e 10 o valor mais preferido). Valores entre 1 a 5 e 5 a 10 também podem ser atribuídos em conformidade (NICHOLLS et al., 2004).

Foram usados 6 variáveis, quais sejam: estrutura, compactação, erosão, matéria orgânica, cobertura do solo e atividade microbiológica, ambos foram aplicados nos dois subsistemas e na Mata nativa. Foi realizada uma análise descritiva de média e desvio padrão sendo um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 3 tratamentos, 6 variáveis e 3 repetições.

3.3 Análise Química das Amostras dos Agroecossistemas

A análise química para a caracterização das amostras ocorreu no laboratório de solos do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA) localizado na Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Foi realizada uma coleta amostral composta de 0-20 cm de profundidade de cada subsistema e a Mata avaliada. As análises no laboratório, foram realizadas de acordo com o manual metodológico de análises de solo (EMBRAPA, 1997).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abaixo segue os resultados da Mata e dos subsistemas, do questionário qualitativo

adaptado de Nicholls et al. (2004) (figura 1) e análise química e fertilidade (tabela 1).

4.1 Questionário Qualitativo

A tabela 1 mostra as médias obtidas por 3 avaliadores para cada parâmetro avaliado no experimento, onde observou-se pouca variação com relação as notas atribuídas, indicando essa metodologia como de fácil aplicação para a Agricultura Familiar.

Valores Médios			
Atributos	Mata Nativa	Mandala	Mangueira
Estrutura	9,77 ± 0,25	7,20 ± 0,17	5,30 ± 0,17
Compactação	9,83 ± 0,29	7,17 ± 0,11	5,16 ± 0,06
Matéria Orgânica	9,77 ± 0,06	8,60 ± 0,10	6,37 ± 0,21
Cobertura do Solo	9,90 ± 0,10	7,63 ± 0,15	6,43 ± 0,15
Pres. de Invertebrados	9,87 ± 0,11	8,53 ± 0,21	6,30 ± 0,10
Ativ. Microbiológica	9,90 ± 0,10	8,20 ± 0,20	5,77 ± 0,15

TABELA 1. Valores médios obtidos para os atributos do solo em subsistemas produtivos e ecossistema natural localizados no CCHSA/UFPB.

Nos indicadores de *Estrutura*, *Compactação* e *Cobertura do solo*, a Mandala obteve o valor, sete (7), resultados que refletem as práticas utilizadas na área, tais como consórcio, rotação de culturas, uso de implementos manuais, incremento de composto e cobertura morta. A estrutura é boa indicadora da qualidade do solo devido a sua sensibilidade às práticas de manejo adotadas.

De modo geral, o solo sob manejo conservacionista com cobertura vegetal, apresenta características físicas como estrutura, permeabilidade, densidade e porosidade do solo adequadas ao desenvolvimento normal das plantas (Andreola et al., 2000). O que também afirma Primavesi (2016), para determinar a estrutura agrícola do solo, pega-se um torrão. Se este, por pressão leve, se desmanchar em grumos, o solo é ótimo...quanto mais irregular os torrões, melhor a condição do solo. A matéria orgânica, em primeiro lugar, é alimento para a vida aeróbia do solo que produz os agregados.

Na figura 2, é apresentado em esquema de teia, os subsistemas avaliados Manga e Mandala, em referência a Mata nativa.

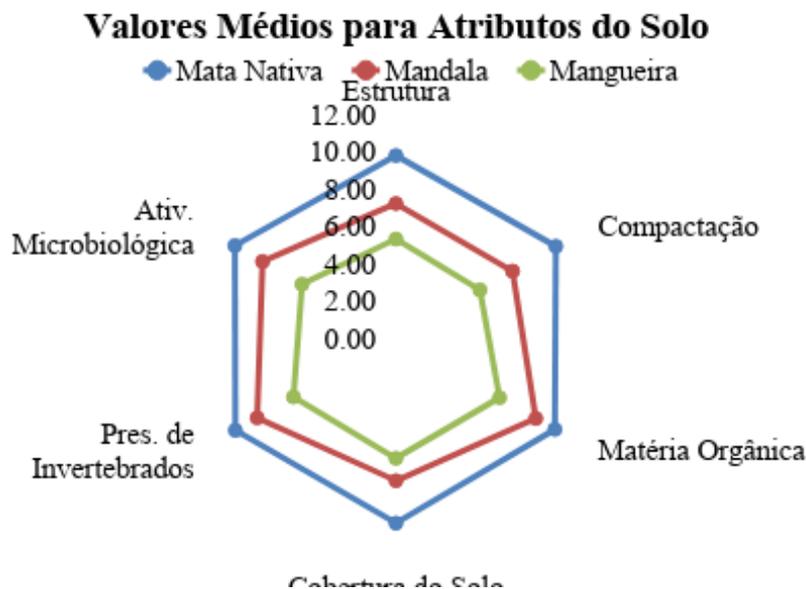


Figura 2. Valores referentes a qualidade dos solos dos subsistemas Mandala e Manga em referência a Mata nativa.

O subsistema manga obteve as médias mais baixas por se tratar de um sistema de cultivo que detém de menor interação, se comparado a mandala ou ecossistema natural. Em áreas que adotam técnicas conservacionistas, como a cobertura vegetal, apresentam solos bem estruturados, com pouca compactação, pois tais indicadores estão diretamente relacionados. A cobertura dos solos, como afirma Primavesi (2016), é fundamental na intenção de controlar a erosão acelerada, protegendo assim, o sistema macroporoso do solo. Nesses mesmos indicadores, *Estrutura*, *Compactação* e *Cobertura do solo*, o None obteve valores 5, 6 e 5 respectivamente. Os valores foram menores por diversos motivos, como o monocultivo, a única espécie presente na área, além do Manga, é o capim braquiária (*Brachiaria decumbens*), não há o incremento de cobertura vegetal, e como já citado, as poucas técnicas conservacionistas utilizadas na área foram adotadas a pouco tempo. Para os indicadores de *Matéria orgânica*, *Presença de invertebrados* e *Atividade microbiológica*, a Mandala ficou com média oito (8), já o Manga apresentou médias de 6, 6 e 5 respectivamente. Esses valores são também diretamente ligados às práticas utilizadas nas áreas. Os canteiros da mandala apresentaram cor marrom escuro por efeito da constante aplicação de matéria orgânica no solo, a comunidade microbiana do solo é pouco perturbada, assim apresenta maiores níveis de diversidade e estabilidade e contribui para maior vitalidade do agroecossistema (FERREIRA; WENDLAND; DIDONET, 2011).

Esses resultados refletem como as práticas escolhidas e o histórico de uso influenciam diretamente na saúde e qualidade dos solos, Altieri e Nicholls (2002) apontam que os agroecossistemas diversificados seguem os princípios da sustentabilidade, a permanência e manutenção da capacidade produtiva do agroecossistemas, biodiversidade funcional flora e fauna.

Da mesma forma que o subsistema Mandala passa por um período de recuperação,

porém já avançada, apresentando bons índices de qualidade dos solos, o subsistema None necessita de um manejo mais adequado com a situação que se encontra. Marzall e Almeida (1999), “relatam que indicador é um instrumento que permite mensurar as modificações nas características de um sistema, é uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma realidade”, ou seja compreendendo em que ponto estamos, fica mais fácil decidir onde queremos ir.

4.2 Análise Convencional Química e Fertilidade

Na tabela 2, observamos os valores referentes a caracterização química dos solos dos subsistemas Mandala e Mangueiras, e do Ecosistema natural de Mata Atlântica, localizados no CCHSA/UFPB.

TABELA DE RESULTADOS DAS AMOSTRAS DE SOLOS															OUTROS DADOS	
AMOSTRA	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	m	M.O.	IDENTIFICAÇÃO	K ⁺	C.Org.
Nº/2018	H ₂ O (1:2,5)	mg/dm ³			cmol/dm ³						%	g/kg	Nome e/ou Número	cmol/dm ³	g/kg	
237	5,64	22,51	40,95	0,05	5,61	0,05	5,10	2,80	8,05	13,66	58,95	0,62	64,41	MATA	0,105	37,36
238	5,07	176,32	20,28	0,05	1,49	0,05	2,40	1,20	3,70	5,19	71,37	1,33	28,89	MANGA	0,052	16,75
240	6,09	81,37	44,85	0,09	3,30	0,00	2,30	1,70	4,20	7,50	56,03	0,00	31,03	MANDALA	0,115	18,00

Tabela 2. Caracterização química da fertilidade dos solos dos dois subsistemas Mandala, Manga e Mata.

Observando os valores de pH, Mata 5,64 teve acidez média de acordo com a classificação. Nessa condição pode possuir elevados teores de Al³⁺ (tóxico), boa disponibilidade de micronutrientes, porém, pode ocasionar baixa atividade de microorganismos (PREZOTTI et al., 2013). O pH da Manga 5,07 e da Mandalla 6,09 o que representa índices de acidez fraca. Provavelmente possui baixa presença de Al³⁺, boa disponibilidade de boro (B), disponibilidade intermediária dos demais micronutrientes, pH ideal para a maioria das culturas (PREZOTTI et al., 2013).

O teor de fósforo (P) para as plantas é uma medida relativa da quantidade do elemento no solo. O teor de P determinado na análise de solo é um valor relativo, que indica o teor de P “disponível” para as culturas. (PREZOTTI et al., 2013). resultados com valores mais altos para os subsistemas Mandala 81,37 e Manga 176,32, e valores baixos para Mata 22,51. Apesar da diferença entre os valores, de acordo com a classificação todos os valores de P são positivos para os subsistemas. Segundo Primavesi & Primavesi (2018) o fósforo é o mineral mais necessário para o crescimento e a reprodução vegetal. A deficiência deste elemento é um tanto difícil de reconhecer, pois não existem sintomas muito expressivos.

Em relação aos valores de potássio (K) o maior valor foi no subsistema Mandala 44,85, seguindo da mata com 40,95. De acordo com Prezotti et al., (2007), para culturas permanentes (Mata, Manga), anuais e hortaliças (Mandala), todos os valores estão abaixo da média. Primavesi & primavesi (2018) salientam que, a deficiência em

potássio torna a planta menos resistente às doenças bacterianas, menos resilientes e todo o desenvolvimento da planta é retardado.

Para cálcio (Ca) o maior valor da tabela foi da Mata nativa com 5,10, possuindo classificação alta, sendo um aspecto positivo. Os demais subsistemas estão com valores médios. Primavesi & Primavesi (2018) citam que o cálcio é um elemento fundamental no metabolismo vegetal, ele no solo, está facilmente sujeito a lixiviação.

No que diz respeito ao magnésio (Mg), também foi a Mata que obteve o maior valor 2,80, contudo, todos os subsistemas alcançaram classificação alta em relação desse elemento. Em relação ao magnésio, Primavesi & Primavesi (2018) cita que é o principal fator na formação da clorofila e toma parte da na formação de todos os óleos e gorduras vegetais, formando ceras que protegem os vegetais contra a seca e condições desfavoráveis do solo. Por essas e outras razões, Prezotti et al., (2013) aponta que é importante que os teores de Ca e Mg estejam acima dos níveis adequados no solo, para o desenvolvimento pleno das culturas.

A Soma de Bases (SB), representa a soma das bases presentes no solo, ou seja, dos elementos K, Na Ca e Mg. Na análise das amostras, a Mata foi quem sobressaiu com maior valor 8,05 e classificação alta. Os demais subsistemas estão entre valores médios.

Em relação a capacidade de troca de cátions pH 7,0 (CTC), é uma das variáveis mais importantes para a interpretação do potencial produtivo do solo. Indicando a quantidade total de cargas negativas que o solo poderia apresentar, se o seu pH fosse 7 (PREZOTTI et al., 2013). Na análise das amostras dos subsistemas, a Mata novamente foi quem alcançou o maior valor 13,66 e classificação alta. Os demais subsistemas estão entre os valores médios. A capacidade de troca iônica dos solos representa o aumento da capacidade de liberação de vários nutrientes, favorecendo a manutenção da fertilidade por um período prolongado (RONQUIM, 2010).

Na Saturação por bases (V), a análise das amostras demonstrou que os subsistemas estão entre os valores médios. A saturação por bases é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos (RONQUIM, 2010).

Outra análise importante que foi realizada, foi a matéria orgânica (M.O). O teor de MO do solo é calculado multiplicando-se o teor de carbono do solo (carbono orgânico) pelo fator 1,72 (obtido pela divisão 100/58)(PREZOTTI et al., 2013). A amostra que obteve o maior valor foi a Mata 64,41, porém os outros subsistemas tiveram também média alta. Machado e Machado Filho (2017) cita que a matéria orgânica desempenha múltiplas e positivas funções no solo, dentre elas: absorção e retenção de água; resiliência; reservatório de Carbono; berço de macro e microelementos. Com a mineralização da MO no solo, há liberação de bases que se encontravam imobilizadas nas cadeias carbônicas dos tecidos vegetais, que promovem a regulação do pH, a disponibilidade de nutrientes, poder tampão e redução da toxidez (PREZOTTI et al., 2013).

5 | CONCLUSÕES

O subsistema Mandala apresentou melhores níveis de sustentabilidade em referência Mata Nativa, já o subsistema Manga apresentou índices mais baixos, apontando que esse subsistema deve re-desenhar e manejar sua unidade, no enfoque dos princípios e técnicas agroecológicas, incrementando urgentemente a biodiversidade funcional.

A metodologia do trabalho se mostrou eficaz para diagnosticar a condição qualitativa do solo, diagnosticando as limitações e potencialidades de cada subsistema, apontando para as intervenções necessárias em cada um deles. Através da metodologia com indicadores é possível realizar o acompanhamento e o monitoramento das áreas, facilitando a tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. **Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.24, p.857-865, 2000.

CÂNDIDO, G. A. **Rede de estudos e pesquisas em sistemas de indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas baseados em práticas de agricultura familiar e da agricultura baseadas nos princípios da revolução verde no nordeste brasileiro**. Projeto de pesquisa apresentado para avaliação e julgamento em conformidade Edital CNPq 022/2010). Campina Grande – PB, 2010.

CASADO, G.I.G.; MIELGO, A.M.A. **La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable**. Ecosistemas, v.16, p.24-36, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1997. 212 p. (Embrapa CNPS. Documentos, 1).

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.38, p.109-112, 2014.

KARLEN, D.L.; MAUSBACH, M. J.; DORAN, J.W.; CLINE, R. G.; HARRIS, R. F.; SCHUMAN, G. E. **Qualidade do solo: um conceito, definição e estrutura para avaliação** (Um Convidado Editorial). Sociedade de Ciência do Solo do Jornal da América, v. 61, p. 4-10, 1997.

MACHADO, Luiz Carlos Pinheiro; MACHADO FILHO, Luiz Carlos Pinheiro. **A Dialética da Agroecologia: contribuição para um mundo com alimentos sem veneno**. São Paulo: Expressão Popular, 2017. 360 p.

MARZALL, K; ALMEIDA, J. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA AGROECOSSISTEMAS. **Estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável**, 2009. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v18n3/1809-4422-asoc-18-03-00099.pdf>>. Acesso em: 18/06/18.

NICHOLLS, C.I.; ALTIERI, M.A.; DEZANET, A.; LANA, M.; FEISTAUER, D.; OURIQUES, M. **A rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems**. Biodynamics, n. 250, p. 33-40, 2004.

PREZOTTI, L. C. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar** /André Guarçoni M. – Vitória, ES: Incaper, 2013.

PRIMAVESI, Ana; PRIMAVESI, Artur. **A biocenose do solo na produção vegetal & Deficiências minerais em culturas**: nutrição e produção vegetal. São Paulo: Expressão Popular, 2018.

PRIMAVESI, Ana. **Manejo agroecológico de pragas e doenças**. São Paulo: Expressão Popular, 2016.

PRIMAVESI, Ana. **Manual do solo vivo**. São Paulo: Expressão Popular, 2016.

RONQUIM, C. C.. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais** – Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010.

SARANDÓN, S. J. El **agroecosistema: un ecosistema modificado**. In: SARANDÓN, S. J.; FLORES, C. C. (Coord.). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. La Plata - Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2014. p: 100-130.

SPOSITO, G. and ZABEL, A. 2003. **The assessment of soil quality**. *Geoderma*, 114(3/4): 143-144.

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SOLO SOB TRATAMENTO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO HERBICIDA GLIFOSATO

Jaíne Ames

Instituto Federal Farroupilha *campus* Santa Rosa,
Licenciatura em Ciências Biológicas
Santa Rosa – Rio Grande do Sul

Antônio Azambuja Miragem

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Farroupilha (IFFAR) *campus* Santa
Rosa, Departamento de Ciências Biológicas
Santa Rosa – Rio Grande do Sul

RESUMO: A alta produção agrícola está aliada a uma maior aplicação de pesticidas. Isto afeta o solo e as suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Dentre os constituintes da fauna, as oligoquetas apresentam características e comportamentos que beneficiam esse meio. Neste contexto, o objetivo da presente pesquisa foi determinar o efeito do herbicida glifosato sobre as propriedades químicas do solo em um modelo *vermi* compostagem. Foram realizadas análises químicas de diferentes amostras de solo, provenientes das unidades experimentais de ensaios de contaminação com glifosato. As amostras foram divididas em 3 grupos. O grupo controle (CTRL, solo não contaminado), grupo glifosato (GLY, solo contaminado 3L/ha) e o grupo super glifosato (SGLY, solo contaminado 10L/ha). Foram colocadas 5 minhocas em cada unidade, por um período de 7 dias. Após este tempo, verificou-se que a contaminação

com glifosato induziu um aumento nos níveis de fósforo [P] ($p < 0,0001$) e magnésio [Mg] ($p = 0,0344$), e uma redução nos níveis de pH ($p = 0,0004$), nos grupos contaminados quando comparados ao CTRL. Por outro lado, a capacidade de troca de cátions [CTC] ($p = 0,1343$) e cálcio [Ca] ($p = 0,1044$) não foram alteradas com este contaminante. Já o elemento potássio [K] apresentou comportamento singular, onde elevou sua concentração no grupo GLY e diminuiu de forma significativa no grupo SGLY ($p = 0,0217$). Assim, conclui-se que a contaminação com glifosato em diferentes concentrações provoca alterações na mobilidade dos nutrientes presentes no solo, sugerindo fortemente que estas alterações são decorrentes de disfunções metabólicas dos animais deste *habitat*.

PALAVRAS-CHAVE: glifosato; nutrientes do solo; oligoquetas.

ABSTRACT: Agricultural productions are related directly with increased pesticide application. This affects the soil and its physical, chemical and biological properties. Among the constituents of the fauna, the oligochaetes have characteristics and behaviors that benefit this environment. In this context, the objective of the present research was to determine the effect of glyphosate herbicide on soil chemical properties in a vermicomposting model.

Chemical analyzes of different soil samples from the experimental units of glyphosate contamination trials were carried out. The samples were divided into 3 groups. The control group (CTRL, uncontaminated soil), glyphosate group (GLY, contaminated soil only 3L / ha) and super glyphosate group (SGLY, contaminated soil only 10L / ha). Five worms were placed in each unit for a period of 7 days. After this time, glyphosate contamination was found to induce an increase in the levels of phosphorus [P] ($p < 0.0001$) and magnesium [Mg] ($p = 0.0344$), and a reduction in pH levels ($p = 0.0004$), in the contaminated groups when compared to the CTRL. On the other hand, the cation exchange capacity (CTC) ($p = 0.1343$) and calcium [Ca] ($p = 0.1044$) were not altered with this contaminant. The potassium element [K] presented a singular behavior, where it increased its concentration in the GLY group and decreased significantly in the SGLY group ($p = 0.0217$). Thus, we concluded that the contamination with glyphosate in different concentrations causes changes in the mobility of the nutrients present in the soil, strongly suggesting that these alterations are due to metabolic dysfunctions of the animals of this habitat.

KEYWORDS: glyphosate; soil nutrients; oligochaetes.

1 | INTRODUÇÃO

A potencialização da produção agrícola que vem ocorrendo nas últimas décadas (TILMAN *et al.*, 2002) tem afetado a qualidade do solo, o que reflete diretamente na produtividade das plantas, na fauna edáfica e nas características deste ambiente. O solo possui propriedades químicas, biológicas e físicas que interferem na sua qualidade. Esta, é avaliada através de indicadores, tais como a capacidade de troca de cátions, o conteúdo de matéria orgânica, a densidade do solo, retenção de água, porosidade, condutividade hidráulica, pH e produtividade (LIMA *et al.*, 2007).

A fauna edáfica, que é constituinte biológica dos solos, apresenta papel importantíssimo em todo o meio, beneficiando o sistema de produção. As minhocas são consideradas “engenheiras do ecossistema”, pois exercem as seguintes funções: estimulam a atividade microbiana, facilitando a ciclagem dos nutrientes; misturam e agregam partículas, já que as mesmas excretam resíduos sob a forma de moldes; aumentam a porosidade do solo, à medida que escavam neste meio; melhoram a capacidade de retenção de água do solo; e fornecem canais para o crescimento da raiz no solo (GAUPP-BERGHAUSEN *et al.*, 2015).

Além disso, estes animais são fundamentais para o ambiente edáfico, uma vez que realizam a decomposição da matéria orgânica, a mineralização e, conseqüentemente, influenciam na disponibilidade de nutrientes no solo, tais como cálcio, magnésio, fósforo, potássio e nitrogênio (BARETTA *et al.*, 2011).

Com o aumento das áreas agrícolas, o uso de agrotóxicos se tornou mais comum. Um dos agrotóxicos mais utilizados no Brasil é o Glifosato, um agroquímico não-seletivo. Vários estudos demonstram que ele provoca danos principalmente no ecossistema

edáfico, atingindo e prejudicando organismos não-alvo, como as minhocas (GAUPP-BERGHAUSEN *et al.*, 2015; PELOSI *et al.*, 2013).

Neste contexto, o objetivo da presente pesquisa foi determinar o efeito do herbicida glifosato sobre as propriedades químicas do solo em diferentes concentrações.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo analisamos amostras de solo com diferentes concentrações de glifosato sob as propriedades químicas de potencial hidrogeniônico [pH], capacidade de troca de cátions efetivo [CTC Efet], Fósforo [P], Cálcio [Ca], Magnésio [Mg] e Potássio [K] (SBCS, 2004).

A partir de solo extraído de uma área do Instituto Federal Farroupilha, *campus* Santa Rosa/RS (-27.849668 S e -54.454407 W, à 277 m de altitude), as amostras foram peneiradas para retirar resíduos inadequados que poderiam interferir na análise. Este solo foi adicionado 5% de erva-mate (w/w), como matéria orgânica de alimento para as oligoquetas. O composto foi colocado em unidades experimentais de plástico com um volume total de 1.350 cm³. Depois da inserção do composto, cada unidade recebeu uma contaminação com glifosato, permanecendo por um período de 7 dias de contato.

Grupo Controle (CTRL): Solo sem contaminação, sendo feita a aplicação apenas de água;

Grupo Glifosato (GLY): Solo contaminado com agrotóxico (Nortox NA®, Nortox S/A, PR, Brasil), a uma concentração média padrão sugerida pelo fabricante (3L/ha, em 100L de água);

Grupo Super Glifosato (SGLY): Solo contaminado com Glifosato, a uma concentração de 10L/Ha, em 100L de água, simulando a concentração total aproximada de três aplicações sequenciais.

As leituras de Ca e Mg foi realizada em espectrômetro de absorção atômica marca GBC modelo XplorAA, P e M.O. por espectrofotômetro UV-Visível Espectrofotômetro - Modelo T60 PG Instruments e K foi feito por fotômetro de chama modelo B462 marca Micronal (TEDESCO *et al.*, 1995).

Os resultados foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) para erros do tipo I, após teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Quando ANOVA (uma via) detectou diferença entre os grupos, e onde o valor de P foi menor que 0.05, a diferença estatística foi identificada através do procedimento de comparação múltipla com o Teste de Múltiplas Comparações de Tukey-Kremer. Os resultados foram expressos em média e desvio padrão. Os dados foram tabulados e analisados no software GraphPad 3.0 para Windows.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o período de exposição ao contaminante, ocorreu uma redução no valor de pH dos grupos contaminados (GLY e SGLY) em relação ao CTRL ($p=0.0004$). Enquanto o grupo CTRL obteve uma média de 5,28, os grupos GLY e SGLY apresentaram um pH médio de 4,86 e 4,92, respectivamente. Em um estudo realizado no ano de 2003, avaliou-se a biodegradação do herbicida Glifosato em dois solos brasileiros. Os solos analisados foram argissolo vermelho-amarelo com histórico de seis anos de aplicação e outra sem aplicação, e latossolo vermelho sem histórico de aplicação e outro com onze anos de aplicações anuais. Os valores de pH foram 5,7 para a amostra do solo argissolo vermelho-amarelo sem aplicação e 5,9 para o com aplicação do glifosato, já para as amostras de latossolo vermelho os valores foram de 5,6 para o não contaminado e 5,2 para o contaminado (ARAÚJO *et al.*, 2003).

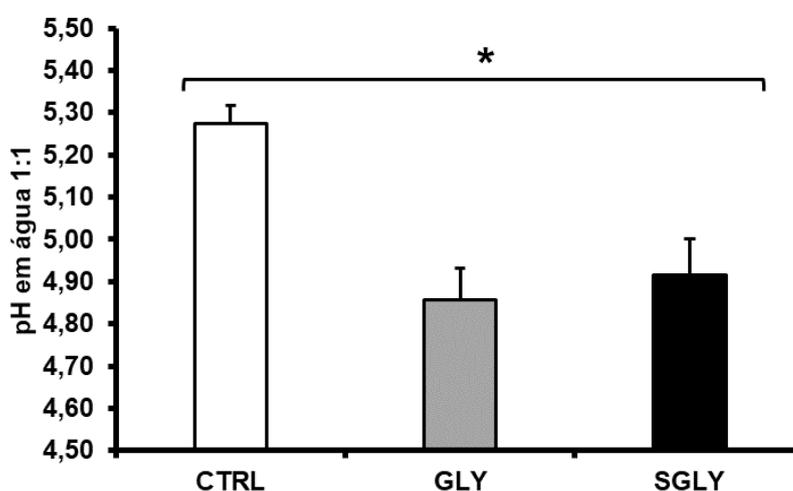


Fig. 1 Concentração de potencial hidrogeniônico (água 1:1) em diferentes amostras de solo provenientes do mesmo local de extração; grupo CTRL (0L/ha); grupo contaminado GLY (3L/ha); grupo contaminado S-GLY (Super aplicação) de 10L/ha. Valor de $p=0,0004$.

Em nosso estudo, os valores de CTC efetivo nos grupos em que houve contaminação não diferiram ($p=0.1343$) do grupo não contaminado. Outra pesquisa analisou o CTC em dois tipos de solos brasileiros, o argissolo vermelho-amarelo com histórico de seis anos de aplicação e outra sem aplicação, e latossolo vermelho sem histórico de aplicação e outro com onze anos de aplicações anuais. Esta mostrou que os valores dos dois solos contaminados apresentaram os mesmos valores, visto que em nossos dados esses valores também não diferenciaram tanto uns dos outros (ARAÚJO *et al.*, 2003).

Ao avaliarmos o fósforo, verificamos um aumento dependente da concentração do herbicida em relação ao grupo CTRL (<0.0001). Enquanto que no grupo CTRL os valores foram de 2,61, os grupos contaminados apresentaram valores de 17,23 (GLY) e 114,50 (SGLY). Assim, nota-se que quanto maior a concentração de Glifosato, maiores são os níveis de Fósforo. Em um recente estudo, verificou-se que quando se

trata de uma análise de P, referente a doses diferentes de aplicação os valores variam. Quando se refere a uma aplicação da metade da dose de glifosato recomendada pela bula em uma amostra de solo, foi onde observou-se maior valor. Em contrapartida, na amostra com o dobro da dose de glifosato recomendada foi onde apresentou o menor valor.

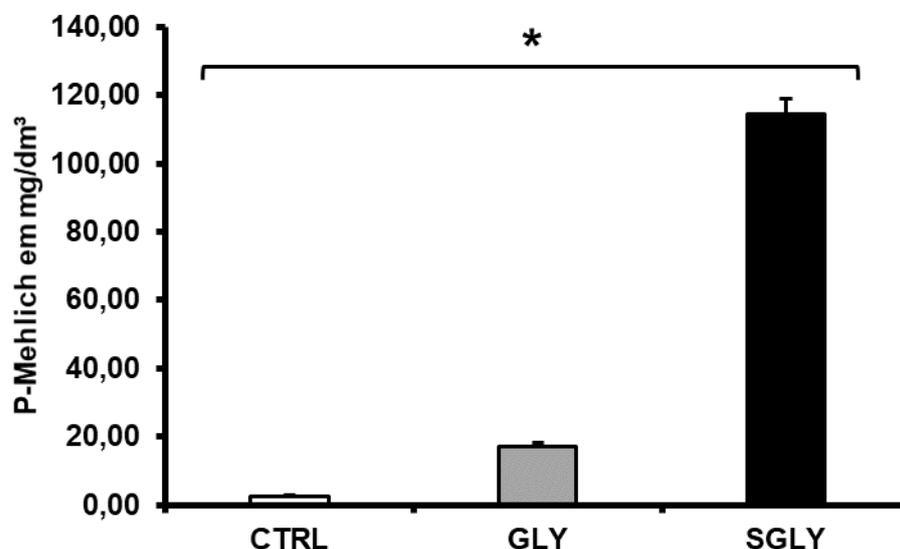


Fig. 2 Concentração de fósforo (mg/dm^3) determinada pelo método de Mehlich em diferentes amostras de solo provenientes do mesmo local de extração; grupo CTRL (0L/ha); grupo contaminado GLY (3L/ha); grupo contaminado S-GLY (Super aplicação) de 10L/ha. Valor de $p < 0,0001$.

Verificamos que os níveis de Cálcio não diferiram do CTRL após a aplicação do Glifosato ($p=0,1044$). Em outro estudo, observou-se que a presença do glifosato aumenta os valores de Ca presentes no solo.

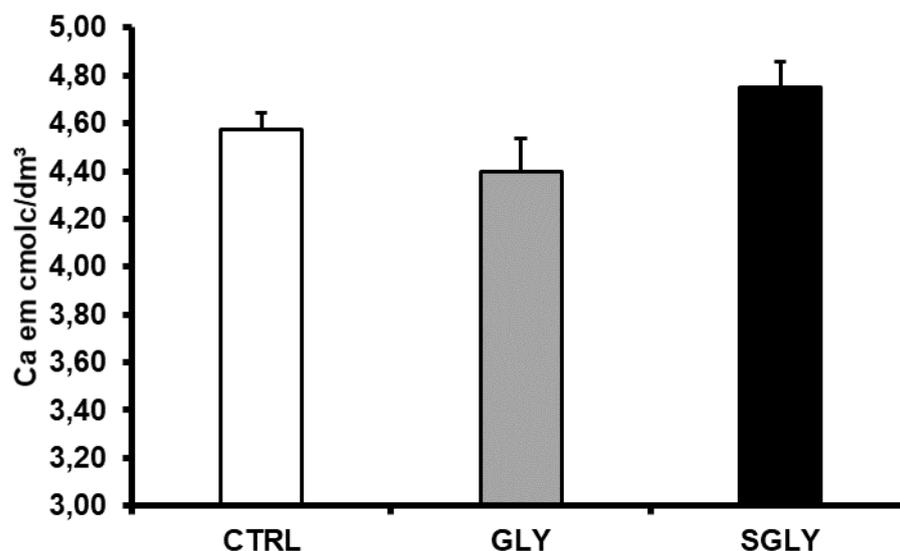


Fig. 3 Concentração de Cálcio (cmolc/dm^3) em diferentes amostras de solo provenientes do mesmo local de extração; grupo CTRL (0L/ha); grupo contaminado GLY (3L/ha); grupo contaminado S-GLY (Super aplicação) de 10L/ha. Valor de $p=0,1044$.

Ao analisarmos os níveis de Magnésio, observamos que a maior concentração de glifosato (grupo SGLY) elevou os níveis do mineral em relação ao CTRL ($P=0.0344$), ao passo que, o grupo GLY não diferiu do CTRL. Em uma pesquisa recente, onde se analisou o Magnésio no solo sob aplicação da metade da dose de glifosato recomendada pelo fabricante, dose recomendada e o dobro da dose recomendada. Os resultados desse estudo foi que os níveis de magnésio na dose recomendada pelo fabricante foram menores do que as outras amostras, e quando se refere ao dobro da dose recomendada é o que apresenta maiores níveis de Mg.

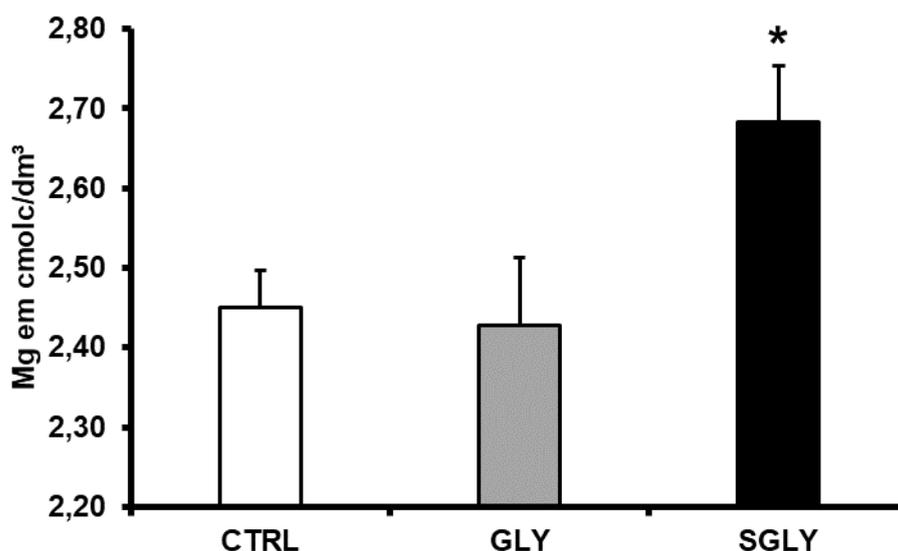


Fig. 4 Concentração de Magnésio (cmolc/dm^3) em diferentes amostras de solo provenientes do mesmo local de extração; grupo CTRL (0L/ha); grupo contaminado GLY (3L/ha); grupo contaminado S-GLY (Super aplicação) de 10L/ha. Valor de $p=0,0344$.

Em relação à variável Potássio, os valores apresentaram diferença entre os contaminados e o CTRL ($p=0,0217$). Enquanto a concentração indicada pela aplicação na lavoura elevou os níveis, o grupo SGLY apresentou uma diminuição. Em um estudo onde se aplicou metade da dose de glifosato recomendada pela bula, dose recomendada pelo fabricante e o dobro da dose de glifosato recomendada, analisou-se os níveis de potássio presente neste solo. Os valores aumentaram conforme a concentração de glifosato aplicada (SILVA, 2013). Com esta pesquisa verificamos que as doses de glifosato utilizadas em nossos experimentos causam alterações na composição química do solo em vermicompostagem.

4 | CONCLUSÕES

Concluiu-se que a aplicação de glifosato no solo, altera significativamente as propriedades químicas do solo, afetando a fauna edáfica presente. Mesmo sob única aplicação os resultados já foram afetados com este herbicida, o que sinaliza uma preocupação com o uso na produção alimentícia em larga escala atual.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R.; ABAKERLI, R. B.; SOUZA, L. S. **Biodegradação de glifosato em dois solos brasileiros**. Pesticidas: R. Ecotoxicol. e Meio Ambiente, Curitiba, v.13, p. 157-164, jan/dez.2003.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRA FILHO, L. C. L. **Fauna edáfica e qualidade do solo**. Tópicos Ci. Solo, 7:119-170, 2011.

GAUPP-BERGHAUSEN, M.; HOFER, M.; REWALD, B.; ZALLER, J. G. **Glyphosate-based herbicides reduce the activity and reproduction of earthworms and lead to increased soil nutrient concentrations**. Scientific Reports. 5:12886. 2015.

LIMA, H. V.; OLIVEIRA, T. S.; OLIVEIRA, M. M.; MEDONÇA, E. S.; LIMA, P. J. B. **Indicadores de qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional no semi-árido cearense**. SEÇÃO VI - Manejo e conservação do solo e da água. R. Bras. Ci. Solo, 31:1085-1098, 2007.

PELOSI, C.; BAROT, S.; CAPOWIEZ, Y.; HEDDE, M.; VANDENBULCKE, F. **Pesticides and earthworms. A review**. Agron. Sustain. Dev. DOI 10.1007/s13593-013-0151-z. 2013.

SILVA, M. A. **Alterações nas propriedades químicas de solos tratados com diferentes doses do herbicida glifosato**. Trabalho de conclusão de curso. Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. 2013.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS-Departamento de Solos, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

TILMAN, D.; CASSMAN, K.G.; MATSON, P.A.; NAYLOR, R.; POLASKY, S. **Agricultural sustainability and intensive production practices**. 2002. Nature 418: 671-677.

CAPSULA DE CULTIVO AUTO-SUFICIENTE, LIBRE DE CONTAMINACIÓN, INDEPENDIENTE DE LA ATMÓSFERA, CON LA UTILIZACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO

Juan Manuel Silva López

Colegio Privado Santa Cecilia

San Cristóbal-Alto Paraná, Paraguay

Flavia Cordeiro Da Silva Alamini

Colegio Privado Santa Cecilia

San Cristóbal-Alto Paraná, Paraguay

RESUMEN: La agricultura constituye, hoy día, en la principal fuente de producción de alimentos a nivel global. La demanda de los mismos exige día a día el incremento de la producción. Con ese propósito las ciencias agrarias desarrollaron avances tecnológicos para intentar dar abasto a tal demanda (los agroquímicos). Los tales además de sus efectos establecidos, históricamente han causado graves daños a la salud humana, animal y principalmente al medio ambiente. Considerando eso, se ha desarrollado un método de cultivo autosuficiente, libre de la de contaminación externa e independiente de la atmósfera. Empleando contenedores herméticos, cargados con los recursos esterilizados necesarios para el desarrollo de los cultivos. Con la utilización del carbón activado, sustancia con propiedades de absorción y filtración, tanto del aire como de la humedad, debido a su alta porosidad. Este material/reactivo mantiene a raya al exceso de humedad a la vez que la filtra, pues gradualmente la absorbe y la expulsa. Que con la materia orgánica en

la tierra y su descomposición llenan el aire del interior con dióxido de carbono, crucial para los cultivos. Que al crecer, producirán oxígeno, que hará seguir la descomposición en la materia orgánica y liberaran agua en las paredes de la capsula, que descenderá hasta la tierra para ser reutilizada. Así se desenvuelve el método, con los recursos necesarios en su interior y dejando fuera la contaminación. Siendo amigable con el ambiente y barata alternativa de cultivo, sirviendo como medio para generar conciencia sobre la contaminación y para paliar los daños ambientales.

PALABRAS CLAVE: a) **Carbón activado:** es un término genérico que describe una familia de adsorbentes carbonáceos altamente cristalinos y una porosidad interna altamente desarrollada. Existe una amplia variedad de productos de carbón activado que muestran diferentes características, dependiendo del material de partida y la técnica de activación usada en su producción. Es un material que se caracteriza por poseer una cantidad muy grande de microporos (poros menores a 2 nanómetros de radio). A causa de su alta microporosidad, el carbón puede poseer una superficie de 50 m²/g o más si es activo, llegando a valores de más de 2500 m²/g. El carbón activado se utiliza en la extracción de metales (v. gr. oro), la purificación de agua potable (tanto para la potabilización

a nivel público como doméstico), en medicina veterinaria y medicina humana para casos de intoxicación, en el tratamiento de aguas residuales, clarificación de jarabe de azúcar, purificación de glicerina, en máscaras antigás, en filtros de purificación y en controladores de emisiones de automóviles, entre otros muchos usos. Contaminación.

b) contaminación: es la introducción de sustancias u otros elementos físicos en un medio que provocan que éste sea inseguro o no apto para su uso. El medio puede ser un ecosistema, un medio físico o un ser vivo. El contaminante puede ser una sustancia química, energía (como sonido, calor, luz o radiactividad). Es siempre una alteración negativa del estado natural del medio, y por lo general, se genera como consecuencia de la actividad humana considerándose una forma de impacto ambiental. La contaminación puede clasificarse según el tipo de fuente de donde proviene, o por la forma de contaminante que emite o medio que contamina. Existen muchos agentes contaminantes entre ellos las sustancias químicas (como plaguicidas, cianuro, herbicidas y otros.), los residuos urbanos, el petróleo, o las radiaciones ionizantes. Todos estos pueden producir enfermedades, daños en los ecosistemas o el medioambiente. Además existen muchos contaminantes gaseosos que juegan un papel importante en diferentes fenómenos atmosféricos, como la generación de lluvia ácida, el debilitamiento de la capa de ozono, y el cambio climático. **c) agricultura:** es el conjunto de técnicas y conocimientos para cultivar la tierra y la parte del sector primario que se dedica a ello. En ella se engloban los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y los cultivos de vegetales. Comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural. Las actividades relacionadas son las que integran el llamado sector agrícola. Todas las actividades económicas que abarca dicho sector tienen su fundamento en la explotación de los recursos que la tierra origina, favorecida por la acción del ser humano: alimentos vegetales como cereales, frutas, hortalizas, pastos cultivados y forrajes; fibras utilizadas por la industria textil; cultivos energéticos etc.

1 | DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La agricultura a gran escala con fines de gran producción, ha demandado con el paso del tiempo el empleo de suplementos y complementos de origen químico o transgénico para diversos fines, como: la mejora del rendimiento, abaratar precios, condicionamiento según el tiempo y clima, lucha contra las plagas, etc. Tales fines por lo general son conseguidos mediante el uso de los llamados Agroquímicos. Pero como se sabe, los químicos de uso agrícola traen además de sus “efectos establecidos”, efectos negativos para la salud humana y para el medioambiente.

Los efectos negativos van desde el envenenamiento del agua y el aire, pasando por la erosión del suelo y la deformación degenerativa de seres vivos, hasta la misma contaminación de los cultivos. Claro que para que esto llegue a suceder depende en gran medida de la calidad y tipo del químico empleado. Pero casi siempre son causados por su uso incorrecto e indebido, ya sea por el desconocimiento de sus

efectos negativos o por simple deseo de ahorrar en costos.

Este es el caso de la Comunidad de San Cristóbal y zonas aledañas. Donde la contaminación por el uso indebido de estas sustancias ha cobrado gran fuerza. Tanta que no hay cultivo que no sea afectado por sus propios químicos y/o de otras zonas de plantación. Sin mencionar a los pocos medios o personas que pueden hacer algo al respecto, pero que no hacen nada.

Tal es la situación, que aparentemente la única forma de realizar un cultivo que no sea afectado por la polución, es haciéndolo completamente separado del exterior, es decir dentro de un contenedor o recipiente que contenga todos los recursos y elementos necesarios para su germinación y desarrollo. Sustentado por una sustancia química llamada Carbón Activado, con propiedades de filtración y absorción del aire y la humedad. Que junto con los procesos naturales biológicas de la semilla y la luz del sol, logran crear un medio propicio para la planta.

A primera vista este método es y luce muy efectivo, pero al no haber sido probado antes (al menos en la práctica), no es seguro que pueda dar un resultado favorable en el caso antes relatado; ya que se pretende desarrollarlo como alternativa de cultivo segura y económica, a menor escala, para ir paliando los problemas y creando conciencia.

De la relación del caso, el problema y la alternativa de solución que se plantea, se obtienen las siguientes preguntas:

- ¿El cultivo en ambientes herméticos es factible?
- ¿Representa realmente un método libre de contaminación exterior?
- ¿Cómo puede ayudar a paliar el daño producido por agroquímicos?
- ¿Qué tan importante es la producción de alimentos sanos?
- ¿Cómo afecta a las plantas crecer en ambientes sellados?

Tales preguntas fueron tratadas de contestar, como se verá a continuación, ya que han sido tomadas como modelo de referencia y puntos donde debe llegar la información.

2 | OBJETIVOS

Objetivo General: Demostrar que el cultivo, germinación y crecimiento de semillas en ambientes herméticos es posible.

Objetivos Específicos:

- Crear un método de cultivo sustentable para el ambiente y la salud
- Documentar el desenvolvimiento del método en la práctica
- Analizar el resultado obtenido

- Determinar el nivel de éxito en los objetivos fijados
- Crear conciencia de los beneficios de la agricultura sana y de las consecuencias de los agroquímicos

3 | HIPÓTESIS

- **HI:** el cultivo, germinación y crecimiento de semillas en ambientes herméticos es posible.
- **HO:** el cultivo, germinación y crecimiento de semillas en ambientes herméticos no es posible.

4 | METODOLOGÍA

Según la manipulación de los objetivos: El trabajo de investigación consistió en el desarrollo de un método de cultivo autosuficiente e independiente de la atmósfera, con la utilización del carbón activado. Dentro de capsulas herméticas, con recursos naturales esterilizados en su interior. Para asegurar la pureza y el aislamiento de contaminantes externos, para la producción segura y barata de alimentos saludables y libres de los efectos negativos de los agroquímicos.

Según el lugar: La investigación que fue realizaba, constaba de un carácter de campo. Pues se desarrolló en el domicilio particular de uno de los investigadores. En lugares donde se contaba con suficiente cantidad de luz solar y sombra, para satisfacer las necesidades de lo cultivado en las capsulas.

Según el número de individuos: La investigación fue de sujetos múltiples, pues se elaboraron varios terrarios (5) de tamaño pequeño (capsulas) de prueba y uno de mayor tamaño de formato distinto.

Materiales y reactivos utilizados:

Primera parte (1era parte)

- Frascos de vidrios (de aproximadamente 15 cm de altura, sin ángulos)
- Tierra
- Tierra con materia orgánica (hojas, madera, hierba en descomposición)
- Carbón Activado
- Agua
- Bolsas de polietileno
- Cinta adhesiva

- Semillas de hortalizas (lechuga, espinaca, brócoli, pepino y tomate)
- Jabón
- Alcohol
- Fósforos
- Equipos de laboratorio (recipientes, varilla, placa de vidrio y probeta)
- Hervidora eléctrica
- Computadora
- Tablet
- Segunda parte (2da parte)

Casi los mismos materiales y reactivos fueron empleados en esta fase, excepto que se dejaron de emplear los frascos de vidrio, las bolsas de polietileno, el equipo de laboratorio, los fósforos, el jabón y el alcohol. Para reemplazarlos con:

- Tela o carpa transparente de invernadero
- Maceta o plantera
- Cinta adhesiva de doble fas
- Alambre

Para la elaboración de la capsula-terrario mayor (prototipo). Además de emplear solamente semillas de tomate, pues son las que presentaron mejores resultados en las capsulas pequeñas.

5 | PLAN DE INVESTIGACIÓN AÑO: 2018.

Actividades	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Elección del tema	X									
Planeamiento del proyecto			X							
Recolección de materiales necesarios		X	X	X						
Elaboración de las capsulas				X						
Proceso de observación y registro				X	X	X	X	X	X	
Planeamiento y elaboración de la 2da fase				X			X			
Recolección de los materiales para la segunda fase							X	X		
Elaboración de la capsula-terrario mayor (prototipo)								X		

Periodo de observación y registro 2da fase								X	X	
Inscripción web							X			
Corrección de las investigaciones					X	X	X	X	X	
Presentación a la comunidad									X	
Elaboración del reporte final									X	
Defensa del proyecto										X

6 | RESULTADO

Luego de haber concluido con todo el proceso de investigación y desarrollo, se ha obtenido como resultado un método de cultivo autosuficiente, libre de la de contaminación externa e independiente de la atmósfera. Empleando contenedores sellados de manera hermética, cargados con los recursos esterilizados necesarios para el desarrollo de los cultivos. Con la utilización del carbón activado, sustancia con propiedades de absorción y filtración, tanto del aire como de la humedad, debido a su alta porosidad. Este material/reactivo causa un efecto que mantiene a raya al exceso de humedad a la vez que la filtra, pues gradualmente la absorbe y la expulsa. Que con la materia orgánica en la tierra y su descomposición llenan el aire del interior con dióxido de carbono, crucial para los cultivos. Que al desarrollarse lo suficiente, producirán oxígeno, que contribuirá a que continúe la descomposición de la materia orgánica y liberaran agua en las paredes de la capsula, que descenderá hasta la tierra para ser reutilizada.

Así es como se desenvuelve el método de cultivo, con los recursos necesarios en su interior y dejando fuera la contaminación de los agroquímicos. Al ser amigable con el ambiente y barata como alternativa de cultivo, sirve como medio para generar conciencia sobre la contaminación y como alternativa para ir paliando los daños ambientales.

7 | PRIMERA PARTE. CAPSULAS-TERRARIOS PEQUEÑAS:

Este formato consistió en un frasco de vidrio cargado con los reactivos y recursos, esterilizados previamente, es su interior, con las semillas. En total se prepararon cinco (5) frascos en esta parte de la investigación, de 15 cm cada uno, cargados con: 1 cm de carbón activado, 2 cm de gravilla, 5 cm de tierra esterilizada, y aproximadamente 200 ml de agua. Agregado todo en ese orden. Además de las semillas de hortalizas (lechuga, espinaca, brócoli, pepino y tomate). Con todos los materiales dentro, se selló el frasco colocando una capa de polietileno sobre el hoyo de la tapa y luego cubierto con cinta adhesiva. Para colocar la tapa y envolver la misma con la misma

cinta adhesiva. Luego del ensamblado las capsulas fueron colocadas en un sitio donde contaron con suficiente sol y sombra.

Posteriormente se constató, que no todos los cultivos de los frascos logran geminar, en menor o mayor medida, con especial resistencia el tomate. Pues se tenía consciencia que por el reducido tamaño de los frascos y la concentrada humedad algunos lograrían brotar y adaptarse mientras que otros se marchitarían o siquiera brotarían por haber sido sembrados fuera de su temporada.

Volviendo al tomate, este fue el que presento mayor resistencia y mayor grado de crecimiento (desarrollando hojas), resistiendo meses antes de agotar los recursos y resecarse por las altas temperaturas. Debido a la necesidad natural de esta planta a la humedad y por ser sembrada en temporada.

8 | SEGUNDA PARTE. CAPSULA-TERRARIO MAYOR:

En retrospectiva, esta capsula fue mayor que las primeras cinco (5), ya que se remplazaron los frascos como contenedores debido a su reducido volumen y la humedad que se acumulaba de manera excesiva por ello. Como alternativa se tomó una maceta o plantera de unos 23 cm de altura y 4,5 litros de capacidad volumétrica. Se envolvió con tela transparente de invernadero la superficie interior de la misma, para cagarla con los reactivos y recursos; 3 cm de carbón activado, 5 cm de gravilla, 10 cm de tierra esterilizada. El agua fue rociada cuidadosamente en los excedentes de la tela de invernadero que, sobresalían del interior de la plantera (esta se debe a la humedad que quedo en la tierra luego de esterilizarla con agua caliente, para no formar un exceso de líquidos y humedad). En vista de los resultados de la primera parte, en la capsula mayor fueron sembradas semillas de tomate (una variedad especial de verano en esta capsula). Luego, los excedentes laterales de la tela fueron pegados y añadidos unos con otros, empleado cinta adhesiva de doble fas, para formar una suerte de bolsa o costal hermético, dentro de una maceta, cargado con las semillas y recursos/reactivos. Una vez esto se hubo hecho lo último mencionado, en las orillas exteriores de la maceta se insertaron dos (2) arcos de alambre perpendiculares, a modo de armazón, de donde se colgó/suspendió la bolsa para mantenerla extendida.

A pasar se ser diferente a los primeros en cuanto a volumen y contención, la mecánica y dinámica de los recursos es la misma. Además de que en esta la humedad se distribuye de manera más uniforme, con mayor capacidad de aire y un significativo ritmo de crecimiento más acelerado (la primera capsula con tomates tardo meses en desarrollar hojas, mientras que está en un mes lo logro).

9 | CONCLUSIÓN

Al final de todo el proceso de investigación, desarrollo y estudio, se llevó al análisis

la situación y los resultados. Donde se dictamino que se había logrado desarrollar un método de cultivo autosuficiente, independiente de la atmosfera y libre de la contaminación. Empleando contenedores herméticos denominados capsulas. Gracias a las propiedades del carbón activado, logrando desarrollar cultivos de manera libre de la contaminación externa, en especial de la producida por los agroquímicos, lo cuales no son para nada necesarios empleando el método desarrollado.

De esta manera, con el empleo paulatino y gradual de este método, además de una posible adaptación a gran escala, se espera paliar los efectos negativos en el ambiente de los agroquímicos, demostrando que la producción de alimentos sanos a menor escala es más que plausible.

En cualquier caso, lo más recomendable y aconsejado es seguir investigando sobre el tema

10 I ANEXOS

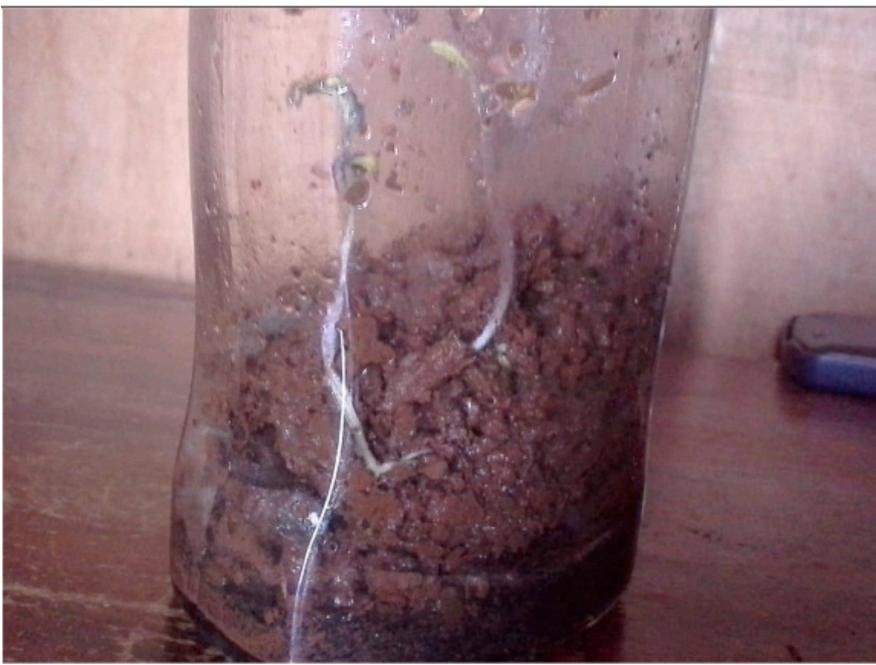
10.1 Primera parte

Descripción	Imagen
Cerca de un mes luego del cultivo (tomate). Capsula-terrario pequeña.	 The image shows two glass jars side-by-side. The jar on the left is filled with a dark, thick, and somewhat granular substance, possibly a tomato-based culture. The jar on the right is partially filled with a similar dark liquid. The jars appear to be part of a controlled cultivation experiment.

Luego de aproximadamente dos meses (tomate). Capsula-terrario pequeña



Tres meses post cultivo. Capsula-terrario-pequeña.



10.2 Segunda parte

Descripción	Imagen
-------------	--------

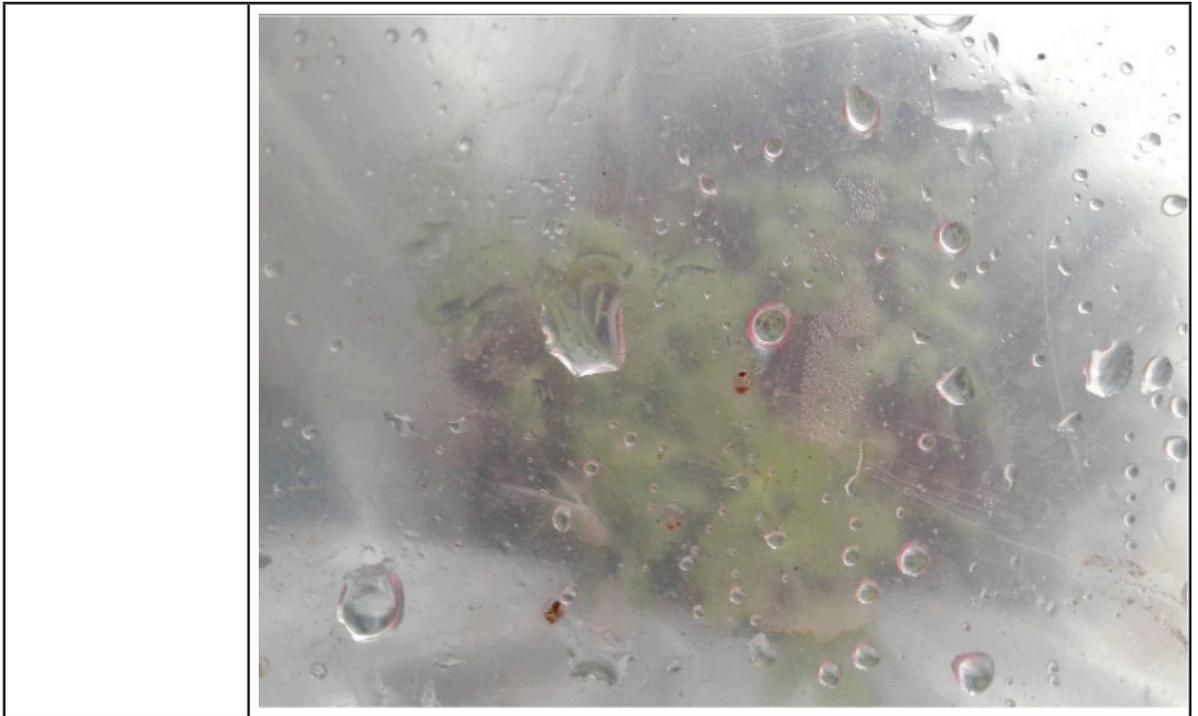
Capsula/terrario mayor (día de ensamble 23/09/2018).



Interior de la capsula/terrario mayor. (7/10/2018). Se observan brotes de tomates ya con hojas. Observación: la imagen es borrosa por la humedad acumulada en la tela o lona transparente de invernadero.



<p>Interior de la capsula/terrario mayor. (14/10/2018). Se observan plantines de tomates ya algo desarrollados y tupidos. Observación: la imagen es borrosa por la humedad acumulada en la tela o lona trasparente de invernadero.</p>	
<p>Interior de la capsula/terrario mayor. (17/10/2018). Se observan plantines de tomates de altura y espesura considerables. Observación: las imágenes son borrosas por la humedad acumulada en la tela o lona trasparente de invernadero.</p>	



REFERENCIAS

Investigaciones:

Juan Manuel Silva, **‘Investigación sobre germinación en ambientes herméticos’**, 2017.

Juan Manuel Silva, Taiinara Rimoldi y Flavia Alamini, **“investigación sobre ecosistema independiente en base al Carbón activado”**, 2017.

Juan Manuel Silva, **“Cultivo, germinación y crecimiento de semillas en ambientes herméticos”**, 2017.

Páginas de internet:

<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGRINVE.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=001444>

<https://microplanta.wordpress.com/2007/01/12/cultivo-de-semiilas-en-frascos/>

https://es.wikipedia.org/wiki/Carb%C3%B3n_activado

<https://es.wikipedia.org/wiki/Agricultura>

<https://es.wikipedia.org/wiki/Agricultura>

CONSERVAÇÃO DE FORRAGEM NA FORMA DE SILAGEM: UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA E PRÁTICA

Robson Vinício do Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – *Campus* Vitória de Santo Antão.
Glória do Goitá – PE

Marta Xavier de Carvalho Correia

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – *Campus* Vitória de Santo Antão.
Vitória de Santo Antão - PE

Mércia Cardoso da Costa Guimarães

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – *Campus* Vitória de Santo Antão.
Recife – PE

Paulo Márcio Barbosa de Arruda Leite

Serviço de Tecnologia Alternativa – SERTA
Glória do Goitá – PE

RESUMO: A conservação das plantas forrageiras é importante para o aproveitamento da forragem quando a mesma se encontra no seu melhor valor nutritivo e quantidade de matéria seca. Algumas regiões do Brasil, principalmente na região Nordeste apresentam longos períodos de estiagem, o que resulta em déficit hídrico e baixa produção de forragem. Objetivou-se relatar a experiência como monitor nas aulas sobre conservação de forragem para confecção de silagem, em disciplinas do curso

Técnico em Agropecuária do Instituto Federal de Pernambuco - IFPE. A silagem foi produzida a partir da utilização de garrafas PET's transparentes, que facilitam a visualização de todo o processo de fermentação. O material a ser ensilado foi o Capim Elefante Roxo de Botucatu (*Pennisetum purpureum*, Schum.) e os aditivos utilizados foram o farelo de milho e o melaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). A participação como monitor foi importante através da interação com os alunos, conhecimentos e aquisição de novas habilidades: motivação dos grupos, segurança dos conteúdos, desempenho, liderança e paciência.

PALAVRAS-CHAVE: Alimentação, gramínea, produção animal, didática.

ABSTRAT: The conservation of forage plants is important for the use of forage when it is at its best nutritive value and dry matter quantity. Some regions of Brazil, mainly in the Northeast region present long periods of drought, which results in water deficit and low forage production. The objective was to report the experience as a monitor in the classes on forage conservation for silage making, in disciplines of the Agricultural Technical Course of the Federal Institute of Pernambuco - IFPE. The silage was produced from the use of transparent PET bottles, which facilitate the visualization

of the entire fermentation process. The material to be ensiled was Botucatu Purple Elephant Grass (*Pennisetum purpureum* Schum) and the additives used were maize bran and sugarcane molasses (*Saccharum officinarum*). Participation as a monitor was important through interaction with students, knowledge and acquisition of new skills: group motivation, content security, performance, leadership and patience.

KEYWORDS: Feeding, grass, animal production, didactics.

1 | INTRODUÇÃO

Em regiões de clima tropical que engloba a maior parte do território brasileiro, a produção de forragem é caracterizada por dois períodos distintos: “águas” e seco. No primeiro, a produção de forragem é favorecida, dentre outros fatores, pelas altas temperaturas, fotoperíodo longo e maior concentração de chuvas (TEIXEIRA, et al., 2011). No entanto, o período seco é caracterizado por altas temperaturas e baixa quantidade de chuvas, o que acaba ocasionado a diminuição do nível dos rios, açudes, dentre outras fontes de água. Dessa forma, acaba não suprimindo as exigências das pastagens para seu desenvolvimento, acarretando uma baixa produção e, conseqüentemente, podendo haver uma redução no seu valor nutritivo.

A conservação das plantas forrageiras é importante para o aproveitamento da forragem quando a mesma se encontra no seu melhor valor nutritivo e quantidade de matéria seca, para ser utilizada na alimentação animal nos períodos de escassez, minimizando custos (CRUZ et al., 2011).

O processo de conservação de forragem através de fermentações, em condições anaeróbicas é denominado ensilagem, seu produto é a silagem e o local de armazenamento é o silo. As fermentações ocorrem por reações químicas que resultam no desaparecimento parcial dos substratos e formação de ácidos orgânicos, amins e amônia. Parte da biomassa é perdida em forma de calor e seus substratos são degradados a compostos mais simples ou são metabolizados pelos microrganismos e transformados em acetato, butirato e lactato. Essas perdas são parcialmente compensadas, pois a silagem resultante geralmente tem maior concentração energética que a forragem original (FONTANELI e FONTANELI, 2018).

As formas didáticas de transmitir os conteúdos aos alunos, possibilitam um melhor engajamento por parte deles e assim os níveis de aprendizado acabam sendo bem maiores, e se tratando de técnicas como a produção de silagem que é fundamental o conhecimento para técnicos ou profissionais da área, acaba favorecendo maior interação e possibilitando um melhor qualificação ao aluno.

O aluno monitor tem como atribuição auxiliar o professor em atividades teóricas e práticas, na preparação de material didático e experimental, na realização de trabalhos práticos e experimentais e em atividades de classe e/ou laboratoriais.

Portanto, objetivou-se relatar a experiência teórico-prática como monitor, interligando a prática com a importância da conservação de forragem em propriedades rurais e demonstrar novas técnicas e matérias acessíveis usados para beneficiar a

ferragem, fugindo da visão industrial que conta com a presença de grandes estruturas para executar a atividade.

2 | METODOLOGIA DIDÁTICA E PRÁTICA

O estudo do processo iniciou-se através de debates com os alunos e professor em sala de aula sobre a importância de produzir silagem para alimentação dos animais ruminantes. A partir do planejamento da prática, houve a distribuição de atividades entre os alunos, onde os mesmos ficaram responsáveis de providenciar a ferragem e os materiais necessários para execução da atividade prática, tais como: Capim elefante, farelo de milho, melão, garrafas PET's, fita adesiva, entre outros.

As turmas foram divididas em grupos, onde cada um ficou responsável em construir dois silos, um bem compactado e outro mal compactado, visando compreenderem a importância do processo e produção de silagem de boa qualidade, entendendo que quando o silo é mal compactado (havendo presença de oxigênio), será produzido alimento impróprio para o consumo dos animais.

Inicialmente, foi realizado o corte da ferragem, especificadamente, o Capim Elefante Roxo de Botucatu (*Pennisetum purpureum*, Schum.). Este material foi triturado em máquina ferrageira, sendo distribuído ao solo para que ocorresse o pré-murchamento, facilitando a redução da umidade para a ensilagem.

A silagem foi produzida a partir da utilização de garrafas PET's transparentes (Figura 01), servindo como silo, através de uma forma didática, para entender todo o processo que ocorre em um silo convencional, e por ser um material transparente facilita a visualização de todas as etapas do processo de fermentação que ocorre dentro da estrutura do silo.



Figura 01. Silos confeccionados com garrafas PET's. Garrafa à direita, silagem mal compactada. Garrafa à esquerda, silagem bem compactada.

A forragem utilizada pelos grupos, bem como seus aditivos, o farelo de milho e melaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) foram pesados antes e depois da ensilagem (Figura 02). Após a introdução do material dentro do silo, o mesmo foi lacrado para impedir a entrada de oxigênio, identificado com nome do grupo, forragem e aditivo utilizado, tipo de compactação (bem ou mal compactado), data da prática e peso.



Figura 02. Pesagem da forragem e aditivos para serem inseridos no silo.

O tempo de fermentação depende, principalmente, do teor de carboidratos solúveis, da capacidade tampão e do teor de umidade da forragem (VAN SOEST, 1994). Após 21 dias da aula prática de ensilagem/turma realizou-se a abertura dos silos para avaliação da silagem produzida. Inicialmente, apresentamos os critérios a serem utilizados (coloração, odor e pH) para avaliar uma boa silagem (Figura 03), as fermentações que ocorrem dentro do silo, os ácidos orgânicos produzidos e a influência do aquecimento para a silagem.



Figura 03. Demonstração dos critérios de avaliação da silagem.

Cada grupo realizou a abertura dos seus silos, avaliando os aspectos olfativos e visuais da silagem. Em seguida, foi usada a fita medidora de pH e água destilada (diluição de uma amostra da silagem), por ser uma água isenta de quaisquer sais, não interferindo no resultado (Figura 04). Após a avaliação foram selecionadas as melhores silagens que estavam dentro dos critérios desejáveis para serem ofertadas aos animais para avaliar a palatabilidade e aceitação desse alimento.



Figura 04. Avaliação do pH da silagem utilizando água destilada.

Uma das turmas ofertou a silagem aos bovinos (Figura 05) e a outra aos caprinos e ambas as espécies consumiram bem. A oferta das silagens produzidas aos animais indicou que além de ensilar uma forragem que é uma forma de garantir alimento aos animais nos períodos escassos, bem como evitar desperdícios da mesma em grande disponibilidade na propriedade, deve-se considerar o seu valor nutritivo e palatabilidade, para se obter ótimos resultados na produção.



Figura 05. Oferta da silagem aos bovinos para avaliação de palatabilidade.

3 | CONSIDERAÇÕES

Utilizando silos de garrafas PET's, foi possível demonstrar aos alunos de maneira

simples e segura, o processo de ensilagem e sua importância na conservação de forragens para alimentar os animais em períodos de escassez, bem como, orientar, capacitar e despertar neles a necessidade de obter bons resultados através do uso de materiais existente na região e de baixo custo e que podem ser empregados corretamente.

As atividades teóricas e práticas possibilitaram maior aprendizado, sendo necessário planejamento anterior para que todas as etapas fossem realizadas. A participação como monitor foi importante através da interação com os alunos, aquisição de conhecimentos e de novas habilidades, como: Planejamento, organização de atividades, motivação dos grupos, segurança dos conteúdos, liderança e paciência.

REFERÊNCIAS

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; GONTIJO NETO, M.M.: **Milho para silagem**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok0pvo4k3j537ooi.html>. Acesso: 29/09/2017.

FONTANELI, R.S; FONTANELI, R.S. **Ensilagem - Embrapa trigo**. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/li/li01-forrageiras/cap13.pdf>>. Acesso em: 15/07/2018.

TEIXEIRA, F.A; BONOMO, P; et al. **Produção anual e qualidade de pastagem de *Brachiaria decumbens* diferida e estratégias de adubação nitrogenada**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asas/v33n3/a03v33n3.pdf>> Acesso em: 20/03/2019

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

DINÂMICA DA RESISTÊNCIA DO SOLO EM ÁREA CULTIVADA COM MILHETO NO SEMIARIDO

Priscila Pascali da Costa Bandeira

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, graduanda do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental. Mossoró – Rio Grande do Norte.

Jonatan Levi Ferreira de Medeiros

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, doutor em Manejo de Solo e Água. Mossoró – Rio Grande do Norte.

Poliana Maria da Costa Bandeira

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, graduanda do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental. Mossoró – Rio Grande do Norte.

Ana Beatriz Alves de Araújo

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, doutora em Manejo de Solo e Água. Mossoró – Rio Grande do Norte.

Suedêmio de Lima Silva

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, professor associado do Departamento de Engenharia e Ciências Ambientais. Mossoró – Rio Grande do Norte.

João Paulo Nunes da Costa

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, doutorando em Manejo de Solo e Água. Mossoró – Rio Grande do Norte.

Antônio Diego da Silva Teixeira

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, graduando do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental. Mossoró – Rio Grande do Norte.

Erlan Tavares Costa Leitão

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, mestrando em Manejo de Solo e Água. Mossoró – Rio Grande do Norte.

Elioneide Jandira de Sales Pereira

Universidade Federal Rural do Semi-Árido, graduanda do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental. Mossoró – Rio Grande do Norte.

RESUMO: O sistema convencional explora o ambiente de forma intensiva e não considera a condição estrutural do solo, levando-o, geralmente, a degradação. A utilização da geoestatística na avaliação da qualidade física do solo é uma ferramenta auxiliar que proporciona um maior entendimento das variáveis. O presente trabalho tem por objetivo avaliar a variabilidade da resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) na produção do milho em área de manejo mecanizado. O experimento foi implantado no ano de 2017 em área sob coordenadas geográficas: 5°12'25.33" de latitude sul e 37°19'5.20" de longitude oeste. No campo, os pontos foram alocados por um receptor GPS, com base em uma grid amostral, na qual as variáveis foram coletadas em profundidades de até 40 cm. A RMSP foi coletada nas camadas de 0 a 10, 10 a 20, 20 a 30 e 30 a 40 cm. As variáveis estudadas foram submetidas a análise descritiva e ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (W), a relação entre efeito pepita e patamar. A dependência espacial para a variável de RMSP dentre as camadas foi moderada. Posteriormente,

com a geoestatística, utilizando a krigagem ordinária, modelos de semivariograma foram criados, no qual, o melhor ajuste foi o esférico. O alcance foi aceitável e a elaboração dos mapas evidenciou a relação entre os maiores índices RMSP e a menor produtividade de fitomassa do milho. Portanto, práticas de manejo localizado podem ser aplicadas, principalmente para reduzir o efeito da compactação nas profundidades superiores a 20 cm.

PALAVRAS-CHAVE: Fitomassa. Produtividade. Krigagem.

ABSTRACT: The conventional system exploits the environment intensively and does not consider the structural condition of the soil, usually leading to degradation. The use of geostatistics in the evaluation of soil physical quality is an auxiliary tool that provides a better understanding of the variables. The present work aims to evaluate the variability of soil mechanical resistance to penetration (RMSP) in the production of millet in a mechanized management area. The experiment was implemented in 2017 in an area under geographic coordinates: 5 ° 12'25.33 "south latitude and 37 ° 19'5.20" west longitude. In the field, the points were allocated by a GPS receiver, based on a The samples were collected in layers of 0 to 10, 10 to 20, 20 to 30 and 30 to 40 cm. The variables studied were subjected to descriptive analysis and The relationship between spatial dependence and the spatial dependence of the LMSP variable among the layers was moderate, followed by geostatistics using ordinary kriging, semivariogram models were created, the best fit was spherical The range was acceptable and the mapping evidenced the relationship between the highest RMSP indexes and the lower phytomass productivity of millet. to reduce the effect of compaction to depths greater than 20 cm.

KEYWORDS: Phytomass. Productivity. Kriging.

1 | INTRODUÇÃO

O sistema convencional de cultivo explora o ambiente de forma intensiva e não considera a condição estrutural do solo, levando-o na maioria das vezes, a degradação. Esse sistema de manejo prioriza a remoção da vegetação original, o monocultivo, as utilizações de pesticidas e herbicidas que prejudicam a atividade biológica dos solos, a baixa taxa de cobertura vegetal, o tráfego asfentado de máquinas, a depleção da matéria orgânica e a ausência de medidas de controle à erosão do solo (FREEMARK & BOUTIN, 1995; JOHNSEN ET AL., 2001; CIAMPALINI ET AL., 2012; PELOSI ET AL., 2013; ARNÁEZ ET AL., 2015; CARR ET AL., 2015; LAUDICINA ET AL., 2015; TAROLLI ET AL., 2015).

A resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) estima o impedimento mecânico que o solo oferece às raízes e é um dos atributos físicos mais relacionados ao crescimento das plantas e à compactação (SILVA et al., 2008).

A integração dos componentes constituintes do solo, ajustada com as informações

dos mapas de produtividade, é possivelmente a alternativa mais completa na investigação da variabilidade espacial das lavouras e do aprimoramento do manejo do solo (MOLIN, 2002).

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência da variabilidade espacial da RMSP no desempenho produtivo do milho em um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico, sob intenso processo degradativo pelo uso da mecanização agrícola.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os produtores nordestinos possuem o hábito de utilizar, com ou sem irrigação, o preparo convencional do solo, ficando assim, a superfície exposta às intempéries da natureza. (BANDEIRA et al., 2018)

Na região semiárida do Brasil, com ou sem irrigação, os produtores normalmente, em seus cultivos, utilizam o preparo convencional do solo, onde a superfície exposta é constantemente prejudicada por processos degradativos impostos pelo ambiente, em virtude, do manejo sem princípios conservacionista. Em contra ponto, quando o manejo do solo prioriza sua cobertura a sustentabilidade agrícola é aumentada.

A avaliação da qualidade física do solo, visando ao seu uso, manejo e planejamento sustentável; de preferência, deve ser feita por meio de propriedades físicas de fácil mensuração, como densidade, umidade gravimétrica e resistência à penetração (VASCONCELOS et al., 2012).

A classificação mais utilizada para a RMSP foi a proposta por Arshad et al, (1996) onde foram definidas classes conforme os valores de resistências do solo; extremamente baixa – valores menores que 10 KPa, muito baixa – de 10 à 100 KPa, baixa – de 100 à 1.000 KPa, moderada – de 1.000 à 2.000 KPa, alta – de 2.000 à 4.000 KPa, muito alta – de 4.000 à 8.000 KPa e extremamente alta – valores maiores que 8.000 KPa.

3 | METODOLOGIA

3.1 Caracterização da Área Experimental

O experimento foi implantado na “horta didática” – no Campo Leste da Universidade Federal rural do semiárido (UFERSA), no ano de 2017. Sob as coordenadas geográficas: 5°12'25.33" de latitude sul e 37°19'5.20" de longitude oeste. O solo do local é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico (SANTOS et al., 2013). O clima segundo a classificação de Köppen é BSw^h (muito seco, com estação de chuva no verão atrasando-se para o outono) com precipitação média anual em torno de 673,9 mm (Vanomark et al., 2016).

A área experimental possui 56,6m de comprimento por 30 m de largura,

totalizando 1.698 m². A malha amostral foi formada com o auxílio de um receptor GPS, em 40 pontos, sendo estes distântes 5m na horizontal e 7,5m na vertical (Figura 1). A área apresenta histórico de intensa atividade mecanizada ao longo de 30 anos, principalmente no que se refere ao uso de aração e gradagem no preparo do solo.



Figura 1. Localização da aérea experimental situada na horta didática do Centro de Ciências Agrárias da UFERSA em Mossoró/RN.

Fonte: Autoria própria.

3.2 Variáveis Avaliadas

Na coleta de dados da resistência mecânica do solo, foi utilizado um penetrógrafo automático com haste de ponteira cônica que atinge uma profundidade de 40 cm. As leituras foram realizadas com o equipamento PenetroLOG - Medidor Eletrônico de Compactação do Solo. Os dados foram coletados e armazenados de centímetro em centímetro até profundidade estabelecida. Em conjunto, foram retiradas 6 amostras de solo, nos intervalos de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm, 20 a 30 cm e 30 a 40 cm de profundidade nos pontos 1, 15, 18, 26, 28 e 31 para determinação do teor de água do solo em laboratório.

Após o levantamento das variáveis supra citadas, foi instalado o sistema de irrigação por aspersão convencional e realizado o plantio do milho com a semeadora de arrasto da marca Tatu Marchesan modelo PSA³, com o estande de 200.000 plantas/ha, seguindo a recomendação de WUTKE et al. (2014). Aos 65 dias da germinação, no início da formação dos grãos, foi realizada a avaliação da fitomassa por meio de um quadrado 0,5 x 0,5 m colocado nas intermediações dos pontos avaliados para RMSP. O material vegetal colhido foi levado ao laboratório, colocado em estufa de circulação forçada a 65 °C por 72 h para a aferição da massa seca (EMBRAPA, 2009). Com base no peso e na área a fitomassa foi convertida em kg. ha⁻¹.

3.3 Estatística Descritiva e Geoestatística

As variáveis em estudo foram submetidas a análise descritiva e ao teste de

normalidade de Shapiro-Wilk (W) e mesmo quando observado a normalidade dos dados verificou-se a dependência espacial – relação entre efeito pepita e patamar. O critério utilizado na classificação da dependência espacial foi baseado em seu grau de dependência; forte (< 25 %); moderado (26 a 75 %) ou fraca (> 75 %) nos estudos de (CAMBARDELLA et al., 1994).

As semivariâncias experimentais foram estimadas utilizando-se o software geoestatístico Vesper 1.6 (Minasny et al., 2006). Onde método de krigagem ordinária foi utilizado para estimar os valores nos pontos não medidos na área e gerar os mapas temáticos sob auxílio do um programa de geoprocessamento o Quantun Gis 1.7.4 (QUANTUM GIS DEVELOPMENT TEAM, 2012).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condição de normalidade foi observada para as variáveis RMSP(0-10), RMSP (20-30). Isso significa que a distribuição média da variável explica seu comportamento em campo. Porém quando aplicado os critérios de Cambardella et al., (1994) para classificar o grau de dependência espacial encontrou-se valores percentuais que as tornam moderadamente dependente no espaço (Tabela 1).

Variável	N.Lags	Tol	Co	Co+C1	A	Modelo	RMSE	GD	Clas.
RMSP₁	20	35	19.892	32.552	36,56	Esférico	5.640,50	61,11	Moderada
RMSP₂	20	35	99.307	201.833	27,18	Esférico	463,8	49,21	Moderada
RMSP₃	20	35	222.724	654.384	22,23	Esférico	144.915	34,04	Moderada
RMSP₄	20	35	692.306	1.772.068	34,47	Esférico	237.517	39,07	Moderada
Prod	12	25	4.332.635	3.388.653	20,65	Exponen- cial	632708	56,11	Moderada

Tabela 1. Parâmetros dos modelos ajustados dos semivariogramas.

RMSP = Resistência Mecânica do Solo a Penetração; Prod = Produtividade; N.Lags = Número de lags do semivariograma; Co = Efeito Pepita; Co + C1 = Patamar; A = Alcance; GD = Grau de dependência espacial; Clas. = Classificação da dependência.

Na coleta de dados foi observado que os ajustes dos semivariogramas seguiram um padrão com relação ao o número de pontos e sua tolerância. Dentre os modelos, o Esférico foi característico à RMSP. Em trabalho realizado por Oliveira Filho et, al. (2015) o modelo esférico também foi predominante para RMSP. O alcance, que é a distância máxima que as amostras podem ser coletadas antes de apresentar comportamento aleatório (MEDEIROS, 2015), foi aceitável a todas as variáveis em virtude das distâncias estabelecidas na grade de pontos (Tabela 1).

Na krigagem ordinária o melhor ajuste foi encontrado com os blocos de x=5 e y=5 e raio de busca por vizinhos de 20 metros, número mínimo de 6 e o máximo de 80, considerados a partir dos pontos coletados para estimar os valores nos pontos não

medidos na área. O produto resultante são mapas de RMSP em quatro camadas e o mapa de produtividade da massa seca do milho.

No comparativo horizontal entre as camadas estudadas para a RMSP (Figura 2) conforme a classificação de Arshad et al, (1996), para o desenvolvimento radicular tem-se na camada A, baixo impedimento ao crescimento das raízes, com o verde escuro representando esta classe. Na camada B, ocorre a mudança de classe ao desenvolvimento, agora é Moderado impedimento, nesse caso a tonalidade do verde é mais clara. Em 2C, Alto impedimento, e a coloração é predominantemente alaranjada. Ao fim, a camada 2D, com Alto e Muito Alto impedimento ao desenvolvimento do sistema radicular, nesse caso a coloração é variável do amarelo até o vermelho. Segundo Carvalho et al, (2016) a resistência mecânica do solo à penetração pode interferir negativamente no crescimento de raízes e consequentemente afetar o desenvolvimento natural das plantas ocorrendo decréscimo na produtividade.

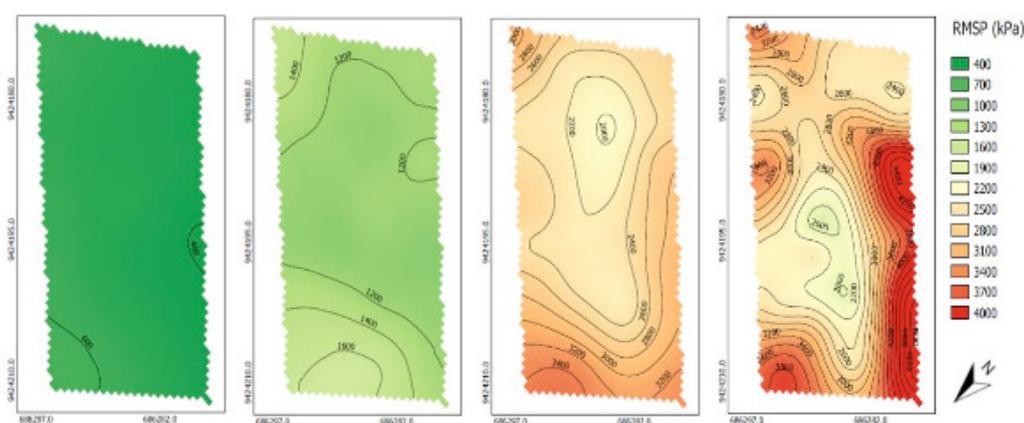


Figura 2. Mapas dos teores médios da RMSP nas camadas; A - 0 à 10 cm, B - 10 à 20 cm, C - 20 à 30 cm e D- 30 – 40 cm. Coordenadas UTM – Datum; WGS 84, zona 24S e escala de 1;500.

Fonte: Autoria própria.

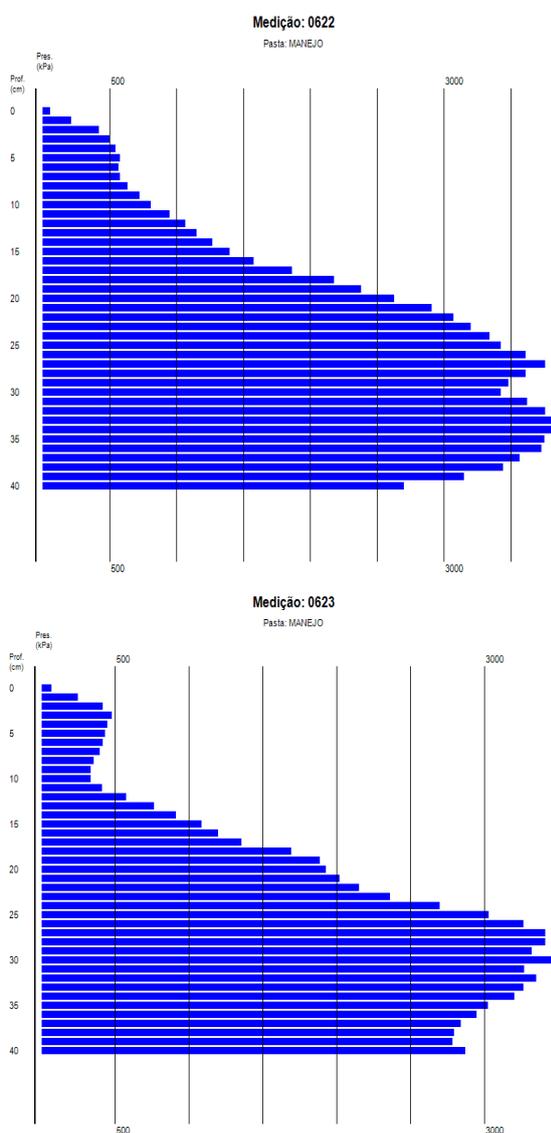
O teor de água no solo influencia fortemente o efeito da RMSP, no geral, quanto menor o teor de água mais resistente o solo fica a penetração. Em estudos da variação na resistência do solo, em virtude da concentração no teor de água, Assis et al (2009) encontrou maior resistência para o menor teor de água em solos semelhantes ao da pesquisa. Nas 6 amostras coletadas e analisada por gravimetria, o teor de água foi pouco variável entre os pontos e dentre as camadas. No melhor entendimento entre a RMSP e a média do teor de água do solo, na classificação de impedimento ao desenvolvimento radicular, tem-se, os maiores valores de resistência e do teor de água para a camada mais profunda, que na classificação apresentou maior restrição ao desenvolvimento radicular (Tabela 2). Resultados semelhante foi observado por Ferrari et, al. (2018), que em profundidade, no momento da leitura de resistência do solo, o aumento no teor de água não diminuiu a resistência.

Variável	Intervalo Observado (KPa)	Média do teor de água no solo (%)	Impedimento ao Desenvolvimento Radicular
$RMSP_1$	385 à 667	12,07	Baixo
$RMSP_2$	1023 à 1730	11,18	Moderado
$RMSP_3$	1887 à 3526	12,87	Alto
$RMSP_4$	1960 a 4913	13,98	Alto e Muito Alto

Tabela 2. Relação entre a RMSP e a média do teor de água do solo na classificação de impedimento ao desenvolvimento radicular conforme a geoestatística aplicada.

RMSP = Resistência Mecânica do Solo a Penetração; KPa = kilopascal.

No gráfico da RMSP em profundidade é possível verificar o padrão da força exercida para a penetração da haste em quatro locais diferentes da área (figura 3).



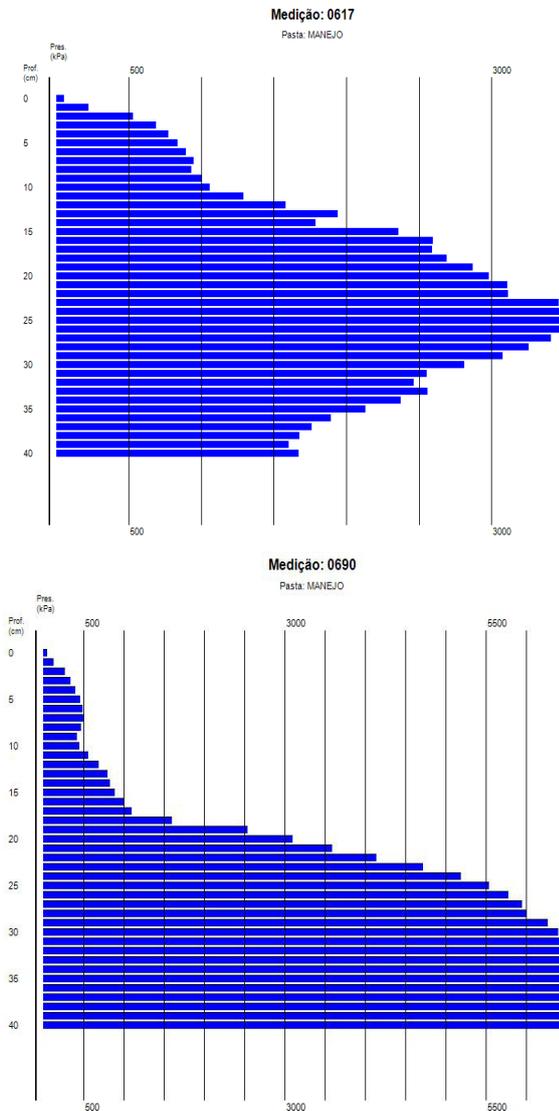


Figura 3. Exemplo de gráficos da RMSP coletados na área de estudo nos pontos. Eixo do X = Profundidade em cm e Eixo Y = Pressão em KPa.

Fonte: Autoria própria.

Na figura 3A, 3B e 3C os valores não ultrapassaram 4.000 KPa. Porém, principalmente na camada de 20 à 30 cm os valores superam 3.000 KPa. Então, analisando o conjunto de fatores, é possível que nessa camada, o processo de mecanização por meio de aração e gradagem esteja contribuindo fortemente para o aumento da resistência do solo. De acordo com Souza et. al. (2014), a faixa compactada do solo, conhecida vulgarmente como “pé-de-arado ou pé-de-grade”; quando superada os valores de resistência tendem a diminuir.

Na figura 3D, os valores a partir de 20 cm já ultrapassam os 3.000 KPa e continuam numa crescente até valores além de 6.500 KPa – nessa região do estudo, em virtude da superação do limite máximo de força empregado pelo penetrolgrafo, houve muitos casos de abortamento da operação - Como a área em estudo possui histórico de intensa movimentação mecanizada sobre o solo é possível que, em tempos passados, essa região tenha sido utilizada como área de manobra do trator. Conforme Rossetti

et al. (2017) a compressão do solo exercida pelo aumento do tráfego de máquinas contribui positivamente para a elevação dos valores de RMSD.

Na produtividade do milho foi possível observar que na área de menor produtividade, valor menor que 3 toneladas – região vermelha do mapa – os índices de resistências estavam com os maiores valores (Figura 4).

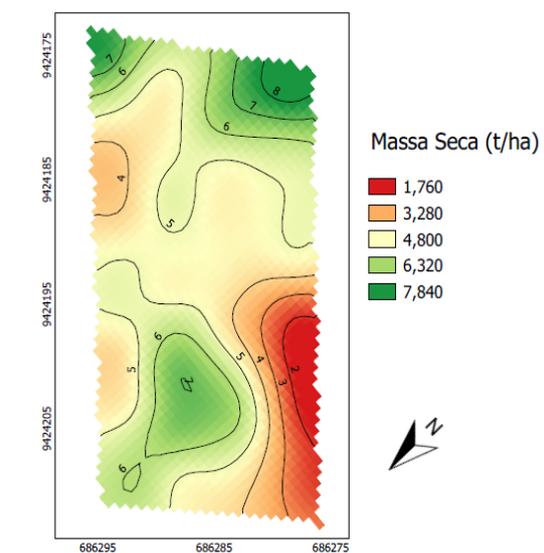


Figura 4. Produtividade de massa seca do milho em t/ha. Coordenadas UTM – Datum; WGS 84, zona 24S e escala de 1;500.

Fonte: Autoria própria.

A resposta do milho às variáveis estudadas evidencia a necessidade de práticas de manejo que promovam a diminuição da resistência mecânica do solo nos pontos críticos. Segundo os estudos Girardello et al. (2014) o uso da escarificação mecânica no solo promoveu o decréscimo dos valores de RMSD, porém o incremento na produtividade não foi observado.

Por tanto, adoção de práticas de manejo conservacionistas no ambiente agrícola, com o uso da cobertura morta principalmente em sistema de rotação de culturas, pode provocar uma reestruturação nos atributos físicos do solo. Segundo Nascente et al. (2014) a rotação de cultura, mesmo que seja realizada em um curto espaço de tempo, pode reduzir os custos de produção. Para Wutke et al. (2014) a rotação de cultura associada ao sistema plantio direto pode aumentar a produtividade da cultura de interesse, favorecer o manejo da cultura e provocar no solo um ambiente mais favorável para o desenvolvimento radicular.

Na recuperação de solos afetados pelo intensivo uso da mecanização, o milho é uma interessante opção em cultivo rotacionado. Pois, tem sistema radicular vigoroso que rompe camadas compactadas, amenizando os efeitos da compactação (NASCENTE; CRUSCIOL; COBUCCI, 2013).

5 | CONCLUSÕES

Na sobreposição dos mapas, os maiores índices de resistência mecânica do solo a penetração foram equivalentes a menor produtividade de massa seca do milho.

A partir de 20 cm de profundidade, já existem limitações ao desenvolvimento do sistema radicular do milho.

REFERÊNCIAS

- ARNÁEZ, J.; LANA-RENAULT, N.; LASANTA, T.; RUIZ-FLAÑO, P.; CASTROVIEJO, J. **Effects of farming terraces on hydrological and geomorphological processes**. A review. *Catena* 128, 122–134, 2015.
- ASSIS, R.; LAZARINI, G.; LANCAS, Kléber P.; CARGNELUTTI FILHO, A. **Avaliação da resistência do solo à penetração em diferentes solos com a variação do teor de água**. Eng. Agríc. [online]. 2009, vol.29, n.4 [citado 2018-09-24], pp.558-568. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162009000400006&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 0100-6916. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162009000400006>.
- BANDEIRA, P.; MEDEIROS, J.; BANDEIRA, P.; ARAÚJO, A.; SILVA, S. **Avaliação da cobertura do solo em plantio direto antes e após o manejo**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 3., 2018, João Pessoa. João Pessoa: Pdv, 2018. p. 1 - 8
- CAMBARDELLA, C., MOORMAN, T., PARKIN, T., KARLEN, D., NOVAK, J., TURCO, R.; KONOPKA, A. (1994). **Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils**. *Soil science society of America journal*, 58 (5), 1501-1511.
- CARR, P. M.; BREVIK, E. C.; HORSLEY, R. D.; MARTIN, G. B. **Long-term no-tillage sequesters soil organic carbon in cool semi-arid regions** *Soil Horizons*. in press, 2015.
- CARVALHO, F.; AVELAR, R.; COSTA, C.; SOUZA, C. **Modificação da textura do solo para o cultivo de cenoura**. *Revista Agrarian*. v.9, n.32, p. 112-117, Dourados, 2016. ISSN: 1984-2538.
- CIAMPALINI, R.; BILLI, P.; FERRARI, G.; BORSELLI, L., FOLLAIN, S. **Soil erosion induced by land use changes as determined by plough marks and field evidence in the Askum area (Ethiopia)**. *Agric. Ecosyst. Environ.* 146, 197–208, 2012.
- FERRARI, J., GABRIEL, C. P. C., SILVA, T. B. G., MOTA, F. D., GABRIEL FILHO, L. R. A., & TANAKA, E. M. (2018). **Análise da variabilidade espacial da resistência à penetração do solo em diferentes profundidades/Analyses of the spatial variability os resistane to soil penetration at different depths**. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, 12(2), 164-175.
- FREEMARK, K.; BOUTIN, C. **Impacts of agricultural herbicide use on terrestrial wildlife in temperate landscapes: a review with special reference to North America**. *Agric. Ecosyst. Environ.* 52, 67–91, 1995.
- JOHNSEN, K.; JACOBSEN, C.; TORSVIK, V. **Pesticide effects on bacterial diversity in agricultural soils - a review**. *Biol. Fertil. Soils* 33, 443–453, 2001.
- LAUDICINA, V.; NOVARA, A.; BARBERA, V.; EGLI, M.; BADALUCCO, L. **Long-term tillage and cropping system effects on chemical and biochemical characteristics of soil organic matter in a Mediterranean semiarid environment**. *Land Degrad. Dev.* 26, 45–53, 2015.
- MOLIN, J. **Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade**. Eng. Agríc.,

MINASNY, B.; MCBRATNEY, A.; WHELAN, B. **VESPER version 1.62**. Australian Centre for Precision Agriculture, McMillan Building A05. The University of Sydney, NSW. (<http://www.usyd.edu.au/su/agric/acpa>), 2006.

NASCENTE, A., SILVEIRA, P., & WANDER, A. (2014). **Viabilidade agroeconômica de rotação de culturas e manejo do solo em áreas irrigadas por aspersão**. Revista de Ciências Agrárias/ Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 57(1), 72-79.

OLIVEIRA, R.; GREGO, C.; BRANDÃO, Z. **Geoestatística aplicada na agricultura de precisão utilizando o vesper**. 32. Ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2015. ISBN 978-857035-572-0.

PELOSI, C.; TOUTOUS, L.; CHIRON, F.; DUBS, F.; HEDDE, M.; MURATET, A.; PONGE, J. F.; SALMON, S., MAKOWSKI, D. **Reduction of pesticide use can increase earthworm populations in wheat crops in a European temperate region**. Agric. Ecosyst. Environ. 181, 223–230, 2013.

QGIS Development Team. 2015. QGIS 2.8.2 Lisboa. **Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project, 2012.

SANTOS, H.; JACOMINE, P.; ANJOS, L.; OLIVEIRA, V.; LUMBRERAS, J.; COELHO, M.; ALMEIDA, J.; CUNHA, T.; OLIVEIRA, J. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SHAPIRO, S., WILK, M.: **An analysis of variance test for normality (complete samples)**. Biometrika, 52(3/4), 591-611, 1965.

TAROLLI, P.; PRETI, F.; ROMANO, N. **Terraced landscapes: from an old best practice to a potential hazard for soil degradation due to land abandonment**. Anthropocene 6, 10 – 25, 2014.

VANOMARK; G. **Análise da relação entre os componentes do balanço de Energia e da evapotranspiração do meloeiro cultivado nas Condições climáticas da região de Mossoró-Rn**. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. (UFERSA). Mossoró- RN, 2016. (Tese de doutorado).

WUTKE, E.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. **Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso**. In: LIMA FILHO, O.F. de; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; CARLOS, J.A.D. (Ed.). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília: Embrapa, 2014. v.1

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO DE UM LATOSSOLO VERMELHO SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO ESCARIFICADO

Leonardo Rodrigues Barros

Universidade Federal de Goiás, Departamento de Solos
Goiânia – Goiás

Vladia Correchel

Universidade Federal de Goiás, Departamento de Solos
Goiânia – Goiás

Adriana Aparecida Ribon

Universidade Estadual de Goiás
Palmeiras de Goiás – Goiás

Everton Martins Arruda

Universidade do Estado de Mato Grosso
Nova Xavantina – Mato Grosso

RESUMO: A compactação do solo é uma consequência do intenso uso agrícola que gera preocupação em torno de como a recuperação do solo pode ser feita para que o solo retome sua qualidade. O objetivo deste estudo foi caracterizar a distribuição espacial e temporal da resistência mecânica do solo à penetração (RP) antes e meses após a escarificação de um Latossolo Vermelho cultivado em plantio direto em Joviânia, GO. A área de estudo foi dividida em uma malha amostral com 63 pontos representando cinco hectares cada. As amostras foram coletadas em cada ponto, de 0,0-0,20 m e 0,20-0,40 m, em três épocas caracterizando os tratamentos. Os mapas foram elaborados

com base nos dados de RP ajustados com a umidade, através do software geoestatístico ArcMap 10.2.2, usando a interpolação de pontos pela ponderação do inverso da distância (IDW). A análise estatística descritiva e a variância dos dados foi utilizado o software SAS Institute, bem como para a comparação de médias, com teste de Tukey, e para obtenção dos coeficientes das regressões entre a RP e a umidade do solo. Observou-se que 60 dias após a escarificação os valores médios de RP decresceram 57%. Porém sem nenhuma outra intervenção para manutenção, seu efeito não persistiu, tornando a ser observado um aumento da RP 390 dias após a escarificação. Essa prática mecânica não é eficiente a médio e longo prazo, indicando a necessidade de associação com plantas de cobertura para manutenção de seu efeito por mais tempo.

PALAVRAS-CHAVE: manejo do solo; física do solo; qualidade do solo.

INTRODUÇÃO

A entrada dos sistemas agrícolas em substituição das florestas provocou a retirada da cobertura vegetal original, o que gerou um desequilíbrio no ecossistema, modificando as características físicas e químicas dos solos (Richart et al., 2005).

O termo compactação do solo refere-se a

processos mecânicos, induzidos pela ação antrópica, que modificam a estrutura do solo e alteram seu comportamento físico, hídrico e mecânico. Trata-se, portanto, de uma alteração física induzida, com consequências sobre o comportamento da água e do ar no solo o que afeta o desenvolvimento das raízes das plantas (Kertzman, 1996).

A resistência à penetração (RP) é um atributo físico muito utilizado como indicativo da compactação (Rosa Filho et al., 2009), pois esta relacionada com outros atributos do solo, como a densidade global do solo, porosidade e o conteúdo de água no solo (Ribon & Tavares Filho, 2008).

A interpretação da RP depende de uma série de fatores, mas, em geral, para Latossolos Vermelho cultivados com soja/milho sob plantio direto, na literatura observam-se valores críticos variando entre 2,0 MPa (Tormena et al., 1998) a 2,6 MPa (Secco et al. (2004) ou mesmo acima de 3,5 MPa (Torres & Saraiva, 1999). Valores acima desses foram considerados limitantes ao desenvolvimento das plantas ou comprometeram a produção.

As operações de escarificação em áreas de plantio direto estão sendo recomendadas nos últimos anos visando reduzir a compactação dos solos (Bellé et al., 2014; Abreu et al., 2004). Estudos mostram efeitos positivos da escarificação em Latossolos Vermelhos (Girardello et al., 2014), porém de modo temporário (Secco & Reinert, 1997), Drescher et al., 2016).

A produtividade das culturas além de ser influenciada pela variação temporal da RP, também pode ser influenciada pela variação espacial da RP (Tavares et al., 2014; Rodrigues, 2014; Campos et al., 2012) e da umidade do solo.

O objetivo deste estudo foi caracterizar a distribuição espacial e temporal da RP antes e meses após a escarificação de um Latossolo Vermelho cultivado em plantio direto em Joviânia, GO.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em uma área comercial da Fazenda Santa Bárbara localizada no município de Joviânia – GO entre as coordenadas 17° 53' 42.93" S e 49° 37' 45.20" O , com altitude média local de 780 m e pluviosidade média anual de 1435 mm. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (Embrapa, 2013), com a granulometria de 250 g kg⁻¹ de argila, 40 g kg⁻¹ de silte e 710 g kg⁻¹ de areia (classe textural média).

A área comercial vem sendo utilizada em sistema plantio direto há 15 anos, sendo cultivada com soja e milho durante a safra, e na época do pousio, ora é cultivada com milheto, ora é mantida apenas com a palhada do milho. Essa área, que possui 315 hectares, foi dividida em uma malha amostral formada por 63 pontos, onde cada ponto representa cinco hectares (200 x 250m).

A coleta de amostras de solo e penetrometrias foram realizadas em campo em três épocas distintas para caracterização dos tratamentos: 1) antes da escarificação –

amostragem feita em 20 maio de 2015, quando a área estava cultivada com milho; 2) 60 dias após a escarificação do solo, em 24 de novembro de 2015 quando se encontrava cultivada com soja, e 3) decorridos 390 dias após a escarificação, sendo a amostragem feita em 12 de outubro de 2016, estando a área em pousio, com o solo recoberto por palhada de milho, para avaliar o efeito residual da escarificação, que foi realizada em 12 de setembro de 2015, utilizando um escarificador da marca Tatu, modelo EST/MATIC 300.

Em cada ponto foram coletadas amostras de solo nas camadas 0-0,20 m e 0,20-0,40 m, com trado tipo holandês, para análise da umidade gravimétrica do solo conforme Embrapa (1997), e realizadas penetrometrias, nas camadas nas camadas 0-0,20 m e 0,20-0,40 m, com um penetrômetro modelo IAA/PLANALSUCAR (Stolf et al., 1983). Os valores das penetrometrias obtidos em campo foram convertidos para Mpa conforme descrito em Stolf (1991).

As classes de interpretação de valores de RP estabelecidas no Soil Survey Staff (1993) e descritas em Arshad et al. (1996) foram utilizadas no presente trabalho e são descritas a seguir: extremamente baixa: $RP < 0,01$ MPa; muito baixa: $0,01 \leq RP < 0,1$ MPa; baixa: $0,1 \leq RP < 1,0$ MPa; moderada: $1,0 \leq RP < 2,0$ MPa; alta: $2,0 \leq RP < 4,0$ MPa; muito alta: $4,0 \leq RP < 8,0$ MPa; e extremamente alta: $RP > 8,0$ MPa.

Para apresentar a distribuição espacial dos valores de RP obtidos em cada período de avaliação, foram elaborados mapas gerados a partir dos dados de RP e de umidade (U) terem sido ajustados, utilizando-se um dos modelos propostos por Busscher et al. (1997). Esse ajuste se faz necessário pois a relação entre a RP e U é exponencial. Assim, pequenos incrementos de U resultam em grandes incrementos de RP. O modelo $\ln RP = \ln(a) + b(\ln U)$ foi usado no programa SAS Institute para obtenção dos coeficientes. Para construção do modelo, para cada dado de RP coletado em campo, também foi coletada uma amostra de U, visando máxima fidelidade da relação, conforme sugerido por Vaz et al. (2002).

Depois dos dados de RP estarem ajustados, os mapas foram elaborados usando o software Arc Map 10.2.2. Os dados de RP foram transferidos para o software e foi estabelecido o limite geográfico para geração dos resultados que são mostrados como uma raster bidimensional. Primeiramente para definir o limite da área a ser processada foi utilizado a ferramenta “Environments” no menu “Geoprocessing” e escolhido o shape que determina o limite da área. Definido o limite, no menu “ArcToolbox” seleciona a caixa de ferramentas “Spatial Analyst Tools” → “Interpolation” → “IDW”, essa é a ferramenta usada para geração da interpolação dos pontos. Escolhido na tabela de atributos o campo a ser usado para a interpolação dos pontos o raster é gerado. Nas propriedades da camada raster, através do menu “Symbology” → “Classified” foi configurado o número de três classes para elaboração dos mapas. A partir disso foram gerados seis mapas de RP em duas profundidades: 0-0,20 m e 0,20-0,40 m.

O programa SAS Institute foi utilizado para analisara estatística descritiva e a variância dos dados, para comparação das médias (teste Tukey) e para obtenção dos

coeficientes das regressões entre a RP e a U.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise descritiva dos dados (Tabela 1) indica que antes da escarificação o valor médio da RP era superior ao obtido 60 dias após a escarificação. Porém, após 390 dias da intervenção mecânica, esse valor médio tornou a aumentar no perfil do solo.

Estatística descritiva	Tempo após escarificação, dias					
	RP, MPa			U, g.g ⁻¹		
	0 ⁽¹⁾	60	390	0 ⁽¹⁾	60	390
Média	4,40	2,51	3,07	0,11	0,15	0,13
Desvio-Padrão	1,28	1,09	0,87	0,03	0,03	0,03
Variância	1,65	1,2	0,76	0,001	0,001	0,001
Mínimo	2,87	1,39	2,19	0,05	0,08	0,07
Máximo	7,01	3,91	5,02	0,21	0,25	0,21
CV ⁽²⁾ (%)	29,17	43,61	28,55	29,15	24,51	24,38
Curtose (k)	-1,48	-1,99	-1,34	-0,61	-0,62	-0,71

Tabela 1. Estatística descritiva dos dados de resistência a penetração (RP) e umidade do solo (U). N= 378

⁽¹⁾Dias após a escarificação = 0 (amostragem do solo: em maio/2015;), 60 (amostragem: novembro/2015) e, 390 dias (amostragem: outubro/2016). ⁽²⁾CV: coeficiente de variação.

Os valores de RP e U foram submetidos a uma análise de regressão para obtenção dos coeficientes de ajuste, apresentados na tabela 2 e com os quais foram gerados os mapas apresentados na figura 1.

Os valores médios de umidade do solo variaram entre os períodos de avaliação (Tabela 1). Em um Latossolo Vermelho distrófico, Girardello et al. (2014) avaliaram a eficiência de escarificadores mecânicos na redução da RP e no incremento da produtividade de grãos de soja, e concluíram que a escarificação mecânica reduziu em 27 % o valor médio de RP. Neste trabalho, foi obtida uma redução de, aproximadamente, 57 % no valor médio da RP, 60 dias após a escarificação do solo.

De acordo com a classificação de Arshad et al. (1996), o valor médio da RP do solo antes da escarificação, é classificado como muito alto, mas 60 dias após escarificação este valor foi reduzido, passando a ser classificado como alto (= 2,51 MPa). Marasca et al. (2011), analisando a RP de um Latossolo Vermelho distroférico cultivado em plantio direto há 13 anos, encontraram valores médios de RP variando de 2,9 MPa a 4,2 MPa com teores de U entre 0,13 e 0,25 kg kg⁻¹ na camada de 0-0,20 m, e atribuem esses resultados ao tráfego excessivo de máquinas durante os anos decorridos de exploração da área.

Camada, m	Parâmetro	Estimativa	Erro Padrão	Valor de T	P > T
Antes da escarificação					
0,00 – 0,20	a ₀	1,5026	0,3508	4,28	<0,0001
	b ₀	0,1527	0,1571	0,97	0,3349
0,20 – 0,40	a ₀	0,8631	0,4057	2,13	0,0374
	b ₀	-0,3889	0,1832	-2,12	0,0379
60 dias após a escarificação					
0,00 – 0,20	a ₀	0,4404	0,3202	1,38	0,1741
	b ₀	0,0463	0,1728	0,27	0,7897
0,20 – 0,40	a ₀	1,6131	0,3964	4,07	0,0001
	b ₀	0,1755	0,2075	0,85	0,4009
390 dias após a escarificação					
0,00 – 0,20	a ₀	0,6666	0,3863	1,73	0,0895
	b ₀	-0,0756	0,1914	-0,39	0,6943
0,20 – 0,40	a ₀	0,3347	0,3254	1,03	0,3077
	b ₀	-0,4959	0,1583	-3,13	0,0027

Tabela 2. – Valores dos parâmetros do modelo $RP = a_0 + b_0 \cdot \ln U$
RP = Resistência do solo, MPa; U = conteúdo gravimétrico de água ($g \cdot g^{-1}$); n=63

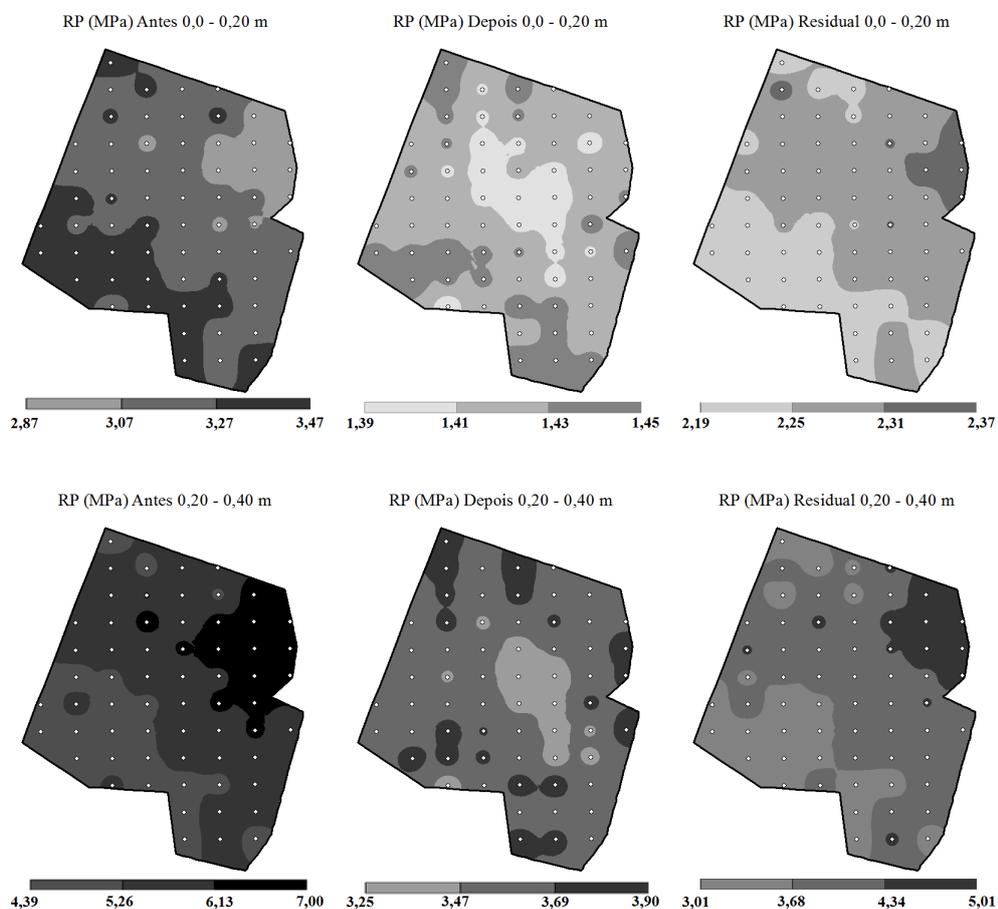


Figura 1. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho sob plantio direto antes da escarificação (maio/2015), 60 dias depois da escarificação (novembro/2015) e 390 dias depois da escarificação – efeito residual (outubro/2016).

A Figura 1 mostra a distribuição dos valores de RP nas camadas 0-0,20 m e 0,20-0,40 m. Pode-se observar que antes da escarificação houve um predomínio de valores compreendidos entre 2,87 a 7,0 MPa, indicando que mesmo o solo sendo cultivado em plantio direto, apresenta valores considerados altos ou muito altos, refletindo um manejo inadequado do solo ou das culturas. Conforme os resultados obtidos (Tabela 1), a umidade do solo pode ser um dos fatores que estejam contribuindo com essa situação. A mecanização do solo em uma faixa de umidade acima da ideal para esse solo pode resultar em compactação nas áreas de produção agrícola (Bottega, 2011).

Após a escarificação, o solo apresentou valores entre 1,39 a 1,45 MPa na camada de 0-0,20 m e de 3,25 a 3,90 MPa na camada 0,20-0,40 m. Na camada superficial, onde foram encontrados os menores valores, se observa menor variação dos dados (Figura 1). Na camada 0,20-0,40 m, o manejo com o escarificador ofereceu menor influência na RP, pois em todos os tratamentos foram observados valores elevados de RP, com variação de 3,01 a 7,0 MPa.

Nas avaliações realizadas 60 depois da escarificação e residual os valores na camada de 0-0,20 m variam de 1,39 a 2,37 MPa. Girardello et al. (2014), avaliando um Latossolo Vermelho distrófico, na umidade do solo de 0,14 kg kg⁻¹, com a cultura da soja encontraram o valor crítico de RP de 3,0 MPa, pois a partir desse valor houve um decréscimo de 10 % na produtividade da soja, e a partir de 5 MPa, houve uma redução de 38% da produtividade da oleaginosa.

Na Figura 1 nota-se uma redução significativa de valores entre as avaliações antes e depois de escarificar a camada 0-0,20 m. Klein et al. (2009), trabalhando com Latossolo Vermelho distrófico típico sob plantio direto escarificado, observaram que a escarificação reduziu significativamente a RP.

Na Tabela 3 são apresentados os valores de RP para cada camada e tratamento (antes de escarificar, 60 dias e 390 dias depois de escarificar). Nessa tabela pode-se observar que o comportamento da RP se diferenciou de modo significativo entre camadas e tratamentos.

Tratamentos		Camada (m)	
		0-0,20	0,20-0,40
Antes	RP (MPa)	3,20 Ba	5,60 Aa
	U (%)	11,60 Ac	11,40 Ac
60 DAE	RP (MPa)	1,42 Bc	3,60 Ac
	U (%)	16,40 Aa	15,40 Aa

390 DAE	RP (MPa)	2,26 Bb	3,87 Ab
	U (%)	13,90 Ab	13,40 Ab

Tabela 3. Valores de Resistência a Penetração (RP) e Umidade (U) do solo por camada.

DAE = Dias após a escarificação. Valores seguidos da mesma letra maiúscula nas linhas não diferem valor médio da variável entre camadas e os seguidos de mesma letra minúscula nas colunas não diferem o valor médio da variável entre tratamentos para cada camada, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Antes da escarificação, a região de maior RP esteve presente na camada 0,20-0,40 m. Segundo Torres & Saraiva (1999), valores de RP acima de 3,5 MPa indicam que o solo está com possíveis problemas de impedimento mecânico. Depois da escarificação houve uma redução significativa nos valores de RP: o valor médio de RP na camada 0-0,20 m era 3,20 MPa e, após a passagem do implemento o valor médio de RP diminuiu para 1,42 MPa, demonstrando a eficiência do uso do equipamento como descompactador do solo. Girardello et al. (2014), trabalhando com escarificação mecânica, também observaram um decréscimo do valor médio de RP após a escarificação.

No presente trabalho, decorridos 13 meses da passagem do implemento na camada 0-0,20 m, observa-se um efeito residual da escarificação quando comparado ao solo antes da escarificação. Entretanto, esse efeito desaparece quando comparado ao solo logo após a escarificação, pois apenas um ano após realizada a escarificação o valor médio de RP aumentou significativamente, tanto na camada superficial quanto sub-superficial. Esses resultados podem estar associados ao fato de nenhuma alteração de manejo do solo e das plantas ter sido realizada na área. Além do proprietário ter mantido o mesmo esquema de rotação de culturas (soja/milho), não realizou o plantio de plantas de cobertura na área.

Conforme Drescher et al. (2016), que avaliaram a persistência do efeito da descompactação em um Latossolo Vermelho distrófico típico sob plantio direto pela escarificação mecânica, a RP apresentou uma redução apenas até 18 meses após a escarificação. Para um Latossolo Vermelho de textura argilosa, Secco & Reinert (1997) concluíram que a escarificação apresentou um efeito residual até 10 meses após a escarificação.

O efeito residual da escarificação em solos sob plantio direto proporciona menor resistência mecânica à penetração somente quando comparado com o antes, pois não persiste com o tempo de uso do solo. No presente trabalho aos 390 dias o valor médio de RP já apresentou um incremento significativo em relação ao período de 60 dias após a escarificação. Tormena et al. (1998) estudando um Latossolo muito argiloso, cultivado em sistema plantio direto, observaram que o valor de 2,0 MPa tem sido aceito como limitante ao desenvolvimento radicular das diferentes espécies de plantas. O valor que se enquadra abaixo dessa classe no presente trabalho é o tratamento depois da escarificação onde tem-se o valor na camada de 0-0,20 m de

1,42 MPa, ressaltando que o solo estudado possui textura média. Em geral, a textura do solo influencia a RP, pois quanto mais argila no solo, maior a RP, para uma mesma densidade global (Rosolem et al., 1999).

De acordo com os resultados obtidos por Cherubin et al. (2011), uma estratégia para evitar o aumento da compactação do solo em sistema plantio direto, em especial na camada 0,20-0,40 m, é cultivar plantas recuperadoras do solo, introduzindo espécies que apresentem grande produção de fitomassa e sistema radicular profundo dentro de um plano de rotação de culturas na área, para possibilitar melhorias na estrutura do solo no perfil.

O coeficiente de variação (CV) dos dados antes da escarificação do solo, na camada 0-0,20m foi de 4,42%, sendo reduzido a 1,2% após a escarificação, mostrando maior uniformidade da RP na área após o uso do escarificador. O mesmo comportamento foi observado para a camada 0,20-0,40 m. O CV antes da escarificação era de 11,22%, sendo reduzido para 4,17% após a escarificação. Em geral, a variação da RP e da U pode ser considerada baixa, pois segundo os critérios de interpretação propostos em Warrick e Nielsen (1980), valores de CV inferiores a 12% se enquadram na classe de baixa variabilidade.

O maior valor médio de U foi encontrado na camada 0-0,20 m depois da escarificação, e o menor obtido antes da escarificação na camada 0,20-0,40 m. O teor médio de U variou de modo significativo com o período de avaliação. Considerando-se que a RP é dependente das condições de umidade do solo, para se comparar os valores de RP obtidos nos diferentes tratamentos, faz-se necessário ajustar tais valores em função da umidade solo (Vaz et al., 2002).

O interessante de se avaliar a distribuição espacial da RP em uma dada área está relacionado ao fato de que as tomadas de decisão em uma propriedade, em geral, tem como base apenas um valor médio. Mas ao se analisar a distribuição dos valores de RP na área, essa tomada de decisão pode ser realizada de modo localizado, minimizando custos operacionais (que envolvem máquinas, combustível e mão de obra). Por exemplo, antes da escarificação, o valor médio de RP na camada 0-0,20m variou de 2,87 a 7,01MPa, valores classificados como de alta e muito alta RP, respectivamente. No entanto, considerando-se apenas o valor médio (=3,20 MPa), não se detecta necessidade de fazer uma subsolagem ou mesmo escarificação na área, mas ao se observar a distribuição dos valores de RP na área, verifica-se uma possível necessidade de se efetuar tais práticas mecânicas em certas regiões da área.

CONCLUSÕES

O sistema plantio direto apresenta menor resistência à penetração na camada 0–0,20 m 60 dias após a escarificação, porém esta prática mecânica não amenizou a compactação na camada 0,20 – 0,40 m.

A escarificação do solo não é uma operação mecânica eficiente a médio ou

longo prazo, pois 390 dias após a escarificação a resistência mecânica do Latossolo Vermelho já apresentava um incremento significativo em relação ao efeito observado 60 dias após a escarificação.

O efeito residual indica a necessidade de adoção de mais práticas conservacionistas pelo produtor, em especial pela inserção de adubos verdes ou outras plantas de cobertura no esquema de rotação/sucessão de espécies no sistema de produção.

REFERÊNCIAS

ABREU, S. L.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. **Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em Argissolo franco-arenoso sob plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 519-531, 2004.

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A.J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality.** Soil Science Society of America, p. 123-141, 1996.

BELLÉ, M. P.; ALONÇO, A. D. S.; FRANCKETTO, T. R.; ROSSATO, F. P.; FRANCK, C. J.; CARPES, D. P. **Demanda energética e mobilização do solo com o uso de escarificadores em sistemas de semeadura direta.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 18, n. 5, p. 551-558, 2014.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; SILVA, A.P.; BARBOSA, J.C. **Intervalo hídrico ótimo e produtividade de cultivares de soja.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.10, n.3, p.639-645, 2006.

BOTTEGA, E. L.; BOTTEGA, S. P.; SILVA, S. A.; QUEIROZ, D. M. ; SOUZA, CRISTIANO M. A.; RAFULL, L. Z. L. **Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em um Latossolo Vermelho distroférrico.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Pernambuco, v. 6, n. 2, p. 331-336, 2011.

BUSSCHER, W. J.; BAUER, P. J.; CAMP, C. R.; SOJKA, R. E. **Correction of cone index for soil water content differences in a coastal plain soil.** Soil and Tillage Research, Amsterdam, v. 43, n. 3, p. 205-217, 1997.

CAMPOS, M.C.C.; AQUINO, R.E. de; OLIVEIRA, I.A. de; BERGAMIM, A.C. **Variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração e umidade do solo em área cultivada com cana-de-açúcar na região de Humaitá, Amazonas, Brasil.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Pernambuco v. 8, n.2, p.305-310, 2012.

CHERUBIN, M. R.; SANTI, A. L.; BASSO, C. J.; EITELWEIN, M. T.; VIAN, A. L. **Variabilidade da resistência a penetração do solo em função da dimensão da malha amostral.** Revista Plantio Direto-Setembro/Outubro, p. 5, 2011.

DRESCHER, M. S., REINERT, D. J., DENARDIN, J. E., GUBIANI, P. I., FAGANELLO, A., & DRESCHER, G. L. **Duração das alterações em propriedades físico-hídricas de Latossolo argiloso decorrentes da escarificação mecânica.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 51, n.2, p. 159-168, 2016.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise do solo.** Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

GIRARDELLO, V. C.; AMADO, T. J. C.; SANTI, A. L.; CHERUBIN, M. R.; KUNZ, J.; DE GREGORI TEIXEIRA, T. **Resistência à penetração, eficiência de escarificadores mecânicos e produtividade da soja em Latossolo argiloso manejado sob plantio direto de longa duração.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 38, p. 1234-1244, 2014.

KERTZMAN, F. F. **Modificações na estrutura e no comportamento de um latossolo roxo provocados pela compactação.** 1996. 153 f. Tese (Doutorado em Geografia Física)– Faculdade de filosofia, letras e ciências humanas do departamento da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

KLEIN, V. A.; BASEGGIO, M.; MADALOSSO, T. **Indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico típico sob plantio direto escarificado.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2475-2481 2009.

MARASCA, I.; DE OLIVEIRA, C. A. A.; GUIMARÃES, E. C.; DA CUNHA, J. P. A. R.; DE ASSIS, R. L.; PERIN, A.; MENEZES, L. A. S. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração e do teor de água em sistema de plantio direto na cultura da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 239-246, 2011.

RIBON, A. A; TAVARES FILHO, J. **Estimativa da resistência mecânica à penetração de um Latossolo Vermelho sob cultura perene no norte do estado do Paraná.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1817-1825, 2008.

RICHART, A.; FILHO, J. T.; BRITO, O. R.; LLANILLO, R. F.; FERREIRA, R. **Compactação do solo: causas e efeitos.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 26, n. 3, p. 321-344, 2005.

ROSA FILHO, G.; CARVALHO, M. D. P.; ANDREOTTI, M.; MONTANARI, R.; BINOTTI, F. F. D. S.; GIOIA, M. T. **Variabilidade da produtividade da soja em função de atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférrico sob plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 33, p. 283-293, 2009.

RODRIGUES, F.de S. **Variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração em área sob sistema plantio direto.** 2014. 47 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2014.

ROSOLEM, C. A.; FERNANDEZ, E. M.; ANDREOTTI, M.; CRUSCIOL, C. A. C. **Crescimento radicular de plântulas de milho afetado pela resistência do solo à penetração.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34, n. 5, p. 821-828, 1999.

SECCO, D.; REINERT, D. J. **Efeitos imediato e residual de escarificadores em Latossolo Vermelho-Escuro sob plantio direto.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 16, n. 3, p. 52-61 1997.

SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; ROS, C. D.. **Produtividade de soja e propriedades físicas de um Latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 797-804, 2004

SOUZA, Z. M. de; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G. T.. **Geostatistics and soil attributes in area cultivated with sugar cane.** Ciencia. Rural, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 48-56, 2010.

SCHAFFRATH, V. R.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; ANDRADE GONÇALVES, A. C. **Variabilidade e correlação espacial de propriedades físicas de solo sob plantio direto e preparo convencional.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1369-1377, 2008.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência de solo. **Revista brasileira de ciência do solo**, Viçosa, v. 15, n. 3, p. 229-235, 1991.

STOLF, R., FERNANDES, J., FURLANI NETO, V.L. **Recomendação para o uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1983. 9p. (Série Penetrômetro de Impacto. Boletim n. 1).

TAVARES, U.E.; MONTENEGRO, A.A.; ROLIM, M.M.; SILVA, J.S.; VICENTE, T.F. DA S.; ANDRADE, C.W.L. **Variabilidade espacial da resistência à penetração e da umidade do solo em Neossolo Flúvico**. Water Research and Irrigation Management, v. 3, n.2, p.78-89, 2014.

TORRES, E.; SARAIVA, O.F. **Camadas de impedimento mecânico do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina, Embrapa Soja. Circular Técnica, 1999.

TORMENA, C. A.; SILVA, AP da; LIBARDI, P. L. **Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 22, p. 573-581, 1998.

VAZ, C. M. P.; PRIMAVESI, O.; PATRIZZI, V. C.; IOSSI, M. D. F. **Influência da umidade na resistência do solo medida com penetrômetro de impacto**. Embrapa Instrumentação Agropecuária. Comunicado técnico, 2002.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. **Spatial variability of some physical properties of the soil**. In: Hillel, D. ed. Applications of soil physics, New York: Academic Press, 1980, Cap. 13, p.319-344.

EFEITO DE DIFERENTES TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO NO FEIJOEIRO IRRIGADO NA REGIÃO DE ALEGRETE-RS

Laura Dias Ferreira

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
Santa Maria – RS

Ana Rita Costenaro Parizi

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Farroupilha – Campus Alegrete
Alegrete – RS

Luciane Maciel Arce

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Farroupilha/Universidade Federal do
Pampa – Campus Alegrete
Alegrete – RS

Chaiane Guerra da Conceição

Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus
Sertão
Sertão – RS

Giulian Rubira Gauterio

Universidade Federal do Pampa – Campus
Alegrete
Alegrete - RS

RESUMO: Em ambientes protegidos, o aporte hídrico é exclusivamente via água de irrigação, tornando a tecnologia indispensável para a produção. O manejo da irrigação pode ser realizado adotando-se, parâmetros de solo, clima e planta. No manejo via solo, o uso de tensiômetro é consideravelmente utilizado, porém, varia de região para região, o valor da tensão crítica em que a planta está submetida.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo a avaliação do efeito de diferentes tensões de água no solo, para o feijão de vagem, conduzido em ambiente protegido, na região de Alegrete, RS. O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Pampa – Campus Alegrete, utilizando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, manejo de irrigação baseado na tensiometria e medições de clima. Os tratamentos (tensões de água no solo) foram de 30Kpa, 40Kpa, 50Kpa, 60Kpa e 70Kpa, os quais ao atingirem os valores estipulados, aplicava-se a lâmina de água, baseada nas medidas diárias de evapotranspiração da cultura. Realizaram-se medições de desenvolvimento foliar (semanalmente) e produção de todas as plantas avaliadas ao final do ciclo. Os parâmetros analisados foram índice de área foliar, comprimento e diâmetro de vagens, número de grãos por vagem, número de vagens por planta, massa fresca de vagem por planta, massa de grãos por vagem e massa fresca e seca por tratamento. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Tukey ($p < 0,05$). As tensões de 40Kpa e 50Kpa diferenciaram-se das demais, apresentando melhores resultados, sendo recomendadas para a região de estudo para o período em que foi conduzido.

PALAVRAS-CHAVE: feijão, manejo, tensiometria.

THE EFFECT OF DIFFERENT SOIL WATER TENSIONS IN THE IRRIGATED BEAN IN THE REGION OF ALEGRETE-RS

ABSTRACT: In protected environments, the water supply is exclusively via irrigation water, making the technology indispensable for the production. Irrigation management can be done by adopting soil, climate and plant parameters. In soil management, the use of tensiometer is considerably used, however, it varies from region to region, the value of the critical stress in which the plant is submitted. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of different soil water stresses on the bean pod, conducted in a protected environment, in the region of Alegrete, RS. The experiment was conducted at the Federal University of Pampa - Alegrete Campus, using a completely randomized experimental design, irrigation management based on tensiometry and climate measurements. The treatments (water stresses in the soil) were 30Kpa, 40Kpa, 50Kpa, 60Kpa and 70Kpa;, which reached the stipulated values, applied to the water table, based on the daily evapotranspiration measurements of the crop. Measurements of foliar development (weekly) and production of all plants evaluated at the end of the cycle were carried out. The parameters analyzed were leaf area index, pod length and diameter, number of grains per pod, number of pods per plant, fresh pod mass per plant, grain mass per pod and fresh and dry mass per treatment. The data were submitted to the Tukey test ($p < 0.05$). The tensions of 40Kpa and 50Kpa differed from the others, presenting better results, being recommended for the study region for the period in which it was conducted.

KEYWORDS: bean, management, tensiometry.

1 | INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água é um fator limitante na produção das plantas cultivadas em diversos ambientes (BRITO et al., 2015). Sendo assim, a agricultura irrigada é uma importante estratégia que visa à melhoria da produção mundial dos alimentos, em busca de desenvolvimento sustentável no campo, proporcionando mais empregos e uma melhoria da renda, sendo que atualmente, milhares de pessoas são dependentes de alimentos produzidos por áreas irrigadas (MANTOVANI et al., 2007).

A irrigação, além de proporcionar o aumento da produtividade e melhoria na qualidade dos produtos, auxilia na incorporação de novas áreas ao sistema produtivo possibilitando a implantação de lavouras em regiões mais secas, onde a falta da irrigação torna os plantios impraticáveis ou de baixas produtividades, reduzindo os riscos de perda da produção e melhoria da qualidade de vida do homem do campo (SOARES et al., 2016).

O cultivo em ambiente protegido aliado à irrigação é uma prática agrícola popularmente utilizada, pois visa garantir a estabilidade de oferta da produção das espécies cultivadas e o aumento da produtividade das culturas, garantindo uma

proteção às plantas contra agentes meteorológicos, encurtando o ciclo de produção, além de melhorar a qualidade dos produtos, alcançando um produto diferenciado, da mesma maneira que permite colheitas em qualquer período do ano (SILVA et al., 2012).

Além disso, em tais ambientes, onde o aporte hídrico se dá exclusivamente via água de irrigação, a aplicação da tecnologia de maneira precisa se torna ainda mais importante. Desta forma, manejar o sistema de irrigação adotado, ou seja, saber o quanto irrigar e o quando aplicar, precisam ser analisados ainda na fase de planejamento da instalação da área irrigada. As respostas para tais questionamentos podem ser encontradas através de parâmetros de solo, de clima ou de planta. Para as diferentes possibilidades de parâmetros a serem adotados no manejo da irrigação, é possível a aplicação de instrumentações mais ou menos sofisticadas. Cabe ao projetista adotar e/ou orientar a definição com base nas condições, de cada área, sejam elas de ordem técnica e/ou financeira.

No que se refere aos fatores climáticos, para Conceição et al. (2017) na produção de feijão a temperatura, radiação solar e a precipitação pluvial, são determinantes que precisam ser monitorados. Freitas et al. (2012) relatam que as variações de disponibilidade hídrica favorecem de forma significativa para a redução do rendimento na cultura do feijoeiro, ocasionando na deficiência hídrica, bem como todas as variantes climáticas.

Quando se adota o manejo da irrigação via clima, a utilização do tanque Classe A, é uma ferramenta de fácil manejo, custo relativamente baixo e de ampla utilização. Por meio deste equipamento, pode-se calcular a evapotranspiração da cultura (ETc) que segundo Peixoto et al. (2016), é um fator importantíssimo que deve ser levado em consideração quando se pensa em irrigação, pois através dele, é possível otimizar o uso da água.

No manejo via solo, a tensiometria, merece destaque, sendo utilizada para determinar a tensão de água no solo (BERNADO et al., 2009). Por meio deste equipamento a precisão obtida é consideravelmente boa, podendo ser usado para automatizar a operação de sistemas de irrigação.

Brito et al. (2015) relata que o tensiômetro, apesar de avaliar de forma indireta a deficiência hídrica de uma cultura, ainda assim, se mostra eficaz, mesmo apresentando um limite de operação (80 Kpa). Os autores relatam, que este é um dos instrumentos mais aplicados para a medida do potencial mátrico da água no solo. Klein (2001) expõe que em condições de campo, o tensiômetro é o equipamento mais utilizado e recomendado para a determinação do potencial mátrico, é utilizado para determinar o momento exato da irrigação, sem desperdiçar água e energia. Além de tudo, ele cita que o tensiômetro apresenta-se como uma ferramenta nos sistemas produtivos dotada de tecnologia máxima, e com menores custos e preservação dos recursos hídricos.

Desta forma, o objetivo deste trabalho, foi avaliar o efeito de diferentes tensões de água no solo, para o feijão de vagem, conduzido em ambiente protegido, na região

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido com 7 metros de largura e 15 metros de comprimento, pé direito de 3 metros e com coordenadas geográficas de 29°42'32,7"S e 55°31'31,7 W, localizada na área experimental da Universidade Federal do Pampa – Campus Alegrete. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos com diferentes tensões testadas de 30Kpa, 40Kpa, 50Kpa, 60Kpa e 70Kpa, ambas com cinco repetições cada, totalizando 25 unidades experimentais (vasos).

O solo utilizado foi retirado da área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Alegrete. Após sua coleta, foi realizada sua secagem natural dentro da própria estufa por um período de sete dias, e posteriormente feita sua homogeneização em peneiras de 2 mm de diâmetro.

Antes da semeadura do feijão, foi semeada aveia preta com intuito de adquirir uma cobertura para o solo além de promover melhoria dos atributos químicos e físicos do solo.

A semeadura do feijão ocorreu no dia 23 de agosto de 2016, sendo a cultivar tipo Macarrão Rasteiro (anão) de feijão de vagem, em vasos plásticos de 20 litros com 33 cm de diâmetro e 30 cm de altura. Foram utilizadas 9 sementes por vaso e após um período de crescimento, para padronização foi realizado o desbaste permanecendo somente 3 plantas por vaso.

O manejo de irrigação utilizado foi com auxílio de tensiômetros (quando irrigar) e pelo cálculo da evapotranspiração da cultura ET_c (quanto irrigar), com turno de rega variado conforme cada tensão. O cálculo da evapotranspiração foi feito por meio da equação a seguir:

$$ET_c = E_v \cdot K_p \cdot K_c$$

Onde:

E_v - evaporação do tanque (mm);

K_p - coeficiente do tanque (adimensional);

K_c - coeficiente da cultura (BÖHMER *et al*, 2007).

Antecedendo a instalação dos tensiômetros, os mesmos foram calibrados e posteriormente instalados em todos os vasos a uma profundidade de 8 cm. Através de suas leituras definidos os tratamentos, a saber: tratamento 1 - 30Kpa, tratamento 2 - 40Kpa, tratamento 3 - 50Kpa, tratamento 4 - 60Kpa e tratamento 5 - 70Kpa no qual, quando os mesmos atingiram o determinado valor estipulado de cada potencial, foi aplicada a lâmina de irrigação (BRITO *et al.*, 2015).

Após os procedimentos, os parâmetros avaliados foram índice de área foliar (IAF) sendo realizado semanalmente, produção de vagens e grãos, e matéria fresca e seca da planta. Para o IAF foi utilizado a seguinte equação:

$$IAF = comp. \times largura \times 0,75$$

Onde:

Comp - comprimento da folha;

Largura - largura da folha;

Coeficiente 0,75 - (STICKLER et al., 1961).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância e o Teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro, e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os resultados obtidos das variáveis analisadas: índice de área foliar (IAF), comprimento da vagem (CV), diâmetro da vagem (DV), número de grãos por vagem (NGV), número de vagens por planta (NVP), massa fresca de vagem por planta (MFVP), massa de grãos por vagem (MGV), massa fresca por tratamento (MFT) e massa seca por tratamento (MST).

Variáveis Analisadas				
		IAF (cm)	CV (cm)	DV (mm)
	T1	1.271 b	9,015 a	0.95000 a
	T2	1.470 ab	8.305 a	0.93710 a
	T3	2.039 a	9.845 a	0.88140 a
	T4	1.160 b	8.815 a	0.88500 a
	T5	1.209 b	9.215 a	0.88915 a

Variáveis Analisadas				
		NVP	MFVP (g)	MGV (g)
	T1	2.80000 a	8.57000 a	0.48600 a
	T2	4.30000 a	11.21000a	0.51500 a
	T3	5.30000 a	15.53000a	0.72500 a
	T4	4.30000 a	9.54000 a	0.45000 a
	T5	3.10000 a	10.00000a	0.60000 a

Variáveis Analisadas				
		NGV	MST (g)	MFT (g)
	T1	3.10000 a	7.14600ab	30.76000ab
	T2	2.80000 a	8.69400 a	38.66000 a
	T3	3.35000 a	8.00200ab	33.32000ab

T4	2.60000 a	6.57400ab	26.92000 b
T5	3.15000 a	5.83800 b	26.26000 b

Tabela 1 – resultados obtidos ao nível de 5% de probabilidade das tensões de água no solo na condução do feijão nos tratamentos T1: 30Kpa, T2: 40Kpa, T3: 50Kpa, T4: 60Kpa, T5: 70Kpa, para as variáveis IAF, CV, DV, NGV, NVP, MFVP, MGv, MFT e MST.

*As médias seguidas da mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.

Analisando a Tabela 1, observa-se, que dos parâmetros analisados, somente a MST e MFT diferiram estatisticamente. No entanto, observa-se que para a maioria dos demais parâmetros, o Tratamento T3 (50Kpa) apresentou valores expressivos, comparado aos demais.

Em decorrência das altas temperaturas em que o interior do ambiente protegido apresentou, a reposição das lâminas diariamente foram uniformes para ambas as tensões testadas, sem os intervalos esperados.

A Figura 1, apresenta o comportamento da evapotranspiração da cultura (ETc) para cada tensão de água no solo, durante o ciclo da cultura.

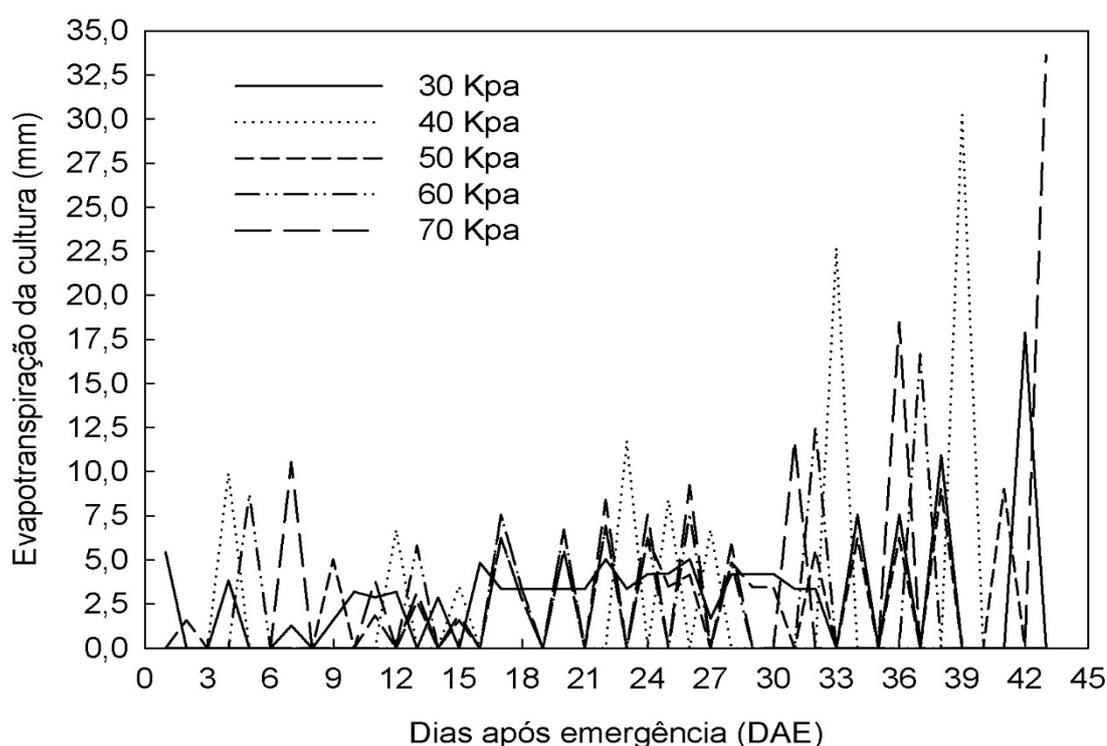


FIGURA 1 - Variação diária da evapotranspiração da cultura (ETc) em milímetros, durante a condução do feijão de vagem, para as cinco tensões de água no solo, conforme os dias após a emergência.

Observa-se na Figura 1, que em decorrência do crescimento da cultura, a perda de água foi crescente, ocasionando o aumento da demanda hídrica. Devido a isto, as reposições de lâminas de água foram realizadas diariamente em todos os tratamentos testados, pois a tensão estabelecida era atingida.

Na Figura 2, estão apresentadas leituras diárias de temperatura do ambiente interno, durante o ciclo da cultura, conforme os dias após a semeadura.

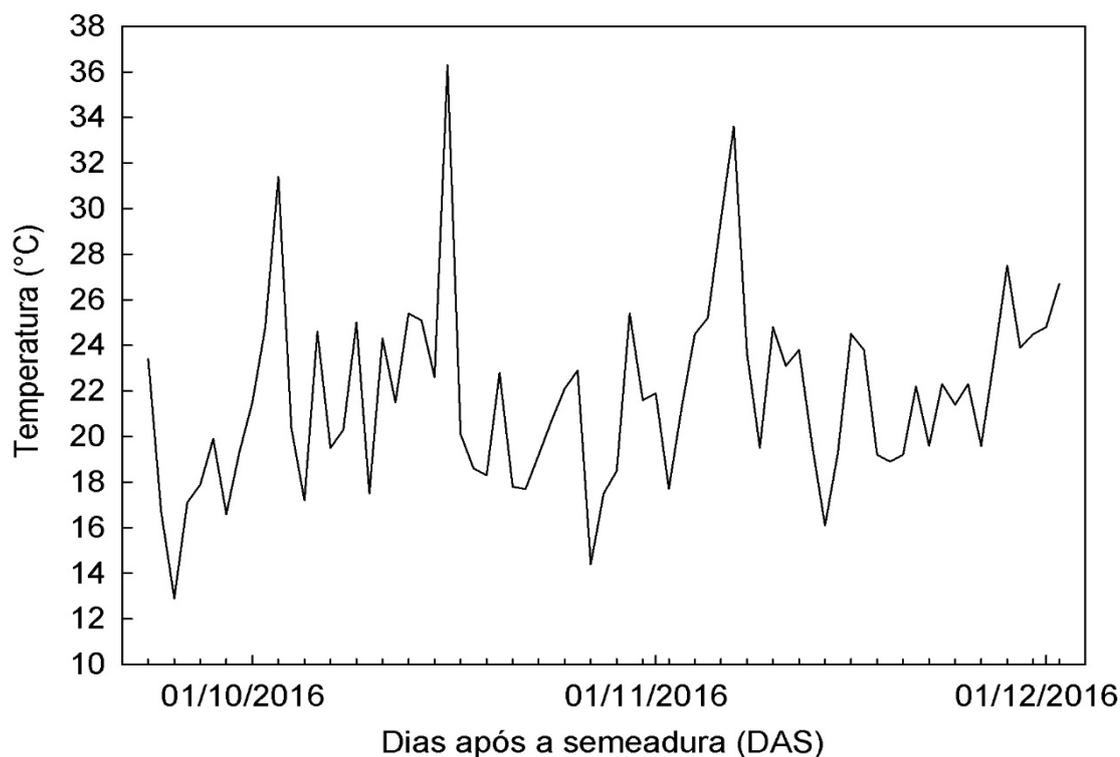


FIGURA 2 – Variação diária da temperatura interna no ambiente protegido, conforme os dias após a semeadura (DAS).

De acordo com a Figura 2, observa-se que, a temperatura interna da estufa passou por diversas oscilações, apresentando valores com mínima de 12,9°C e máxima 36,3°C. Este fator pode contribuir de forma positiva ou negativa no desenvolvimento do feijoeiro, e pode ter sido um dos responsáveis pela similaridade nos resultados.

Para Aidar et al. (2002), o desenvolvimento do feijoeiro quando não atende aos limites de temperatura exigidos, com mínima de 18°C e máxima de 30°C, podem ocasionar danos à produção, desde a queda de flores até o abortamento das vagens. Para Barboza e Gonzaga (2012), situações de temperaturas maiores do que 35 °C no período de florescimento, resultando em prejuízos no rendimento de grãos. Silva et al. (2007), destacam que, o abortamento floral, reduz o número de grãos por vagem, acarretam em grãos reduzidos, vagens defeituosas, afetando o rendimento.

Brito et al. (2015) em sua pesquisa, obteve que a tensão de 30Kpa apresentou maior produtividade para o feijoeiro, com valores de produção de 13,80 g planta⁻¹, com temperatura máxima variando de 17°C a 35°C e a temperatura mínima de 3,7°C a 18,4°C. Lima (1996) relata que a redução desta produção também pode ser decorrente do estresse hídrico. Isto pode ser comprovado nas tensões de 30Kpa, 60Kpa e 70Kpa.

4 | CONCLUSÕES

As tensões de 40Kpa e 50Kpa diferenciaram-se das demais, apresentando melhores resultados, sendo recomendados para a região de estudo. Recomenda-se a repetição do experimento nos períodos de março/abril, com a finalidade de seguir recomendações de temperatura desejada.

REFERÊNCIAS

AIDAR, H., et al. **Sistema de produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais: época de plantio.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 305 p. (Circular Técnica, 55).

BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 247 p. (Documentos, 272)

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação.** 5. ed. Viçosa; Editora UFV. Imprensa Universitária, 1989. 596 p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação.** 8. ed. Editora UFV, MG, Brasil, 2009, 625 p.

BÖHMER, C. R. K., et al. **Determinação do Coeficiente de Cultura do Feijão-Vagem (*Phaseolus Vulgaris*L.) Sob Adubação Orgânica em Ambiente Protegido.** 2007. Pelotas – RS / Brasil.

BRITO, R. R., et al. **Produtividade do Feijoeiro Sob Diferentes Potenciais Matriciais e Fatores de Depleção da Água no Solo.** V. 03, n. 02, p. 109-114, abr./jun. 2015.

DA CONCEIÇÃO, C. G., et al. **INFLUÊNCIA DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DO FEIJÃO COMUM CONDUZIDO NA 2ª SAFRA.** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI, v. 11, n. 6, 2017.

FREITAS, W. A.; CARVALHO, J. A.; BRAGA R. A.; ANDRADE, M. J. B. **Manejo da irrigação utilizando sensor da umidade do solo alternativo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, Campina Grande, v. 16, n. 3, p. 268- 274, mar. 2012.

GARRIDO, M. A. T. **Respostas do feijoeiro às lâminas de água e adubação nitrogenada.** 1998. 205 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

KLEIN, V. A. **Uma proposta de irrigação automática controlado por tensiômetros.** CurrentAgricultural Science and Technology, v. 7, n. 3, 2001.

LIMA, G. P. B. **Crescimento e produtividade do caupi [*Vignaunguiculata*(L.) Walp] sob diferentes níveis de disponibilidade hídrica do solo.** In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CAUPI, 4., 1996, Teresina. **Anais...** Teresina: CNPAMN/Embrapa, 1996. p. 41-43.

MANTOVANI, E. C., et al. **Irrigação: princípios e métodos.** UFV, 2007.

PEIXOTO, T. D. C. et al. **COEFICIENTE DO TANQUE CLASSE A PARA A REGIÃO DE MOSSORÓ, RN.** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 10, n. 2, p. 515, 2016.

SANTANA, M. J. **Resposta do feijoeiro comum a lâminas e épocas de suspensão da irrigação.**

2007. 102 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

SILVA, J. C.; HELDWEIN, A. B.; MARTINS, F. B.; STRECK, N. A.; GUSE, F. I. **Risco de estresse térmico para o feijoeiro em Santa Maria, RS.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 643-648, 2007.

SILVA, W. G.; CARVALHO, J. A.; OLIVEIRA, E. C.; REZENDA, F. C.; LIMA-JÚNIOR, J. A.; RIOS, G. F. A. **Manejo de irrigação para o feijão-de-metro, nas fases vegetativa e produtiva, em ambiente protegido.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n. 9. p. 978-984, 2012.

SOARES, F. C., et al. **IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR NA PRODUÇÃO DE GRÃOS E NA EFICIÊNCIA DE USO DA ÁGUA DA CULTURA DO FEIJOEIRO.** Agrarian, v. 9, n. 34, p. 374-382, 2016.

STICKLER, F. C.; WERDEN, S.; PAULI, A. W. **Leaf area determination in grain sorghum.** Agronomy Journal, v.53, p.197-188, 1961.

EFEITOS DOS MICRORGANISMOS SOBRE O PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NO LEITE E DERIVADOS

Tiago da Silva Teófilo

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Departamento de Ciências da Saúde
Mossoró - RN

Maria Vivianne Freitas Gomes de Miranda

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
Natal - RN

Mylena Andréa Oliveira Torres

Universidade Ceuma
São Luís - MA

Taliane Maria da Silva Teófilo

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Mossoró - RN

Tatiane Severo Silva

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Mossoró - RN

Eugênia Emanuele dos Reis Lemos

Cooperativa Central das Áreas de Reforma
Agrária do Ceará
Fortaleza - CE

Lúcia Mara dos Reis Lemos

Faculdade de Tecnologia, Fatec Sertão Central
Quixeramobim - CE

Nayane Valente Batista

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Programa de Pós-Graduação em Produção
Animal
Mossoró - RN

Vitor Lucas de Lima Melo

Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Programa de Pós-Graduação em Produção
Animal
Mossoró - RN

RESUMO: Cada vez mais as pessoas demonstram preocupação, bem como a procura por alimentos mais saudáveis, sejam em produtos de origem vegetal ou animal. Dentre as características que influem na qualidade do leite, especialmente dos animais ruminantes, está o perfil de ácidos graxos. Os diferentes componentes da dieta, principalmente carboidratos facilmente fermentáveis e lipídios, podem induzir mudanças na microbiota ruminal, o que reflete em alterações no padrão de fermentação e conseqüentemente no perfil de ácidos graxos (AG), seja diretamente no ambiente ruminal (AG de cadeia curta) ou com efeitos sistêmicos como mudanças em componentes corporais (AG de cadeia média e longa) e suas proporções. Mudanças na composição do leite podem refletir em um alimento mais saudável para o ser humano, em virtude do tipo e da quantidade de ácidos graxos, principalmente os insaturados. Objetivou-se fornecer uma visão geral sobre o estado atual dos diferentes aspectos dos efeitos dos microrganismos tanto na alimentação de ruminantes, bem como na inoculação em produtos lácteos, sobre o perfil

de ácidos graxos no leite e derivados e sua influência sobre a saúde humana.

PALAVRAS-CHAVE: ácido linoleico; lipídios; alimentos funcionais.

ABSTRACT: Increasingly people are showing concern as well as the demand for healthier foods, whether in products of plant or animal origin. Among the characteristics that influence the quality of milk, especially of ruminant animals, is the profile of fatty acids. The different components of the diet, especially easily fermentable carbohydrates and lipids, can induce changes in the ruminal microbiota, which reflects in alterations in the fermentation pattern and consequently in the fatty acid (FA) profile, either directly in the ruminal environment (short chain FA) or with systemic effects such as changes in body components (medium and long chain FA) and their proportions. Changes in milk composition may reflect a healthier food for humans, because of the type and amount of fatty acids, especially unsaturated fatty acids. The objective was to provide an overview of the current state of the different aspects of the effects of microorganisms in ruminant feeding, as well as in the inoculation of dairy products on the profile of fatty acids in milk and derivatives and their influence on human health.

KEYWORDS: linoleic acid; lipids; functional foods.

INTRODUÇÃO

A demanda do consumidor por produtos contendo componentes com propriedades funcionais como culturas probióticas e ingredientes prebióticos, fez com que empresas e pesquisadores tenham se tornado cada vez mais interessados em desenvolver novos produtos que atendam essa demanda de consumo emergente (Bigliardi e Galati, 2013).

Estudos são realizados, em relação aos alimentos funcionais, e seus benefícios na alimentação humana, gerando atenção para o desenvolvimento de novos ingredientes, possibilitando a inovação e melhorias nestes produtos (Uyeda et al., 2016).

A Organização Mundial de Saúde define probióticos como “microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem um benefício à saúde do hospedeiro” (FAO, 2006). Prebióticos são caracterizados como componentes alimentares não digeríveis que atingem o cólon, estimulando seletivamente a proliferação ou atividade de bactérias benéficas, causando diminuição da população de bactérias patogênicas e putrefativas (Gibson et al., 2010).

Os probióticos geralmente fazem parte da microbiota não-hospedeira, e seu uso foi ampliado nos últimos anos. Os produtos lácteos fermentados podem conter compostos benéficos, que são produzidos pela atividade metabólica de sua microbiota (vitaminas, ácido linoléico conjugado, peptídeos bioativos e ácido gama-aminobutírico, entre outros) (Fernández et al., 2015).

Os produtos lácteos fermentados fornecem nutrientes em nossa dieta, alguns dos quais são produzidos pela ação de microrganismos durante a fermentação. Esses produtos podem ser povoados por uma microbiota diversificada que afeta as características organolépticas e físico-químicas dos alimentos, bem como a saúde

humana (Fernández et al., 2015).

As bactérias ácido lácticas (BAL) representam grande importância para a indústria de alimentos, pois possibilitam a acidificação do meio, auxiliando na obtenção das características sensoriais e na conservação dos produtos fermentados (Sá et al., 2017). Estas bactérias são fundamentais durante a fermentação do leite, convertendo lactose em ácido láctico, o que resulta num aumento acidez que faz com que as condições de crescimento de microrganismos diferentes de BAL se tornem cada vez mais desfavoráveis. As BAL envolvidas no processamento de produtos lácteos fermentados pertencem a diversos grupos que são caracterizados por diferentes necessidades metabólicas, bem como diferentes propriedades tecnológicas. As BAL mais comuns presentes no leite incluem espécies pertencentes aos gêneros *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus* e *Lactococcus* (Quigley et al., 2011).

Objetivou-se fornecer uma visão geral sobre o estado atual dos diferentes aspectos do uso de microrganismos tanto na alimentação de ruminantes, bem como em produtos lácteos, sobre o perfil de ácidos graxos no leite e derivados e sua influência sobre a saúde humana.

DIETA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS

A qualidade e a quantidade de gordura depositada na carne dos animais sofrem influência de fatores como espécie, raça, idade, estado nutricional, sexo e dieta. No gado, a deposição de gordura é resultado de nutrição, sexo, idade, grupo genético e bioidrogenação ruminal. Observou-se que os bovinos *Bos Taurus* exibem mais marmoreio comparado ao gado *Bos indicus* (Elzo et al., 2012; Teixeira et al., 2017).

Lopes et al. (2014) avaliando o efeito da restrição alimentar e genótipo de caprinos na qualidade da carne, observaram que o genótipo apresentou poucas diferenças no seu perfil de ácidos graxos. No entanto, os animais alimentados *ad libitum* apresentaram um perfil de ácidos graxos mais favorável para a saúde humana, com maiores concentrações de ácido oléico, ácidos graxos insaturados e ácido linoléico conjugado.

Ladeira et al. (2014), trabalhando com touros jovens alimentados com grãos de soja moídos (GS) ou gordura protegida no rúmen (GPR) com ou sem monensina, observaram que o uso de monensina aumentou os ácidos araquidônico e α -linolênico no músculo *Longissimus dorsi* (LD) e na gordura subcutânea, respectivamente ($P < 0,05$). A carne dos animais que receberam GPR apresentou maior teor de ácido oléico (C18:1) ($P < 0,01$). Os conteúdos CLA e linolênico (C18:2) foram maiores no músculo LD dos animais alimentados com GS ($P < 0,01$). Contudo, α -C18: 3 foi maior no músculo LD de animais alimentados com GPR ($P < 0,01$). Na gordura subcutânea, GS reduziu os conteúdos C12:0 e C14:0 ($P < 0,01$) e aumentou C18: 0 ($P < 0,05$). A inclusão de GPR aumentou os índices C18: 1 e CLA ($P < 0,01$) na gordura subcutânea.

Soja elevou os conteúdos de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) e aumentou a suscetibilidade da gordura muscular e subcutânea à oxidação lipídica.

Não somente sobre o aspecto de saúde humana, o perfil de ácidos graxos (AG) também é importante do ponto de vista comercial, já que vários estudos têm demonstrado que a proporção de AG saturados, AG monoinsaturados e AG poliinsaturados influenciam o período de validade, assim como o sabor da carne (Duckett et al., 1993; Elmore et al., 1999). Isto ocorre porque carnes com altas concentrações de AGPI podem sofrer rancificação. Para que esta reação química não ocorra, é necessária que a quantidade de Vitamina E (α -tocoferol) presente na carne seja adequada o que, por sua vez, está em função dos níveis dessa vitamina nos ingredientes da dieta. Portanto, a partir da década de 90 houve grande interesse sobre a adição dessa vitamina nas dietas com o intuito de melhorar a qualidade da carne de bovinos.

A vitamina E, atua como antioxidante natural no organismo animal, impedindo a formação de peróxidos, que resultam na oxidação "*in vivo*" de certos ácidos graxos. O tocoferol é o principal antioxidante lipossolúvel biológico em tecidos animais, sendo esta ação muito importante no metabolismo dos ácidos graxos essenciais (Andriguetto et al. 1993).

ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO - CLA

CLA é um termo genérico denotando um grupo de isômeros de ocorrência natural de ácido linoléico (18: 2, n6) que diferem na posição geométrica (ou seja, cis ou trans) de suas possíveis ligações (Eder e Ringseis, 2010). Os isômeros do CLA são naturalmente apresentados na fração lipídica dos ruminantes e em produtos derivados, incluindo leite, produtos lácteos e carne bovina (Sehat et al., 1998; Steinhart et al., 2003). Foi relatado que esses isômeros têm muitos benefícios para a saúde, como redução do risco de carcinogênese, aterosclerose e obesidade, hiperinsulinemia melhorada e prevenção de efeitos catabólicos do sistema imunológico (Yadav et al. 2007). A aterosclerose, a causa subjacente de ataques cardíacos e derrames, é uma doença progressiva dislipidêmica e inflamatória, na qual as células macrófagas derivadas de monócitos desempenham um papel crucial. Embora a maioria dos mecanismos que contribuem para a progressão da aterosclerose tenham sido identificados, há informações limitadas sobre os que regem a regressão. Os isômeros mais predominantes nas gorduras de ruminantes são CLA cis-9, trans-11 (c9, t11-CLA), responsável por mais de 80% dos isômeros do CLA em produtos lácteos e CLA trans -10, cis-12 (t10, c12-CLA). A administração dietética de um dos dois isômeros mais abundantes do CLA tem mostrado inibir a progressão e induzir a regressão da aterosclerose preestabelecida (Bruen et al., 2017).

A formação do CLA pode ser explicada pela conversão de ácido linoléico pelas bactérias ruminais e conversão do ácido vacênico na glândula mamária (Sieber et al., 2004). O ácido linoléico é derivado inteiramente da dieta. Este ácido graxo, que

está em níveis elevados em alimentos concentrado (grãos e oleaginosas), utilizados na alimentação de ruminantes, é degradado em ácidos graxos monoinsaturados e saturados no rúmen por bio-hidrogenação microbiana e apenas uma pequena proporção, cerca de 10% da dieta 18: 2n-6, está disponível para incorporação em lipídios teciduais. Tanto em ovinos como em bovinos, o ácido graxo está em níveis mais elevados do músculo do que o tecido adiposo (Wood et al., 2008).

O segundo ácido graxo poliinsaturado (AGPI) mais importante é o ácido α -linolênico (18: 3n-3), que está presente em muitos alimentos concentrados, mas em níveis inferiores a 18: 2n-6. Este é um importante ácido graxo dietético para ruminantes, uma vez que constitui mais de 50% dos ácidos graxos totais em gramíneas. Novamente, uma alta proporção é bio-hidrogenada para ácidos graxos saturados no rúmen (Wood et al., 2008). Bovinos alimentados com dieta rica em AGPI apresentam maior concentração de CLA no leite (Dhiman et al., 2000).

Bactérias do rúmen podem bio-hidrogenar alguns ácidos graxos insaturados para ácido trans-vacênico ou ácido esteárico com CLA como intermediário. Desde a demonstração da capacidade de *B. fibrisolvens* A38 de produzir CLA eficientemente entre bactérias do rúmen, esta cepa tem sido amplamente usada como modelo para produção de CLA em bactérias no rúmen. É relatado que 40% do ácido linoleico é convertido em CLA por esta cepa, dos quais 95% são 9, t11-CLA (Hartman et al., 1954; Ip et al., 1994; Kim et al., 2000; Yang et al., 2017).

Os lactobacilos têm atraído mais atenção do que outras cepas produtoras de CLA devido a seus efeitos promotores de saúde. Muitas espécies de bactérias lácticas foram relatadas como possuindo a capacidade de produzir CLA. O *L. reuteri* foi a primeira espécie de bactéria láctica relatada com alta capacidade de produção de CLA (Rosson, 1999; Yang et al., 2017).

SÍNTESE DE ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO (CLA) EM LEITE CULTIVADO E DERIVADOS

O perfil de ácidos graxos no leite varia de acordo com a microbiota e, é comum observamos variação nos resultados na literatura. Balakrishnan e Agrawal (2014), avaliando leite de cabra, camelo e vaca, observaram que a composição de ácidos graxos benéficos, como ácido esteárico, ácido oleico e ácido linoleico, foi maior no leite fermentado com *Pediococcus pentosaceus* que nos não fermentados. Um maior teor de CLA foi observado no leite fermentado contendo apenas *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus* (Manzo et al., 2015).

Ye et al. (2013) avaliaram as condições ótimas de cultura e a capacidade de três diferentes linhagens de microrganismos (*Lactobacillus plantarum* (Lp), *Lactobacillus acidophilus* (La) e *Streptococcus thermophilus* (St)) para produzir CLA co-cultivadas em meio contendo leite desnatado suplementado com óleo de cártamo hidrolisado. Mais CLA foi produzido por co-cultura do que por cultura de tensão única. O CLA

produzido pela co-cultura de La-Lp foi mais do que o produzido por La-St. Produção máxima de CLA de 316,52 µg / mL foi obtida com a cultura La-Lp, com concentração de substrato de 5,0%, inóculo de 5,0%, pH médio de 6,4 e temperatura de 36,4 ° C por 48 h.

A fermentação microbiana pode contribuir para o aumento do conteúdo de CLA em produtos lácteos através de reações de isomerase e redutase na via de biohidrogenação. Além disso, a temperatura do processo pode também influenciar o conteúdo de CLA em produtos lácteos. Derivados lácteos, como queijo, são as fontes mais ricas de CLA, e os CLA são formados no queijo durante o processamento e armazenamento (Abd El-Salam et al., 2011).

O leite de cabra apresenta algumas vantagens devido suas características nutricionais e funcionais, como a presença de oligossacarídeos derivados de lactose e altas quantidades de CLA, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), vitaminas (A e complexo B) e cálcio. O leite de cabra e seus derivados, além de suas características nutricionais e funcionais, pode servir como matriz adequada para o transporte de microrganismos probióticos e ingredientes prebióticos, proporcionando maior valor nutricional e qualidade tecnológica (Slačanac et al., 2010; Haenlein e Anke, 2011; Scano et al., 2014; Rolim, 2015; Barbosa et al., 2016).

EMPREGO DE PROBIÓTICOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

O uso de probióticos na nutrição de ruminantes melhora a saúde animal, a produtividade e a imunidade. Os probióticos melhoraram o desempenho do crescimento através do aumento do ecossistema microbiano do rúmen, da digestibilidade dos nutrientes e da taxa de conversão alimentar. Além disso, foi relatado que os probióticos estabilizam o pH ruminal, aumentam a produção de ácidos graxos de cadeia curta. Além disso, o uso de probióticos foi encontrado para aumentar a produção de leite e pode reduzir a incidência de diarreia e mortalidade neonatal (El-Tawab et al., 2016).

É possível aumentar as concentrações de CLA em carne, leite através da alimentação animal com uso de uma dieta rica em ácidos graxos poliinsaturados, por exemplo, uma dieta contendo um elevado teor de ácido linoleico, aumentando assim de CLA em produtos lácteos, como leite, queijo e iogurte (Hur et al., 2017).

Maior conteúdo de CLA e ácido vaccênico no leite e produtos lácteos foram observados quando os animais pastaram do que quando os animais consumiram forragem seca (Nudda et al., 2005). Como as condições da alimentação afetam a concentração de CLA no leite, estas diferem entre as estações do ano. Chion et al. (2010) relataram que o conteúdo de CLA é maior quando as vacas consomem pasto fresco do que quando alimentadas com feno, com valores médios de 2,09 e 0,81 g / 100 g de ácidos graxos para os períodos de verão e inverno, respectivamente, o que pode ser atribuído ao aumento da maturidade da pastagem herbácea.

A administração de uma mistura de bactérias potencialmente probióticas (MPPB;

Lactobacillus reuteri DDL 19, *Lactobacillus alimentarius* DDL 48, *Enterococcus faecium* DDE 39 e cepas de *Bifidobacterium bifidum*) em cabras lactantes e desmamadas permite a produção de leite com concentrações melhoradas de compostos benéficos e também produz um efeito protetor no intestino de caprinos. O suplemento probiótico foi capaz de aumentar as concentrações de ácidos graxos insaturados no leite (g de AG/L de leite) de 4,49 para 7,86 para oléico (18: 1), de 0,70 para 1,39 para linoléico (18: 2), de 0,063 para 0,177 para linolênico (18: 3) e de 0,093 a 0,232 para CLA. O índice de aterogenicidade diminuiu 2 vezes após a ingestão de MPPB (Apas et al., 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manipulação da composição lipídica no leite e derivados, principalmente sobre o perfil de ácidos graxos, pode resultar em alimentos mais saudáveis para o ser humano. No entanto, mais pesquisas devem ser realizadas para que além do aspecto nutricional, o leite possa adquirir características nutracêuticas específicas de acordo com especificidades dos consumidores.

REFERÊNCIAS

ABD EL-SALAM, M. H.; HIPPEN, A. R.; ASSEM, F. M.; EL-SHAFEI, K. A. W. T. H. E. R.; Tawfik, N. F.; EL-AASSAR, M. Preparation and properties of probiotic cheese high in conjugated linoleic acid content. **International journal of dairy technology**, v. 64, n. 1, p. 64-74, 2011.

APAS, A. L.; ARENA, M. E.; COLOMBO, S.; GONZALEZ, S. N. Probiotic administration modifies the milk fatty acid profile, intestinal morphology, and intestinal fatty acid profile of goats. **Journal of dairy science**, v. 98, n. 1, p. 47-54, 2015.

BALAKRISHNAN, G.; AGRAWAL, R. Antioxidant activity and fatty acid profile of fermented milk prepared by *Pediococcus pentosaceus*. **Journal of food science and technology**, v. 51, n. 12, p. 4138-4142, 2014.

BARBOSA, I. C.; OLIVEIRA, M. E.; MADRUGA, M. S.; GULLÓN, B.; PACHECO, M. T.; GOMES, A. M.; ... QUEIROGA, R. C. Influence of the addition of *Lactobacillus acidophilus* La-05, *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* Bb-12 and inulin on the technological, physicochemical, microbiological and sensory features of creamy goat cheese. **Food & function**, v. 7, n. 10, p. 4356-4371, 2016.

BIGLIARDI, B.; GALATI, F. Innovation trends in the food industry: the case of functional foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 31, n. 2, p. 118-129, 2013.

BRUEN, R.; FITZSIMONS, S.; BELTON, O. Atheroprotective effects of conjugated linoleic acid. **British journal of clinical pharmacology**, v. 83, n. 1, p. 46-53, 2017.

CHION, A. R.; TABACCO, E.; GIACCONE, D.; PEIRETTI, P. G.; BATTELLI, G.; BORREANI, G. Variation of fatty acid and terpene profiles in mountain milk and "Toma piemontese" cheese as affected by diet composition in different seasons. **Food Chemistry**, v. 121, n. 2, p. 393-399, 2010.

DHIMAN, T. R.; SATTER, L. D.; PARIZA, M. W.; GALLI, M. P.; ALBRIGHT, K.; TOLOSA, M. X. Conjugated Linoleic Acid (CLA) Content of Milk from Cows Offered Diets Rich in Linoleic and Linolenic Acid1. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 5, p. 1016-1027, 2000.

DUCKETT, S.K.; WAGNER, D.G.; YATES, L.D. et al. Effects of time on feed on beef nutrient composition. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2079–2088, 1993.

EDER, K.; RINGSEIS, R. Metabolism and actions of conjugated linoleic acids on atherosclerosis-related events in vascular endothelial cells and smooth muscle cells. **Molecular nutrition & food research**, v. 54, n. 1, p. 17-36, 2010.

ELMORE, J.S.; MOTTRAM, D.S.; ENSER, M. et al. Effect of the polyunsaturated fatty acid composition of beef muscle on the profile of aroma volatiles. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, p.1619–1625, 1999.

EL-TAWAB, M. A.; YOUSSEF, I. M. I.; BAKR, H. A.; FTHENAKIS, G. C.; GIADINIS, N. D. Role of probiotics in nutrition and health of small ruminants. **Polish journal of veterinary sciences**, v. 19, n. 4, p. 893-906, 2016.

ELZO, M. A., JOHNSON, D. D., WASDIN, J. G., & DRIVER, J. D. Carcass and meat palatability breed differences and heterosis effects in an Angus–Brahman multibreed population. **Meat science**, v. 90, n. 1, p. 87-92, 2012.

FERNÁNDEZ, M.; HUDSON, J. A.; KORPELA, R.; DE LOS REYES-GAVILÁN, C. G. Impact on human health of microorganisms present in fermented dairy products: an overview. **BioMed research international**, v. 2015, 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, World Health Organization. **Probiotics in food: health and nutritional properties and guidelines for evaluation**. FAO, 2006.

GIBSON, G. R.; Scott, K. P.; Rastall, R. A.; Tuohy, K. M.; Hotchkiss, A.; Dubert-Ferrandon, A.; ... Macfarlane, S. Dietary prebiotics: current status and new definition. **Food Sci Technol Bull Funct Foods**, v. 7, n. 1, p. 1-19, 2010.

HAENLEIN, G. F. W.; ANKE, M. Mineral and trace element research in goats: a review. **Small Ruminant Research**, v. 95, n. 1, p. 2-19, 2011.

HARTMAN, L.; SHORLAND, F. B.; MCDONALD, I. R. C. Occurrence of trans-acids in animal fats. **Nature**, v. 174, n. 4421, p. 185, 1954.

HUR, S. J.; KIM, H. S.; BAHK, Y. Y.; PARK, Y. Overview of conjugated linoleic acid formation and accumulation in animal products. **Livestock Science**, v. 195, p. 105-111, 2017.

IP, C.; SINGH, M.; THOMPSON, H. J.; SCIMECA, J. A. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. **Cancer research**, v. 54, n. 5, p. 1212-1215, 1994.

KIM, Y. J.; LIU, R. H.; BOND, D. R.; RUSSELL, J. B. Effect of linoleic acid concentration on conjugated linoleic acid production by *Butyrivibrio fibrisolvens* A38. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 66, n. 12, p. 5226-5230, 2000.

LADEIRA, M. M.; SANTAROSA, L. C.; CHIZZOTTI, M. L.; RAMOS, E. M.; MACHADO NETO, O. R.; OLIVEIRA, D. M.; CARVALHO, J. R. R.; LOPES, L. S.; RIBEIRO, J. S. Fatty acid profile, color and lipid oxidation of meat from young bulls fed ground soybean or rumen protected fat with or without monensin. **Meat science**, v. 96, n. 1, p. 597-605, 2014.

LOPES, L.S., MARTINS, S.R., CHIZZOTTI, M.L., BUSATO, K.C., OLIVEIRA, I.M., MACHADO NETO, O.R., PAULINO, P.V.R., LANNA, D.P.D., LADEIRA, M.M. Meat quality and fatty acid profile of Brazilian goats subjected to different nutritional treatments. **Meat science**, v. 97, n. 4, p. 602-608, 2014.

MANZO, N.; PIZZOLONGO, F.; MONTEFUSCO, I.; APONTE, M.; BLAIOTTA, G.; ROMANO, R. The effects of probiotics and prebiotics on the fatty acid profile and conjugated linoleic acid content of

- fermented cow milk. **International journal of food sciences and nutrition**, v. 66, n. 3, p. 254-259, 2015.
- NUDDA, A.; McGuire, M. A.; Battacone, G.; Pulina, G. Seasonal variation in conjugated linoleic acid and vaccenic acid in milk fat of sheep and its transfer to cheese and ricotta. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 4, p. 1311-1319, 2005.
- QUIGLEY, L.; O'SULLIVAN, O.; BERESFORD, T. P.; ROSS, R. P.; FITZGERALD, G. F.; COTTER, P. D. Molecular approaches to analysing the microbial composition of raw milk and raw milk cheese. **International journal of food microbiology**, v. 150, n. 2-3, p. 81-94, 2011.
- ROLIM, P. M. Development of prebiotic food products and health benefits. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 35, n. 1, p. 3-10, 2015.
- ROSSON, R.; GRUND, A. D.; DENG, M. D.; SANCHEZ-RIERA, F. **Linoleate isomerase**. World Patent, WO-99/32604 A1. 1999.
- SÁ, S. A. C. A., JÚNIOR, S. P. O., DORES, M. T., VISÔTTO, L. E., SILVA, C. R. Evaluation of pre-inoculation aeration conditions used in the cultivation of lactic acid bacteria in liquid medium. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 3, n. 6, p. s/p, 2017.
- SCANO, P.; MURGIA, A.; PIRISI, F. M.; CABONI, P. A gas chromatography-mass spectrometry-based metabolomic approach for the characterization of goat milk compared with cow milk. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 10, p. 6057-6066, 2014.
- SEHAT, N.; KRAMER, J. K.; MOSSOBA, M. M.; YURAWECZ, M. P.; ROACH, J. A.; EULITZ, K.; ... KU, Y. Identification of conjugated linoleic acid isomers in cheese by gas chromatography, silver ion high performance liquid chromatography and mass spectral reconstructed ion profiles. Comparison of chromatographic elution sequences. **Lipids**, v. 33, n. 10, p. 963-971, 1998.
- SIEBER, R.; COLLOMB, M.; AESCHLIMANN, A.; JELEN, P.; EYER, H. Impact of microbial cultures on conjugated linoleic acid in dairy products—a review. **International Dairy Journal**, v. 14, n. 1, p. 1-15, 2004.
- SLAČANAC, V.; BOŽANIĆ, R.; HARDI, J.; REZESSYNÉ SZABÓ, J. U. D. I. T.; LUČAN, M.; KRSTANOVIĆ, V. Nutritional and therapeutic value of fermented caprine milk. **International Journal of Dairy Technology**, v. 63, n. 2, p. 171-189, 2010.
- STEINHART, H.; RICKERT, R.; WINKLER, K. Identification and analysis of conjugated linoleic acid isomers (CLA). **European journal of medical research**, v. 8, n. 8, p. 370-372, 2003.
- TEIXEIRA, P. D., OLIVEIRA, D. M., CHIZZOTTI, M. L., CHALFUN-JUNIOR, A., COELHO, T. C., GIONBELLI, M., LADEIRA, M. M. Subspecies and diet affect the expression of genes involved in lipid metabolism and chemical composition of muscle in beef cattle. **Meat science**, v. 133, p. 110-118, 2017.
- UYEDA, M., BUONOMI, H. C., GONZAGA, M. F. N., CARVALHO, F. L. O. Probiotics and prebiotics: benefits about the literature. **Revista de Saúde UniAGES**, v. 1, n. 1, p. 33-57, 2016.
- WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; ... & WHITTINGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat science**, v. 78, n. 4, p. 343-358, 2008.
- YADAV, H.; JAIN, S.; SINHA, P. R. Production of free fatty acids and conjugated linoleic acid in probiotic dahi containing *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* during fermentation and storage. **International dairy journal**, v. 17, n. 8, p. 1006-1010, 2007.
- YANG, B.; GAO, H.; STANTON, C.; ROSS, R. P.; ZHANG, H.; CHEN, Y. Q.; ...CHEN, W. Bacterial

conjugated linoleic acid production and their applications. **Progress in lipid research**, v. 68, p. 26-36, 2017.

YE, S.; YU, T.; YANG, H.; LI, L.; WANG, H.; XIAO, S.; WANG, J. Optimal culture conditions for producing conjugated linoleic acid in skim-milk by co-culture of different *Lactobacillus* strains. **Annals of microbiology**, v. 63, n. 2, p. 707-717, 2013.

IMPACTO DE DIFERENTES USOS DO SOLO SOBRE OS ESTOQUES DE CARBONO E NITROGÊNIO EM ÁREAS DE CERRADO

Hamanda Candido da Silva
Isabella Larissa Marques Macedo
Thaimara Ramos de Souza
Ângela Bernardino Barbosa
Adilson Alves Costa

INTRODUÇÃO

A mudança do uso da terra, proveniente da ação antrópica, tem efeito significativo de alterar a dinâmica da matéria orgânica, modificando, assim, os estoques de carbono e de nitrogênio contidos no solo quando submetidos à conversão de áreas nativas para sistemas agrícolas (Frazão et al., 2010). Conforme o uso do solo adotado o equilíbrio na dinâmica do carbono e nitrogênio é quebrado podendo aumentar ou diminuir em relação ao sistema natural e conseqüentemente modificar a qualidade da matéria orgânica do solo. Neste contexto, pode-se afirmar que a degradação dos solos, resulta principalmente das atividades humanas e variações climáticas.

Diante deste cenário, as adoções de medidas conservacionistas de manejo e uso do solo promovem maior conservação do solo a exemplo do plantio direto que promovem maior qualidade do solo devido ao não revolvimento do solo, da proteção física e manutenção da

matéria orgânica (MO), interferindo também diretamente nos estoques de carbono e nitrogênio de suas frações (Winck et al., 2015). Resultados de pesquisas também tem demonstrado que solos sob plantações de eucaliptos podem aumentar o C e N estocado quando bem manejadas.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar as alterações provocadas por diferentes usos do solo sobre os estoques de carbono e nitrogênio, nos atributos físicos e matéria orgânica leve em áreas de Cerrado.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Diversos trabalhos têm avaliado a influência das várias condições de uso do solo nos estoques de carbono e nitrogênio. A mudança do uso da terra de pastagem para agricultura pode favorecer a perdas de até 10% de carbono do solo na camada de até 20 cm de profundidade, enquanto que a conversão de agricultura para pastagem pode incrementar 26% de carbono no solo (DON, 2011). Lima et. al., (2008), destaca que cultivos como eucalipto em áreas anteriormente ocupadas por pastagem mal manejadas promove recuperação nos estoques de carbono. Isto deve-se a maior incorporação de resíduos da colheita do

eucalipto. Resultados semelhantes foram encontrados por Gazolla et al., (2013) que trabalhando com sistemas de plantio direto, integração lavoura pecuária e pastagem, encontram menores estoques de carbono nesta última forma de uso do solo.

Portanto, o incremento dos estoques de carbono no solo pode ser atingido com sistema de manejo que garantam o aporte de resíduos no solo. Carvalho et al., (2009), verificaram um aumento de $0,38 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ em sistema de plantio direto quando comparado ao sistema convencional. Já Hickmann e Costa (2012), verificam uma recuperação parcial dos estoques de carbono orgânico e seu teor em solos influenciados pelo plantio direto, quando comparado com vegetação nativa.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no período de janeiro a dezembro de 2016 em lavouras comerciais localizada no município de Luís Eduardo Magalhães, extremo oeste da Bahia. Nas áreas predominam Latossolo Amarelo, profundos e bem drenados com relevo plano (EMBRAPA, 2006).

Foram estudadas cinco áreas com diferentes formas de uso: Área sob plantio convencional (APC) - Localizada na fazenda Busado, altitude 769 m, cujas coordenadas sul $12^{\circ}54'815''$ e coordenadas oeste $45^{\circ}29'873''$, preparo do solo realizado com aração e gradagem cujas adubações, calagem e gessagem; Área sob plantio direto (APD) – Localizada na fazenda Bela Vista, altitude de 848 m, coordenadas sul $12^{\circ}01'333''$ e oeste $46^{\circ}09'332''$. Uso do solo sob plantio direto sem revolvimento e implantado deste o ano agrícola de 2012/2013; Área sob pastagem (APA) - Localizada na fazenda Strassburges, altitude de 786 m, cujas coordenadas foram sul $12^{\circ}14'22''$ e oeste $45^{\circ}49'773''$ com cultivo de pastagem braquiária brizanta; (AEU) - Localizada na fazenda Palmeiras I, na altitude de 809 m e coordenadas sul $12^{\circ}21'446''$ e oeste $45^{\circ}56'212''$. Forma de uso do solo com plantação de eucalipto deste 2006/2007; Área sob Cerrado nativo sensu stricto (ACN) - Localizada na fazenda Palmeiras I, altitude de 813 m e coordenadas sul de $12^{\circ}01'386''$ e oeste $46^{\circ}09'180''$.

Em cada área foram abertas cinco trincheiras de aproximadamente 1,5 m de comprimento por 1 m de largura e 0,3 m de profundidade escolhido aleatoriamente. Em cada perfil foi coletado amostras deformadas, com auxílio de um trado, nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-30, 30-40 e 40-60 cm, as quais foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm de malha para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA).

Após o preparo da TFSA, foi realizada a análise granulométrica, densidade do solo e de partículas (Embrapa, 1997). A porosidade total foi calculada pela relação entre as densidades do solo e de partículas, obedecendo a seguinte formula: $Pt = 100 - (ds/dp \times 100)$, sendo Pt, porosidade total, ds = densidade do solo, dp = densidade de partícula.

Os teores de C e N orgânico foram quantificados seguindo método da EMBRAPA

(1997) e a matéria orgânica leve (MOL) seguiu-se Anderson & Ingram (1989). Os estoques de C e N foram obtidos pela correção da massa do solo utilizando-se a camada e a massa equivalente do solo através da massa do solo de referência.

Para identificar a similaridade das áreas sob diferentes usos do solo utilizou-se a análise multivariada. Para análise utilizou-se o SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os componentes principais (CP) que explicaram a variabilidade das variáveis analisadas onde os componentes principais 1, 2 e 3 são os que explicam 40,46, 26,56 e 13,80% da variância total, respectivamente, o que acumulam 80,92% da variância total dos dados, o que, de acordo com Cruz e Regazzi (1994), é satisfatório para avaliar por meio de dispersão gráfica, mostrando que de 12 variáveis, passam-se a utilizar três componentes principais com 35 observações que representam o conjunto original de dados e redução de dimensionalidade das variáveis com perda de aproximadamente 19% (Tabela 1).

Quando a correlação das variáveis analisadas das diferentes formas de uso do solo com os componentes principais verifica-se que o carbono, nitrogênio, matéria orgânica leve, densidade do solo e estoque de nitrogênio correlacionaram melhor com o CP1. Já a variação do CP2 deveu-se ao carbono, matéria orgânica leve, areia, argila e estoques de carbono e nitrogênio, enquanto as variáveis atribuídas ao CP3 foram porosidade total e argila (Tabela 2).

CP	Autovalores	Variabilidade explicada	Variabilidade explicada acumulada
		-----%-----	
1	4,867	40,56	40,56
2	3,186	26,56	67,12
3	1,656	13,80	80,92

Tabela 1. Autovalores e porcentagem da variância explicativa por cada componente principal (CP) para as variáveis analisadas de em Latossolo Amarelo de áreas sob diferentes formas de uso no Cerrado. Fonte própria.

Variáveis	CP1	CP2	CP3
Carb	-0.39*	0.29*	-0.02
Nit	-0.46*	0.04	-0.12
MOL	-0.28*	0.30*	0.12
Ds	0.43*	0.20	0.09
Pt	0.09	0.02	-0.43*
Areia	-0.16	0.50*	0.21
Silte	0.13	-0.11	-0.6

Argila	0.02	-0.41*	0.46*
EstC	-0.08	-0.42*	0.17
EstN	-0.36*	-0.34*	-0.02

Tabela 2. Correlação das variáveis analisadas em um Latossolo Amarelo de áreas sob diferentes formas de uso do solo com os componentes principais (CP1, CP2 e CP3). Fonte própria.

*Autovalores de maior representatividade para os componentes principais (CP1, CP2, CP3).

Com a aplicação da ACP verificou-se que o grupo I separou-se dos demais, formando um agrupamento das formas de uso do solo ACN, AEU (com as profundidades de até 20 cm) e APD (com apenas a profundidade de 0-5 cm), principalmente por causa das variáveis Pt, N e estN. Sendo a maior ênfase das variáveis PT e N dada à posição da ACN (com profundidades de 5-10, 10-15 e 15-20 cm) e AEU (5-10 e 10-15 cm), em comparação às posições de ACN (0-5 cm), AEU (0-5 e 15-20 cm) e APD (0-5 cm) que apresentaram maior proximidade da variável N (Figura 1). Esse padrão indicou que as formas de uso do solo ACN, APD e AEU favoreceram a um aumento nos valores nos teores e estoques de nitrogênio. O solo da AEU foi cultivado oito anos, onde as práticas de adubações e manejo foram adotadas sempre que necessárias e isso contribuiu para recuperar as propriedades do solo, buscando manter o equilíbrio em relação a ACN. Próximo ao agrupamento I, tem-se as formas de uso ACN, na profundidade de 0,20 até 60 cm e AEU, com 0,20 a 0,30 cm de profundidade, formando o grupo II. Essa aproximação é decorrente do variável estoque de carbono e argila nessas profundidades analisadas, o que pode estar relacionada a maior proteção química e física da MO. O grupo III verificou-se a formação das formas de uso do solo com as camadas mais profundas, abaixo de 20 cm. Neste caso, agrupou-se AEU (30-40 cm, 40-60 cm), APC e APA (profundidades de 20 até 60 cm).

Ainda na figura 1, observa-se que grupo IV formou-se com APA e APC (profundidades de 5-10, 10-15 e 15-20 cm), sendo que as profundidades mais superficiais (0-5 cm) se destacaram das demais em razão da variável areia. Já o grupo V, a densidade do solo influenciou principalmente na APD nas profundidades de 10-15 cm e 15-20 cm, enquanto que na profundidade de 5-10, o teor de areia se destaca.

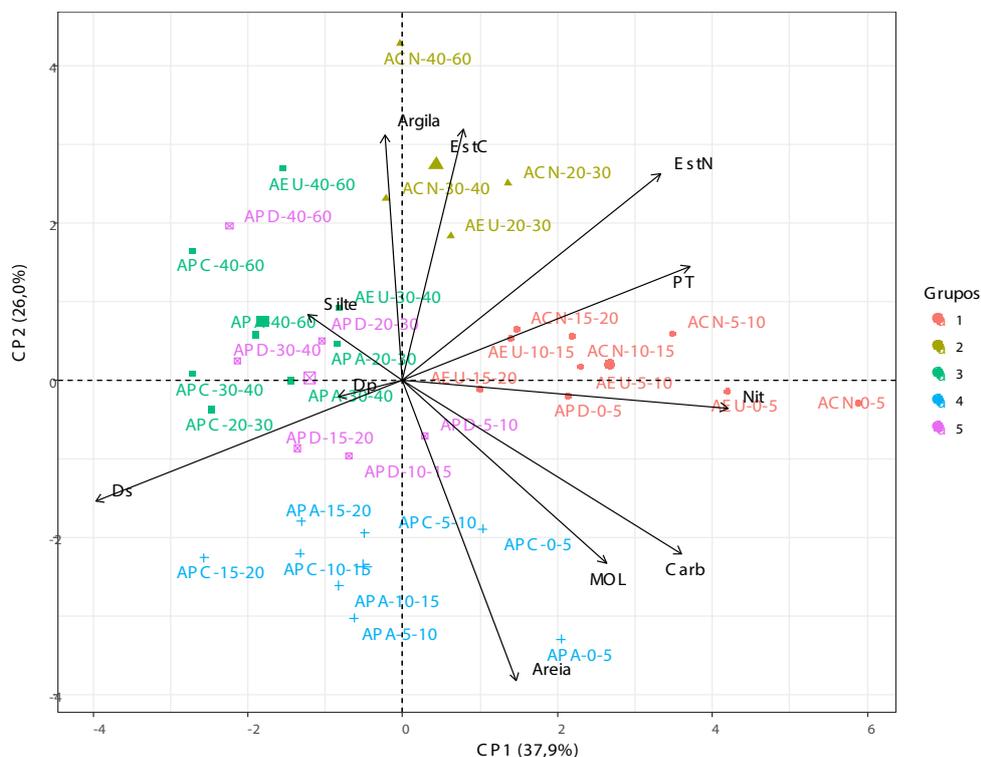


Figura 1. Dispersão das variáveis analisadas sob diferentes formas de uso do solo. MOL: matéria orgânica leve; Ds: densidade do solo; Dp: densidade de partículas; C: teor de carbono; N: teor de nitrogênio; EstC: estoque de carbono; EstN: estoque de nitrogênio; areia; silte; argila.

CONCLUSÕES

Os resultados da ACP foram distintos, tendo as variáveis MOL, teores e estoques de C e N, Ds e Pt influenciados na distinção das diferentes formas de uso do solo.

Os sistemas de manejo APD e AEU favoreceram a um aumento nos valores nos teores e estoques de nitrogênio, equiparando-se a ACN, porém nas distintas profundidades.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. **CAB International**, 1989. 171 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. MG, Universidade Federal de Viçosa, 1994, 394 p.

CARVALHO, J. L. N.; CERRI, C. E. P.; FEIGL, B. J.; PICOLLO, M. C.; GODINHO, V. P.; CERRI, C. C. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. **Soil Tillage Res.**, 103:342-349, 2009.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; SILVA, C. A.; CURTI, N.; FREITAS, D. A. F. Estoques de carbono em solos sob florestas nativas e pastagem do bioma Pantanal. **Pesq. Agropec. Bras.** 9:1028-1035, 2010.

DORTZBACH, D.; PEREIRA, M. G.; BLAINSKI, E.; GONZÁLEZ, A. P. Estoque de C e abundância natural de ^{13}C em razão da conversão de áreas de floresta e pastagem em bioma mata atlântica. **R. Bras. Si. Solo.** 39:1643-1660, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa; 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Manual de métodos e análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FRAZÃO, L. A.; SANTANA, I. K. da. S.; CAMPOS, D. V. B. de.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. C. Estoque de carbono e nitrogênio e fração leve da matéria orgânica em Neossolo Quartzarênico sob uso agrícola. **Pesq. Agropec. Bras.** 10:1198-1204, 2010.

GAZOLLA, P. R.; GUARESCHI, R. F.; PERIN, A. Estoque de carbono e atributo físico de um Latossolo Vermelho em diferentes sistemas de manejo. **Rev. Bras. Cienc. Agr.** 8:229-235, 2013.

HICKMANN C.; COSTA, L. M. da. Estoque de carbono no solo e agregados em Argissolo sob diferentes manejos de longa duração. **Agriambi**, 10:1055-1061, 2012.

LIMA, A. M. N.; SILVA, I. R. da.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. de.; BARROS, N. F.; SÁ MENDONÇA, E.; DEMOLINARI, N. S. M.; LEITE, F. P. Frações de matéria orgânica do solo após três décadas de cultivo de eucalipto no Vale do Rio Doce, MG. **R. Bras. Ci. Solo**. 32:1053-1063, 2008.

WINK, C.; REINERT, D. J. TORNQUIST, C. G. SILVA, I. R. Dinâmica do carbono e nitrogênio em plantações de eucalipto no Rio Grande do Sul. **R. Bras. Ci. Solo**. 39:1623-1632, 2015.

IMPACTO NO DESENVOLVIMENTO RURAL: O CASO DO MELÃO NO PROJETO LAGO DE SOBRADINHO

José Maria Pinto

Embrapa Semiarido
Petrolina, PE

Jony Eishi Yury

Embrapa Semiarido
Petrolina, PE

Nivaldo Duarte Costa

Embrapa Semiarido
Petrolina, PE

Rebert Coelho Correia

Embrapa Semiarido
Petrolina, PE

Marcelo Calgaro

Embrapa Semiarido
Petrolina, PE

RESUMO: Com o objetivo de implantar e recomendar um sistema de produção de melão sustentável, irrigado por gotejamento, na região do Lago de Sobradinho, BA, com a finalidade de evitar a contaminação das águas do lago de Sobradinho e do lençol freático por produtos químicos, foram realizados estudos pela Embrapa em parceria com a Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Chesf), para avaliar os efeitos da substituição do sistema de irrigação por sulco pelo sistema de irrigação por gotejamento na cultura do melão. Utilizou-se a cultura do melão, cultivar Gladial e o sistema de irrigação foi por gotejamento, com uso de

fita gotejadora, emissor espaçado de 0,3 m entre si e vazão de 1 L.h⁻¹. O Espaçamento entre fileira foi de 2 metros e entre plantas na fileira foi 0,30m. A irrigação por gotejamento permite aos produtores adotar tecnologias para aplicação e manejo de água e fertilizantes. As produtividades obtidas nas áreas trabalhadas pelo projeto, que ficaram entre 36 e 45 t ha⁻¹, mostra que há possibilidade de aumento da produtividade do melão com o emprego de tecnologias. Contabilizou-se redução de insumos da ordem de 59 % para o nitrogênio, 67% para o fósforo, 66% para o potássio, 40 % no consumo de água e 55,84 % de sais via fertilizantes. Aplicando-se menor quantidade de água, evita-se a contaminação dos mananciais e há redução no risco de salinização. de solo.

PALAVRAS-CHAVE: *Cucumis melo*. gotejamento, manejo de irrigação, fertirrigação.

ABSTRACT: The aim was to implant and recommend a sustainable drip irrigated melon production system in the Lake Sobradinho region of Bahia, Brazil, in order to avoid the contamination of the Sobradinho Lake and the groundwater by chemical products. Embrapa in partnership with the São Francisco Hydroelectric Company (Chesf) conducted studies, to evaluate the effects of the substitution of the irrigation system by furrow by the drip irrigation system in the melon crop. The melon Gladial cultivar was

used and the irrigation system was drip irrigation, using drip hose, spaced emitter 0.3 meters apart and flow rate of 1 L.h⁻¹. The row spacing was two meters and between plants in the row was 0.30m. Drip irrigation allows producers to adopt technologies for application and management of water and fertilizers. The productivity obtained in the areas worked by the project, between 36 and 45 t ha⁻¹, shows that there is a possibility of increasing melon productivity with the use of technologies. Reduction of inputs of the order of 59% for nitrogen, 67% for phosphorus, 66% for potassium, 40% in water consumption and 55.84% in salts applied through fertilizers were recorded. Applying less water, the contamination of the springs is avoided and there is a reduction in the risk of soil salinization.

KEYWORDS: Cucumis melo. drip irrigation, irrigation management, fertigation.

1 | INTRODUÇÃO

A necessidade de produzir alimentos saudáveis no entorno do lago de Sobradinho, com preservação dos recursos naturais, solo e água, levou a Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Chesf) a firmar uma parceria com a Embrapa, para a execução de um projeto contemplando, tanto a agricultura irrigada quanto a agricultura de sequeiro, com a finalidade de orientar os produtores dos municípios da margem do lago de Sobradinho a adotar tecnologias específicas a cada tipo de atividade agropecuária (CORREIA, 2009).

Um dos objetivos desse projeto foi implantar e recomendar um sistema de produção de melão sustentável, com o uso da irrigação localizada por gotejamento, na região do Lago de Sobradinho, onde, tradicionalmente o cultivo, realizado em sulcos de infiltração, proporciona graves danos ambientais, como contaminação das águas do lago de Sobradinho e do lençol freático por produtos químicos.

O desperdício de água verificado pelos sistemas de irrigação por sulco em comparação com a irrigação por gotejamento, além de aumentar os custos de produção, acarreta custos ambientais pelo comprometimento da disponibilidade de água, lixiviação de nutrientes e risco de salinização de solos. Esta situação tem levado vários projetos de irrigação, em todo o mundo, a uma condição de baixa sustentabilidade econômica e socioambiental (CHRISTOFIDIS, 2003).

O método de irrigação por gotejamento, por apresentar maior eficiência e menor consumo de água e energia, esse método vem se apresentando como o mais recomendado, principalmente, em regiões onde o insumo água é limitado. Esse sistema adapta-se bem às condições de solos, tanto de textura arenosa quanto argilosa, podendo ser utilizado no cultivo de melão (PINTO, et al., 2015).

O melão (*Cucumis melo L.*) é uma das espécies oleráceas de maior expressão econômica e social para a região Nordeste do Brasil. Destacaram-se como maiores produtores os estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Pernambuco, que contribuíram com 93,3% da produção nacional. Em Pernambuco e na Bahia a produção

concentra-se no Vale do Submédio São Francisco (IBGE,2018).

A substituição do sistema de irrigação por sulco pela irrigação localizada possibilita o uso da fertirrigação, técnica esta que vem sendo praticada com frequência em diversas culturas, principalmente nas regiões e polos agrícolas mais desenvolvidos, proporcionando aumento de produtividade e, conseqüentemente, obtenção de maior lucro pelos produtores. Em países cujo patamar de produtividade é elevado, a fertirrigação também tem sido recomendada, pois promove o aumento da eficiência de aproveitamento de nutrientes, com diminuição da contaminação dos mananciais (MANTOVANI et al., 2006).

A área dos municípios do Lago de Sobradinho, localizada no norte do Estado da Bahia, totaliza aproximadamente 40.000 km². Embora situada às margens de um lago, em épocas com deficiência de precipitações pluviométricas, a escassez de água se constitui num dos fatores limitantes para a produção agrícola e, conseqüentemente, o seu uso deve ser racional, de modo a permitir as atividades agrícolas e outras, como a criação de animais e a produção de energia elétrica, finalidades inerentes da barragem de Sobradinho (CORREIA, 2009).

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da substituição do sistema de irrigação por sulco pelo sistema de irrigação por gotejamento na cultura do melão e da introdução de tecnologias para a produção agrícola, a exemplo da fertirrigação.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Irrigação por gotejamento

Para o adequado manejo da irrigação, pode-se adotar dados climáticos da região, como estações meteorológicas automáticas ou método do Tanque Classe A, que, por causa da sua praticidade e disponibilidade, é de fácil utilização; em consonância com a fase fenológica da cultura. Outra possibilidade para o manejo da irrigação pode ser baseada na medida da tensão de água no solo, por meio de sensores. Para a cultura do melão a tensão da água deve permanecer entre 20 e 30 kPa. A tensão da água no solo determina o momento de iniciar e o momento de finalizar a irrigação. Inicia-se quando a tensão da água no solo atinge 30 kPa e finaliza quando chega a 20 kPa (SHOCK SHOCK, 2012). Para calcular a lâmina de água a ser aplicada, adota-se os dados climáticos de cada região e o coeficiente de cultura, kc (PINTO, et al., 2015).

2.2 Manutenção do sistema de irrigação

O sistema de irrigação deve ser inspecionado constantemente para verificar pontos de vazamentos, mangueiras danificadas, emissores de água entupidos. Recomenda-se, no mínimo uma vez por ano, realizar a avaliação do sistema de irrigação. Existem diversas metodologias para avaliação do sistema de irrigação. Uma metodologia simples, porém, eficiente, consiste na coleta de volumes de água

em gotejadores localizados em pontos representativos em uma parcela irrigada. São necessárias coletas em 16 pontos distribuídos em quatro linhas de gotejadores, sendo: a primeira linha de gotejadores, as linhas de gotejadores localizadas a 1/3 e a 2/3 de distância da primeira linha de gotejadores, e a última linha de gotejadores. Nas quatro linhas de gotejadores selecionadas, coleta-se a vazão em quatro gotejadores: primeiro gotejador, gotejadores localizados a 1/3 e a 2/3 de distanciado primeiro gotejador e, no ultimo gotejador (MANTOVANI et al., 2006).

2.3 Fertirrigação

É o método de aplicação de fertilizantes via água de irrigação de acordo com as recomendações feitas com base nos resultados da análise do solo. A quantidade de fertilizantes é calculada em função da fase fenológica da cultura. O nitrogênio pode ser aplicado junto com o potássio, três vezes por semana, utilizando-se um injetor de fertilizantes. Recomenda iniciar a fertirrigação três dias após o transplante e estender, até 42 dias para o nitrogênio e 55 dias para o potássio. O cálcio deve ser aplicado separado do fósforo, para evitar a formação de fosfato de cálcio que precipita e obstrui os emissores de água (PINTO, et al., 2015).

Todo sistema de injeção de fertilizante requer um tanque ou reservatório para dissolução dos produtos químicos e um sistema de agitação para estes produtos. O material utilizado na confecção deste tanque deve resistir à corrosão causada pelos fertilizantes. O tamanho e o formato são funções da estratégia agrônômica da produção, tamanho da parcela a receber a fertirrigação, da capacidade de injeção e da solubilidade do fertilizante utilizado (SOUSA, et al., 2011).

3 | METODOLOGIA

Em cada propriedade inserida no Projeto Lago de Sobradinho, foi implantada uma área de um hectare com a cultura do melão irrigada por gotejamento.

Utilizou-se a cultura do melão, cultivar Gladial e o sistema de irrigação foi por gotejamento, com uso de fita gotejadora, emissor espaçado de 0,3 m entre si e vazão de 1 L.h⁻¹. O Espaçamento entre fileira foi de 2 metros e entre plantas na fileira foi 0,30m.

O projeto disponibilizou todos os insumos, entre os quais, sementes, fertilizantes, defensivos químicos, a preparação do solo e a instalação do sistema de irrigação, a análise de solo e água, a recomendação de adubação e fertirrigação, as orientações técnicas para a condução dos cultivos e o manejo da irrigação e fertirrigação. A contrapartida do produtor foi o custo com energia para o bombeamento da água para a irrigação e a mão de obra para execução das atividades. A produção ficou com o produtor e ele também se responsabilizou pela comercialização.

O procedimento de coleta de dados foi composto de duas etapas: a primeira,

no início do projeto, realizando diagnósticos dos sistemas agrícolas, com a finalidade de selecionar os produtores. Após a vigência do projeto, quantificou o aumento de produtividade, a adoção de tecnologias, o aumento de área cultivada e a avaliação pelos produtores da eficiência das tecnologias propostas.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 1 que a produtividade do melão variou de 23 a 42 t.ha⁻¹, com irrigação por gotejamento. Com irrigação por sulco, a produtividade variou de 18 a 26 t.ha⁻¹. Fatores como tipos de solos, ocorrência de pragas e doenças e condução da cultura afetaram a produtividade. Só o uso de um sistema de irrigação que apresenta maior eficiência na aplicação e distribuição de água não garante sucesso no cultivo das culturas. Treinar os usuários em manejo de água, uso de fertilizantes e tratamentos fitossanitários é necessário para o bom desempenho dos produtores.

A irrigação por gotejamento permite aos produtores, independente da dimensão da área cultivada, adotar tecnologias para aplicação e manejo de água e fertilizantes. A produtividade média de melão, de acordo com o IBGE (2018), se situou em 24,8 t.ha⁻¹, no estado da Bahia. As produtividades obtidas nas áreas trabalhadas pelo projeto, que ficaram entre 36 e 45 t ha⁻¹, mostra que há possibilidade de aumento da produtividade do melão com o emprego de tecnologias.

Prod.	Município	Área proprie- de (ha)	Área irrigada antes do projeto (ha)	Área implantada pelo projeto (ha)	Área irrigada após o projeto (ha)	Prod antes do projeto (t.ha ⁻¹)	Prod após o projeto (t.ha ⁻¹)
1	Casa Nova	45	3	1	21	26	42
2	Sento Sé	18	0	1	2	0	40
3	Sobradinho	12	0	1	2	0	23
4	Sobradinho	26	1	1	5	20	45
5	Sobradinho	16	2	1	5	23	36
6	Sobradinho	8	1	1	4	18	36

Tabela 1. Áreas cultivadas e produtividades obtidas pelos produtores de melão assistidos pelo projeto Lago de Sobradinho, antes e após a execução do projeto.

Os produtores participantes do projeto aprovaram a substituição do sistema de irrigação por sulco, pelo sistema de irrigação localizada, por gotejamento. A estes, que inicialmente foi fornecido pelo projeto o equipamento de irrigação por gotejamento para uma área de um hectare, após os resultados obtidos, por iniciativa própria, expandiram suas áreas irrigadas por gotejamento.

A melhoria na qualidade de vida dos agricultores participantes do projeto, pode ser avaliada pelo aumento da renda familiar advinda do aumento da área plantada com

melão e de sua produtividade, que proporcionou a aquisição bens (terreno, motos, tratores, pulverizadores, tubos de PVC e mangueira de gotejadores para ampliação da área irrigada) e pela realização de serviços em suas unidades produtivas (construção, reforma de cercas, reforma de casas).

Irrigação por gotejamento e fertirrigação é uma tecnologia que propicia a aplicação dos insumos no momento certo e na quantidade exata exigida em cada fase do ciclo da cultura. Os produtores citam as seguintes vantagens vivenciadas no decorrer da execução das atividades: economia de mão de obra, redução da lâmina de água aplicada, redução na quantidade de fertilizantes, facilidade para realizar as irrigações e fertirrigações (permite irrigar e fertirrigar abrindo e fechando válvulas de controle de vazão e pressão), aumento na produção, melhora na qualidade do produto colhido, conhecimentos adquiridos. Também foi citado os conhecimentos adquiridos com a irrigação por gotejamento.

A região Nordeste se destaca no uso da fertirrigação em fruticultura, uma vez que seus polos de irrigação responsáveis por expressiva produção de frutas e hortícolas fazem uso de sistemas de irrigação localizada. Trabalhos realizados pela Embrapa Semiárido, em parceria com a Chesf, nos municípios baianos de Sobradinho, Casa Nova e Sento Sé, localizados à margem do Lago de Sobradinho, demonstram que a tecnologia empregada em fruteiras pode ser extrapolada para outras culturas. Nos municípios de Pilão Arcado e Remanso não foram implantadas áreas demonstrativas com a cultura do melão. Em Pilão Arcado houve problemas de água, devido à crise hídrica ocorrida na bacia do São Francisco, fazendo com que a água do lago se distanciasse das áreas produtivas, inviabilizando o plantio. Remanso é um município que não tem tradição com culturas irrigadas, principalmente o melão. O consumo de água, por hectare, foi de 3.760 m³ no cultivo do melão irrigada por gotejamento e de 5.340 m³ na irrigação por sulco. Contabilizou-se redução de insumos da ordem de 59 % para o nitrogênio, 67% para o fósforo, 66% para o potássio, 40 % no consumo de água e 55,84 % de sais via fertilizantes.

A relação benefício/custo foi de R\$ 3,16 para cada real investido (PINTO et al., 2015).

Nos municípios de Casa Nova e Sento Sé, aonde observou-se problemas de uso exagerado de insumos, que podem afetar a qualidade da água que é consumida por moradores dessas localidades, verificou-se redução de até 67% na aplicação de produtos químicos, minimizando a possibilidade de contaminação das fontes de água.

5 | CONCLUSÕES

Aplicando-se menor quantidade de água, evita-se a contaminação dos mananciais e há redução no risco de salinização de solo. Além da redução no consumo de água, observou-se redução de até 80% na quantidade aplicada de fertilizantes.

A realização de Campos de Aprendizagem Tecnológica permite a visita de produtores, realização de dias de campos, eventos estes que difundem a tecnologia e possibilita a sua adoção por produtores não assistidos diretamente pelo projeto, favorecendo a preservação do meio ambiente.

6 | AGRADECIMENTOS

À Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Chesf) pelo apoio financeiro e parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa.

LITERATURA CITADA

CHRISTOFIDIS, D. *Água, ética, segurança alimentar e sustentabilidade ambiental*. **Bahia Análise & Dados**, v. 13, p. 371, 2003. Número especial.

CORREIA, R.C. (Coord.). Projeto Lago de Sobradinho - Ações de desenvolvimento para produtores agropecuários e pescadores do território do entorno da Barragem de Sobradinho-BA. Petrolina: Embrapa Semiárido: Chesf, 2009. p.05-16.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. Produção Agrícola Municipal. Disponível em <www.sidra.ibge.gov.br>.

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. **Irrigação**: princípios e práticas. Viçosa: UFV, 2006. 318p.

PINTO, J. M.; COSTA, N. D.; YURI, J. E.; CALGARO, M.; CORREIA, R. C. Manejo de água e nutrientes na cultura do melão sob irrigação por gotejamento. In: Congresso Nacional De Irrigação E Drenagem, 25., 2015, São Cristóvão Agricultura irrigada no Semiárido brasileiro: anais. ABID: Universidade Federal de Sergipe, 2015. p. 287-291. 1 CD-ROM.

SHOCK, C. C; SHOCK, C. B. Research, extension, and good farming practices improve water quality and productivity. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 11, n. 1 p. 14-30, 2012.

SOUSA, V. F., PINTO, J. M., MAROUELLI, W. A., COELHO, E. F., MEDEIROS, J. F., SANTOS, J. F. Irrigação e fertirrigação na cultura do melão In: Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças. 1 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011, p. 659-687).

INDICADORES BIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO PA

Maria Lucilene de Oliveira Gonçalves

Universidade Federal Rural da Amazônia

Capitão Poço – Pará

Júlia Karoline Rodrigues das Mercês

Universidade Federal Rural da Amazônia

Capitão Poço – Pará

Wesley Nogueira Coutinho

Universidade Federal Rural da Amazônia

Capitão Poço – Pará

Amanda Catarine Ribeiro Da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia

Capitão Poço – Pará

Jackeline Araújo Mota Siqueira

Universidade Federal Rural da Amazônia

Capitão Poço – Pará

Carina Melo da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia

Belém – Pará

Alberto Cruz da Silva Júnior

Universidade Federal Rural da Amazônia

Capitão Poço – Pará

Cássio Rafael Costa dos Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia

Capitão Poço – Pará

Carolina Melo da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia

Capitão Poço – Pará

a principal responsável pelo processo de degradação do solo e conseqüentemente vem provocando perdas da capacidade produtiva do mesmo. Mediante essa situação, têm-se buscado novas práticas que minimizem os prejuízos causados ao solo pela agricultura. Essas práticas visam melhorar a qualidade físico-química do solo como sistema de pousio, sistemas agroflorestais, utilização de gramíneas como cobertura do solo, etc. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade do solo através da biomassa radicular, estoque de carbono, macrofauna edáfica e diagnóstico rápido da estrutura do solo (DRES), em latossolo amarelo em diferentes tipos de sistemas (pastagem, capoeira e sistema agroflorestal). O trabalho foi realizado na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), no município de Capitão Poço - PA. Para a determinação da biomassa radicular e estoque de carbono foram coletados sete amostras de solo na profundidade de 0-10 cm por sistema, para macrofauna foram coletadas cinco amostras por meio de monólitos nas dimensões de 25cm x 25cm e profundidade de 30 cm por sistema e para o diagnóstico rápido da estrutura do solo foram obtidas três amostras por sistema, totalizando nove amostras indeformadas O sistema que apresentou a maior quantidade de biomassa e carbono radicular foi à capoeira, já para a macrofauna o maior número de indivíduos foi

RESUMO: A atividade agrícola tem sido

encontrado no SAF's na profundidade de 10-20 cm. Para o DRES, os sistemas de capoeira e sistema agroflorestal apresentaram qualidade da estrutura do solo regular de acordo com a tabela de interpretações.

PALAVRAS-CHAVE: Atividade agrícola, característica do solo, sustentabilidade.

ABSTRACT: The agricultural activity has been the main responsible for the process of soil degradation, and consequently caused losses of the productive capacity of the same. Upon this situation, we have sought new practices that minimize the damage caused to the soil for agriculture, these practices are aimed at improving the physico-chemical quality of the soil. There are several methods used to identify the quality of soil as: root biomass, carbon, soil macrofauna and quick diagnosis of soil structure, considering the above, the objective of this work was to evaluate the quality of the soil through the root biomass, carbon stocks, edaphic macrofauna and rapid diagnosis of soil structure, in Yellow Latosol under different types of systems (pasture, capoeira and agroforestry system). The work was carried out at the premises of the Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), in the municipality of Capitão Poço PA. For the determination of the root biomass were performed collection of soil at a depth of 0-10 cm, per system, for macrofauna, five samples were collected by monoliths measuring 25 cm x 25 cm and depth of 30 cm per system and. To the rapid diagnosis of the soil structure, three samples per system were obtained, totaling nine undisturbed samples. The system that presented the highest amount of biomass and root carbon was to capoeira, whereas for the macrofauna the largest number of individuals was found in the SAFs at depth of 10-20 cm. For rapid diagnosis of the soil structure, the capoeira and agroforestry systems presented quality of the regular soil structure according to the table of interpretations.

KEYWORDS: Agricultural activity, soil characteristics, sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

A atividade agrícola tem sido a principal causadora das mudanças ambientais, pois o constante desmatamento de florestas para a implantação da agropecuária, juntamente com a utilização das máquinas agrícolas têm proporcionado ao solo perda da sua qualidade físico-química (DE DEUS; BAKONYI, 2012).

Dada a constante utilização do solo pela agricultura e os problemas relacionados a perda da capacidade produtiva do mesmo, torna-se de fundamental importância a utilização de técnicas sustentáveis que minimizem o danos causados pela atividade agrícola, principalmente quando se trata dos solos amazônicos, visto que, são solos por natureza deficientes, possuem fertilidade natural baixa, baixo teor de fósforo, altos níveis de acidez e toxicidade de alumínio e baixos níveis de capacidade de troca de cátions (LUIZÃO et al, 2009).

A atividade agrícola em conjunto com o manejo inadequado do solo tem causado prejuízos alarmantes ao mesmo, provocando mudanças físico-químicas no solo. À

medida que se intensifica a atividade agropecuária, mais problemas relacionados à perda da qualidade do solo são encontrados.

Para sanar esses problemas, nas últimas décadas foram criados programas voltados para a sustentabilidade e conservação do solo. Como exemplo dessa busca pode-se destacar os serviços ambientais que têm como foco principal manter a capacidade produtiva do solo através da conservação do mesmo.

Vários fatores podem ser utilizados para determinar a qualidade de um solo como determinação de biomassa radicular, macrofauna edáfica, diagnóstico rápido da estrutura do solo (DRES) entre outros. Esses são testes que estão relacionados à qualidade física do solo, e por sua vez, exercem grande importância para manutenção da fertilidade do mesmo. Outro fator determinante para o equilíbrio e potencialidade do ecossistema é o estoque de carbono radicular, pois é fundamental para a fertilidade e manutenção das características estruturais edáficas.

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade do solo através da biomassa radicular, estoque de carbono, macrofauna edáfica e diagnóstico rápido da estrutura do solo (DRES) em latossolo amarelo em diferentes tipos de sistemas (pastagem, capoeira e sistema agroflorestal).

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O sistema de utilização do solo através da atividade agrícola têm sido uns dos principais causadores de impactos ao solo, afetando a potencialidade de cultivo do mesmo. O uso intensivo dessa prática provoca mudanças na estrutura e textura do solo (OHLAND et al., 2015).

As constantes alterações relacionadas aos fatores físico-químicos e biológicos do solo afetam a arquitetura das raízes, influenciando na forma e na disposição das mesmas no solo. Dentre as diversas funções que as raízes possuem destacam-se a de sustentação da planta, manutenção de reservas, resistência a estresses, absorção e transporte de água e nutrientes (OHASHI, 2014).

O plantio de culturas que possuem sistema radicular abundante ajuda à formação e estabilidade dos macroagregados. Solos que apresentam essa característica são mais resistentes à compactação e à erosão, além de possuir boa capacidade de infiltração de água e aeração. E ainda, as raízes permitem a liberação de exsudados que aumentam a atividade biológica, funcionando como agregador de partículas edáficas (SALTON, 2014).

Os problemas causados ao solo pela utilização inadequada da terra para fins agrícolas acarretaram em prejuízos alarmantes tanto para a capacidade produtiva do solo quanto para todo o meio ambiente. A fim de minimizar os danos causados pela agricultura, foram criadas políticas que visam a produção agrícola de forma sustentável como é o caso dos sistemas agroflorestais (SAF`s) (ROCHA et al., 2014).

Os sistemas agroflorestais é o conjunto de plantas arbóreas ou perenes em associação com cultivo agrícola e/ou pecuária de forma simultânea. Esses sistemas possuem importância econômica e ambiental, pois além de contribuir significativamente para o aumento da produção, propiciam melhorias para a qualidade do solo (MACHADO FILHO; SILVA, 2012).

Por possuírem raízes abundantes permitem maior aeração do solo, ciclagem de nutrientes decorrentes da decomposição da matéria orgânica, favorece tanto o habitat natural das espécies como a macrofauna, fornecem serviços ecossistêmico, e por sua vez, permitem maior absorção de nutrientes (MARTINS; RANIERI, 2014).

A utilização do sistema de pousio tem sido uma forma de minimizar os danos ao meio ambiente. A vegetação secundária é composta por planta arbóreo-arbustiva que crescem naturalmente, após um processo de derrubada, que elimina mais de 90% da vegetação natural (PEREIRA; VIEIRA, 2001).

O sistema de capoeira é de grande relevância para o ecossistema, pois proporciona maior ciclagem de nutrientes, acumula nutrientes ao solo, possui maior aeração, acúmulo de matéria orgânica, etc. (KATO et al., 2004).

A utilização de culturas que contribuem para a melhoria da qualidade do solo tem sido bastante visada, visto que, além de exercer importância econômica, estabelece função de recuperação do solo. Como exemplo pode-se destacar a família Poaceae, que propicia aumento da matéria orgânica em profundidade, constantemente seu sistema radicular se renova, e os microrganismos decompõem as raízes promovendo a liberação dos nutrientes, alterando os compostos orgânicos, pois melhora a estrutura do solo, aumenta a eficiência dos fertilizantes fosfatados e a nutrição das plantas em geral (SALTON; TOMAZI, 2014).

As florestas têm proporcionado vários serviços ambientais, entre eles destacam-se sombreamento, manutenção da temperatura, proteção da micro e macrofauna, participação no ciclo da água e do carbono. Nesse sentido, as maiores concentrações de CO₂ na atmosfera são decorrentes da derrubada de floresta, a fim de minimizar as emissões de gases de efeito estufa (GEE), têm-se optado por cultivar plantas que promovam o aumento do estoque de carbono no solo (CIDIN, 2016).

O carbono é o principal responsável pelo componente da matéria orgânica e suas oscilações tem sido responsável pela determinação da qualidade do solo por influenciar nas propriedades que determinam a fertilidade do solo, além de permitir o maior ou menor fluxo de CO₂ (CIDIN, 2016).

Existem vários métodos que são utilizados para estimar o estoque de carbono orgânico que utilizam desde a análise destrutiva (método direto), análise não destrutiva (método indireto) e processamento digitais de imagens. Entretanto, alguns desses métodos são onerosos, sendo mais prático utilizar um fator de correção para estimar o estoque de carbono. Esse fator de correção baseia-se na premissa de que 50% da biomassa é constituída de carbono, utilizando para esse fim um fator de conversão de 0,50 (GATTO et al., 2011).

Além do carbono orgânico, existem os componentes relevantes para manter a capacidade produtiva do solo. Os elementos bióticos que formam o solo são microfauna, macrofauna, raízes, cada um desses componentes exercem importância significativa para qualidade do solo (LOURENTE et al., 2007).

Dentre o conjunto de seres bióticos que compõem o solo destaca-se a macrofauna, que é responsável pelo desenvolvimento da fertilidade do solo, através de modificações ambientais decorrentes da mobilização dos restos vegetais depositados na superfície do solo, mobilização das partículas do solo, participação no ciclo bioquímico e contribuição para melhorar a estrutura do solo (LOURENTE et al., 2007).

O aumento de espécies da macrofauna presente no solo está relacionado com o manejo adequado do solo, favorecendo a reprodução permitindo maior diversidade e uniformidade. A diversificação na macrofauna está relacionada com a riqueza (número de grupos) e homogeneidade (disposição do número de indivíduos entre grupos) (DIAS et al., 2006).

Para que o solo desempenhe sua capacidade produtiva é necessário que esteja bem estruturado, ou seja, que suas partículas estejam bem arranjadas, pois é a estrutura do solo que determina o maior ou menor desempenho da terra para o cultivo, permite a permeabilidade da água, propicia maior resistência à erosão, e ajuda no desenvolvimento radicular (BERTONI, LOMBARDI, 2017).

A estrutura do solo pode ser modificada de acordo com as práticas de manejo e uso do solo, como, drenagem, teor de matéria orgânica, rotação de cultura e trabalho mecânico (BERTONI; LOMBARDI, 2017). A compactação do solo tem sido a principal responsável pela perda da qualidade física do solo, esse processo causa redução da porosidade total, da infiltração e armazenamento de água, aumentando a densidade causando resistência à penetração radicular (MAZURANA et al., 2013).

Um dos fatores que deve ser levado em consideração para avaliar a qualidade do solo são os agregados. Para que um solo contenha agregados é necessário que os coloides estejam floculados, para que possam juntar-se às partículas de silte e areia. Deste modo, os agregados são formados de vários tamanhos, nitidez e forma, essas características são decorrentes da atividade biológica, da qualidade e quantidade de agentes cimentantes e das condições meteorológicas do tipo e qualidade dos coloides (LEPSCH, 2011).

Dentre os métodos utilizados para avaliar a qualidade estrutural edáfica tem-se o diagnóstico rápido da estrutura do solo (DRES), que é um procedimento que analisa de forma visual a estrutura do solo, nos primeiros 25 cm de profundidade (RALISCH et al., 2017). Essa forma de análise é mais prática e ágil, podendo ser realizada diretamente no campo (GIAROLA et al., 2009).

As ponderações são de acordo com a presença ou não de características de compactação, tamanho e forma dos agregados, protuberância das faces de ruptura, forma e orientação das rachaduras, resistência à ruptura, evidência de atividade biológica e disposição das raízes, Após a análise são atribuídas pontuação que variam

de 1 a 6, em que pontuação 6 remete à indicativo de que o solo possui boa condição estrutural, e 1 implica dizer que esse solo está totalmente degradado (RALISCH et al., 2017).

3 | METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na Universidade Federal Rural da Amazônia *campus* Capitão Poço - PA, localizado no nordeste paraense, apresentando área com cerca de 2.900 km² e aproximadamente 52.800 habitantes, seguindo as coordenadas geográficas de 01°44'47"S e 47°03'57"W (ALVES et al., 2015). O solo dessa região é classificado com latossolo amarelo de textura areno-argilosa (BORRAJO et al., 2015) e o clima se enquadra no tipo climático Ami, segundo classificação de Koppen. As coletas e análises foram feitas no período de fevereiro a julho de 2018 e realizadas em três sistemas de uso do solo: capoeira, sistema agroflorestal e pastagem.

Para as análises de biomassa radicular foram coletadas sete amostras na profundidade 0-10 cm utilizando trado tipo Uhland com um cilindro de 309,2505 cm³. O solo foi depositado na peneira de malha 2 mm em pequenas porções e conforme ia sendo lavado, retirava-se o solo com o auxílio de uma espátula, permanecendo sobre a peneira apenas as raízes. Em seguida, as raízes foram identificadas e levadas à estufa com temperatura de 65 °C até atingir peso constante e posteriormente, pesadas em uma balança com duas casas decimais e os resultados foram transformadas para a unidade kg / ha.

Para a determinação do carbono orgânico foi usado o fator de conversão 0,5 para encontrar o estoque de carbono nas raízes por meio da biomassa seca da amostras de raiz, pois essa parte da planta tem como padrão geral 50% de carbono (SILVA, 2015).

Para macrofauna foram coletadas cinco amostras de cada sistema, por meio de monólitos nas dimensões de 25cm x 25cm e profundidade de 30 cm, que é dividida em 3 níveis: 0-10, 10-20 e 20-30 cm. Foi utilizada a metodologia mais usual para análise de macrofauna, do programa de biologia e fertilidade dos solos tropicais (TSBF), UNESCO (ANDERSON; INGRAM, 1993).

A triagem consiste no destorroamento das amostras e retirada manual dos animais encontrados, que foram transferidos para frascos com álcool 70%. Depois de separados os insetos foram lavados e secados em papel toalha e após o processo, pesados em balança com duas casas decimais. Os organismos foram identificados com utilização de lupas e realizou-se a contagem transferindo os valores para a ficha de avaliação proposta pelos autores Anderson e Ingram (1993).

Para o diagnóstico rápido da estrutura do solo foram obtidas três amostras por sistema, totalizando nove amostras indeformadas. Para realização desse processo, foi necessário à abertura de minitrincheiras com dimensão de 40 cm de comprimento, 30 cm de largura e 30 cm de profundidade. O bloco de solo foi tirado com uma pá de

corte reta na parede com maior comprimento e o bloco possui dimensão de 10 cm de espessura, 20 cm de largura e 25 cm de profundidade, conforme proposto por Teixeira et al. (2017).

Atribuiu-se uma pontuação para qualificar o solo de cada área observada, as notas variaram de 1 a 6, em que 6 qualifica o solo com melhor característica estrutural e 1 configura um solo integralmente degradado. A partir dessas notas, fez-se o cálculo de qualidade estrutural para se obter as condições do solo.

Para realização das análises estatísticas os dados foram submetidos no Software Excel e importados para o Software AgroEstat, e para atender os pressupostos, os dados foram submetidos ao modelo Box-Cox.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o Gráfico 1, o sistema que apresentou maior quantidade de raízes finas foi o de capoeira, seguido pela pastagem, e por fim o sistema agroflorestal.

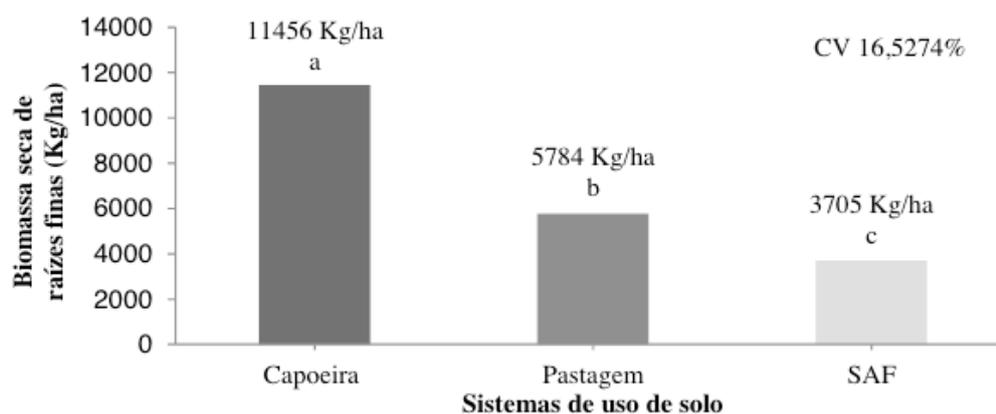


Gráfico 1. Biomassa seca de raízes finas em Kg/ha na profundidade de 0-10 cm. UFRA, Capitão Poço - PA.

Letras diferentes apresentam diferença significativa no teste Tukey a 5% de probabilidade

O sistema de capoeira pode ter se destacado devido a diversidade de espécies presentes, já o sistema representado pelas gramíneas apresentou esse resultado devido favorecer o aumento da matéria orgânica, favorecendo com isso o desenvolvimento radicular. O SAF pode ter apresentado esse resultado mediante o número reduzido de espécies presentes no sistema.

É importante ressaltar que o valor encontrado na capoeira se equivale ao encontrado por Nogueira (2013), no trabalho realizado com biomassa radicular em sistema de sucessão médio, encontrou-se 10.172 Kg/ha.

Conforme o Gráfico 2, a maior quantidade de estoque de carbono radicular foi encontrada no sistema de capoeira.

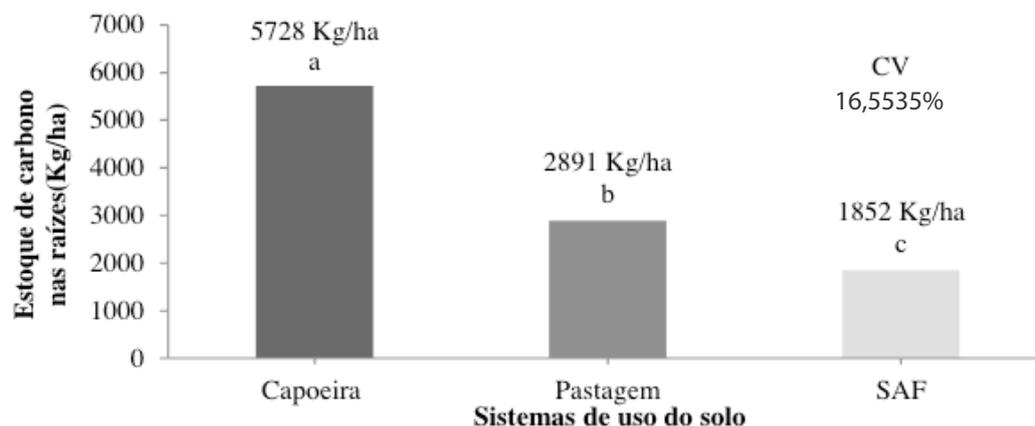


Gráfico 2. Carbono orgânico nas raízes em Kg/ha na profundidade de 0-10 cm. UFRA, Capitão Poço/PA. Letras diferentes apresentam diferença significativa no teste Tukey a 5% de probabilidade.

Esse resultado foi decorrente da maior quantidade de raízes encontradas nesse sistema, visto que, segundo Silva (2015) 50% da biomassa seca é composta por carbono, conseqüentemente, para essas condições de cultivo, quando comparado à esses sistemas a capoeira sempre apresentará valor elevado.

De acordo com o exposto no Gráfico 3, dentre as classes analisadas nos diferentes sistemas, a classe que possuiu a maior quantidade de indivíduos foram os da classe Oligoqueta.

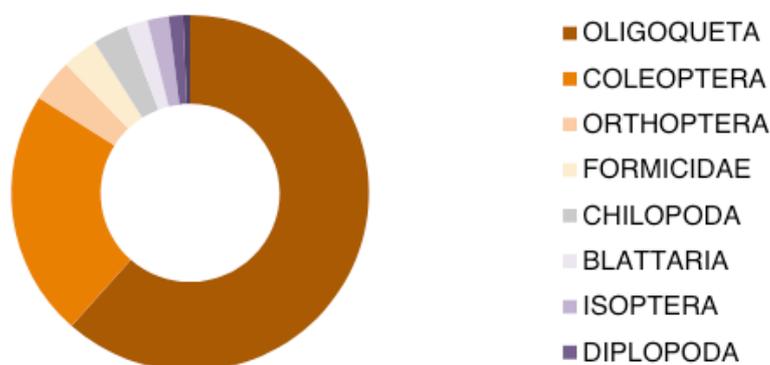


Gráfico 3. Distribuição dos indivíduos analisados por classes taxonômicas.

Esse resultado pode ser explicado devido a capacidade que as minhocas têm em participar das diversas atividades essenciais para a fertilidade e qualidade do solo nos diversos ecossistemas (SANTOS et al, 2016).

Conforme o Gráfico 4, o sistema que proporcionou o maior número de indivíduos foi o SAF, sendo que, essa quantidade foi mais bem representada na profundidade de 10-20 cm.

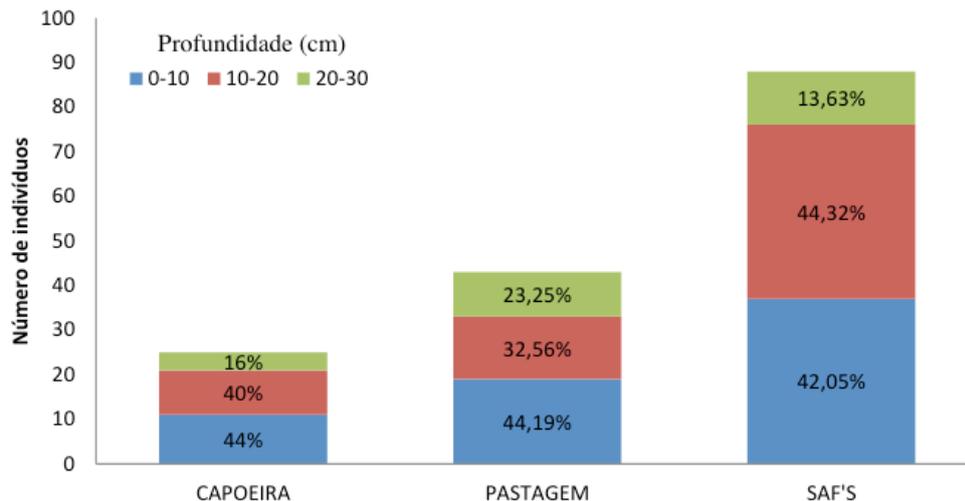


Gráfico 4. Número de indivíduos por sistema e profundidade.

O resultado encontrado foi devido o SAF oferecer melhores condições para a manutenção da macrofauna no solo. Segundo Bartz & Brown (2017), os sistemas agroflorestais proporcionam a esses indivíduos condições satisfatórias de fluxo e manutenção dos mesmos no solo. De acordo com Steffen et al. (2013), a maior quantidade de indivíduos presentes no solo está nas primeiras camadas do perfil do solo.

O diagnóstico rápido da estrutura do solo obedeceu a metodologia abordada por Ralisch et al. (2017), a qual segue uma chave de classificação para atribuição das notas para cada camada de solo, as notas variaram de 1 a 6, em que 6 qualifica o solo com melhor característica estrutural e 1 configura um solo integralmente degradado. Com a aquisição das notas, fez-se o cálculo de qualidade estrutural para se obter as condições do solo, através das seguintes equações:

$$IQEA = \frac{(E_{c1} \times Qe_{c1}) + (E_{c2} \times Qe_{c2}) + (E_{c3} \times Qe_{c3})}{E_{total}} \quad IQES = \frac{IQEA_1 + IQEA_2 + \dots + IQEA_n}{n}$$

Onde:

IQEA= índice de qualidade estrutural do solo da amostra;

Ec= espessura de cada camada, em cm (o número de camadas pode variar de 1 a 3);

Qec= nota de qualidade estrutural atribuída a cada camada;

Etotal= espessura/profundidade total da amostra (25 cm);

IQES= índice de qualidade estrutural do solo na gleba avaliada;

n= número total de amostras;

IQEA= nota de qualidade estrutural atribuída às amostras, de 1 até a n.

De acordo com as equações acima, a área de pastagem obteve resultado de índice de qualidade estrutural do solo (IQES) de 2,64 caracterizando-a como ruim,

conforme as notas atribuídas pela chave de classificação. Isto ser explicado pela frequente utilização de máquinas agrícolas na área, mudando a estrutura do solo, propiciando desagregação e compactação do mesmo. O sistema de capoeira e SAF obtiveram índice de qualidade estrutural regular, de 3,66 e 3,38, respectivamente. Ambas, atingiram este resultado mediante o processo de regeneração à que estão submetidas, o primeiro pelo fato de estar em pousio, permitindo a recuperação edáficas até atingir o clímax e o segundo devido a implantação da silvicultura, visto que, possibilita uma melhor aeração do solo, assim como, a maior atividade da microbiota deste. A classificação do solo em ruim e regular foi realizada de acordo com a tabela de interpretações e recomendações da literatura citada por Ralisch et al. (2017).

5 | CONCLUSÕES

Para a determinação da biomassa radicular e estoque de carbono, o sistema que apresentou maior resultado foi o de capoeira. Resultado decorrente dos componentes florísticos presentes no sistema.

Dentre os sistemas analisados para identificação da macrofauna edáfica, o sistema que apresentou a maior quantidade de indivíduos foi o sistema agroflorestal com profundidade de 10-20 cm. E os indivíduos encontrados pertencem à classe Oligoqueta.

Os sistemas capoeira e SAF apresentaram melhores condições estruturais do solo, fato que se deve a forma como ambos estão sendo utilizados, visto que tanto o SAF quanto a capoeira são práticas conservacionistas.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. D. N. A.; MOTA, F. F. A.; FERRAZ, Y. T.; JESUS, R. T. L.; OKUMURA, R. S. **Evolução da produtividade de laranja e pimenta-do-reino no período de 2000- 2012 no município de Capitão Poço, PA.** Enciclopédia Biosfera, v. 11, n. 21, p. 1068-1077, 2015.

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J.S.I. **Soil fauna.** In: Tropical soil biological and fertility: a handbook of methods. 2. ed. Wallingford: C.A.B. International, 1993. P. 44-46.

BARTZ, M.L.C.; BROWN, G.G. **Anais**, 5º Encontro latino americano de ecologia e taxonomia de oligoquetas, Curitiba, 8 e 9 de junho de 2015. [recurso eletrônico] /editores técnicos: – 2. ed. - Colombo : Embrapa Florestas, 2017.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo.** São Paulo: Ícone, 2017. - 10º edição. 392p.

BORRAJO, F.D.; MOREIRA, W.K.O.; CARDOSO, G.G.; RIBEIRO, R.A.R.; ALMEIDA, G.M.; SILVA, R.T.L. **Efeitos do Preparo do Solo e Profundidade de Plantio no Desenvolvimento da Cultura do Milho (*Zea mays* L.) em Capitão Poço, Pará.** Natal-RN, 2015.

CIDIN, A. C. M. **Estoque de carbono em solos brasileiros e potencial de contribuição para mitigação de emissões de gases de efeito estufa.** 2016.

- DE DEUS, R.M; BAKONYI, S.M.C. **O impacto da agricultura sobre o meio ambiente.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 7, n. 7, p. 1306-1315, 2012.
- DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; CORREIA, M. E. F.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; RODRIGUES, K.M.; FRANCO, A. A. Árvores fixadoras de nitrogênio e macrofauna do solo em pastagem de híbrido de Digitaria. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 6, p. 1015-1021, 2006.
- DIONÍSIO, J.A.; PIMENTEL, I.C.; SIGNO, D.; PAULA, A.M.; MACEDA, A.; MATTANA, A.L. **Guia prático de biologia do solo.** Curitiba : SBCS/NEPAR, 2016.152 p. : il. ; 24 cm.
- GATTO, A.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; SILVA, I.R.; LEITE, H.G.; VILLANI, E. M. A. **Estoque de carbono na biomassa de plantações de eucalipto na região centro-leste do estado de Minas Gerais.** Revista Árvore, v. 35, n. 4, 2011.
- GIAROLA, N.F.B.; TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; BALL, B. **Método de avaliação visual da qualidade da estrutura aplicado a Latossolo Vermelho Distroférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo.** Ciência Rural, v. 39, n. 8, p. 2531-2534, 2009.
- KATO, O.; KATO, M.S.; SÁ, T.A.; FIGUEIREDO, R. **Plantio direto na capoeira.** Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2004.
- LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia.** 1. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- LOURENTE, P.E. R.; SILVA, R.F.; SILVA, D.A.; MARCHETTI, M.E.; MERCANTE, F.M. **Macrofauna edáfica e sua interação com atributos químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo.** Acta Scientiarum. Agronomy, v. 29, n. 1, 2007.
- LUIZÃO, F.J; FEARNSSIDE, P.M; CERRI, C.E; LEHMANN, J. A. **Manutenção da Fertilidade do Solo em Sistemas Manejados na Amazônia.** Amazonia and Global Change. Geophysical Monograph Series, v. 186, p. 311-336, 2009.
- MACHADO FILHO, G.C.; SILVA, F.R. **Benefícios sociais, econômicos e ambientais dos sistemas agroflorestais (SAFs) em pequenas propriedades rurais.** Inclusão Social, v. 6, n. 1, 2012.
- MARTINS, T.P.; RANIERI, V.E.L. **Sistemas agroflorestais como alternativa para as reservas legais.** Ambiente & Sociedade, v. 17, n. 3, 2014.
- MAZURANA, M.; FINK, J. R.; SILVEIRA, V.H.D.; LEVIEN, R; ZULPO, L; BREZOLIN, D.; BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo.**- São Paulo: Ícone, 2017. -10ª edição. 392p.
- NOGUEIRA, M.O.G. **Estoque de carbono na biomassa radicular e no solo em ecossistema florestal em processo de recuperação.** 2013. 143 f. Dissertação (mestrado)- Universidade Federal Rural de Lavras, Lavras.
- OHASHI, A.Y.P. **Crescimento e distribuição do sistema radicular de cultivares de cana-de-açúcar fertirrigadas por gotejamento subsuperficial.** Dissertação (Mestrado) em Agricultura Tropical e Subtropical – Instituto Agronômico. Campinas. 54 f., 2014.
- OHLAND, T.; LANA, M.C.; FRANDOLOSO, J.F.; RAMPIM, L.; BERGMANN, J.R.; CABREIRA, D.T. **Influência da densidade do solo no desenvolvimento inicial do pinhão-manso cultivado em Latossolo Vermelho eutroférrico.** Ceres, v. 61, n. 5, 2015.
- PEREIRA, C.A.; VIEIRA, I. C.G. **A importância das florestas secundárias e os impactos de sua substituição por plantios mecanizados de grãos na Amazônia.** Interciência, v. 26, n. 8, p. 337-341, 2001.

RALISCH, R.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; TOMAZI, M.; HERMANI, L.C.; MELO, A.S.; SANTI, A.; MARTRINS, A.L.S.; BONA, F.D. **Diagnóstico rápido da estrutura do solo-DRES**. Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E), 2017.

ROCHA, G.P.; FERNANDES, L.A.; CABACINHA, C.D.; LOPES, I.D.P.; RIBEIRO, J.M.; FRAZÃO, L.A.; SAMPAIO, R. A. ROCHA, Germana Platão et al. **Caracterização e estoques de carbono de sistemas agroflorestais no Cerrado de Minas Gerais**. Ciência Rural, v. 44, n. 7, p. 1197-1203, 2014.

SALTON, J. C.; TOMAZI, M. **Sistema radicular de plantas e qualidade do solo**. Embrapa Agropecuária Oeste-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2014.

SANTOS, L.F.; CALIXTO, J.S.; DUARTE, E.G.; CARNEIRO, D.D.; MOTA, L.P.; PEREIRA, R.T.G. **Densidade de minhocas como indicador de qualidade do solo**. Cadernos de Agroecologia, v. 10, n. 3, 2016.

SILVA, H.F.; RIBEIRO, S.C.; BOTELHO, S.A.; FARIA, R.A.V.B.; TEXEIRA, M.B.R.; MELLO, J.M. **Estimativa do estoque de carbono por métodos indiretos em área de restauração florestal em Minas Gerais**. Sci. For, Piracicaba, v. 43, n. 108, p. 943-953, 2015.

STEFFEN, G.P.K.; ANTONIOLLI, Z.I.; STEFFEN, R.B.; JACQUES, R.J.S. **Importância ecológica e ambiental das minhocas**. Revista de Ciências Agrárias, v. 36, n. 2, p. 137-147, 2013.

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Embrapa Solos-Livro técnico (INFOTECA-E), 2017.

POTENCIAL DE NODULAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DE BACTÉRIAS ISOLADAS DE NÓDULOS DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM SOLOS DA CAATINGA EM ALAGOAS

Ana Jéssica Gomes Guabiraba

Universidade Federal de Alagoas, *Campus*
Arapiraca, Arapiraca - Alagoas

Jéssica Moreira da Silva Souza

Universidade Federal de Alagoas, *Campus*
Arapiraca, Arapiraca - Alagoas

Jônatas Oliveira Costa

Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde,
Universidade Federal de Alagoas, *Campus* A. C.
Simões, Maceió - Alagoas

José Vieira Silva

Universidade Federal de Alagoas, *Campus*
Arapiraca, Arapiraca - Alagoas

Flávia Barros Prado Moura

Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde,
Universidade Federal de Alagoas, *Campus* A. C.
Simões, Maceió - Alagoas

Jakson Leite

Universidade Federal de Alagoas, *Campus*
Arapiraca, Arapiraca - Alagoas

RESUMO: A Caatinga é rica em espécies de leguminosas, mas o potencial de nodulação destas leguminosas e a diversidade das bactérias associadas aos seus nódulos ainda é pouco conhecido. Este estudo objetivou avaliar o potencial de nodulação de leguminosas arbóreas (*Chloroleucon dumosum*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Erythrina velutina* e *Leucaena leucocephala*) com os rizóbios de amostras de solo coletadas

em áreas da Caatinga e caracterizar o fenótipo das bactérias isoladas dos nódulos. Amostras de solo foram coletadas em quatro áreas no estado de Alagoas. As espécies foram cultivadas nas quatro amostras de solo em casa de vegetação e os nódulos coletados aos 60 dias após a emergência. As bactérias foram isoladas e caracterizadas. A nodulação variou conforme os solos e as leguminosas arbóreas. *C. dumosum* e *E. contortisiliquum* mostraram melhor nodulação e variabilidade de rizóbios em todas as áreas. *E. velutina* apresentou nodulação baixa em todas as áreas, seguindo de *L. leucocephala* que teve o pior desempenho na nodulação com as populações nativas de rizóbios, inclusive ocorrendo a não formação de nódulos no solo coletado em Delmiro Gouveia área 2 (DG2). Na coleção de 129 bactérias obtida após os isolamentos foram encontrados seis grupos fenotípicos. Três grupos (G1, G2 e G3) reuniram as bactérias de crescimento lento, que representam 64% da coleção e três grupos (G4, G5 e G6) que congregaram as bactérias de crescimento rápido. *C. dumosum*, *E. contortisiliquum*, *E. velutina* e *L. leucocephala* apresentam variabilidade de nodulação nos solos de Caatinga e seus nódulos abrigam diferentes populações de bactérias fenotipicamente diversas.

PALAVRAS-CHAVE: Rizóbios, Fixação Biológica de Nitrogênio, Simbiose.

ABSTRACT: The Caatinga is rich in legume species, but the nodulation potential of these legumes and the diversity of the bacteria associated with their nodules is still poorly explored. We aimed to evaluate the nodulation potential of tree legumes (*Chloroleucon dumosum*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Erythrina velutina* and *Leucaena leucocephala*) with the rhizobia population from Caatinga soils and to characterize the bacteria isolated from the nodules. Soil samples were collected in four areas in the state of Alagoas. The species were cultivated in the four soil samples in greenhouse and nodules collected 60 days post emergence. Bacteria were isolated from nodules and characterized. The nodulation varied according to the soils and the tree legumes. *C. dumosum* and *E. contortisiliquum* performed better on nodulation and bacterial phenotypic variability of rhizobia in all areas. *E. velutina* presented low nodulation in all areas, followed by *L. leucocephala*, which had the worst nodulation performance, including the occurrence of no nodules in the soil collected in Delmiro Gouveia area 2 (DG2). The 129 isolated bacteria formed six phenotypic groups. Three groups (G1, G2 and G3) assembled the slow-growing bacteria, which represent 64% of the collection, and three groups (G4, G5 and G6) that congregated fast-growing bacteria. *C. dumosum*, *E. contortisiliquum*, *E. velutina* and *L. leucocephala* showed nodulation variability in Caatinga soils and their nodules harbor phenotypically diverse bacteria.

KEYWORDS: Rhizobia, Biological Fixation Nitrogen, Symbiosis.

1 | INTRODUÇÃO

O processo de restauração da Caatinga enfrenta dois grandes filtros: a baixa disponibilidade de água durante a maior parte do ano e a de nitrogênio nos solos. O nitrogênio é um dos elementos que mais limita o crescimento vegetal e a sua baixa disponibilidade nos solos da Caatinga limita o crescimento das plantas. Contra esse cenário, as matas da Caatinga são ricas em presença de espécies da família Fabaceae (=Leguminosae), sendo uma das famílias botânicas mais representadas no bioma (Queiroz, 2009).

Muitas leguminosas podem obter o nitrogênio necessário para seu crescimento através da simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio, genericamente chamadas de rizóbios (Moreira e Siqueira, 2006). Em simbiose com os rizóbios, algumas leguminosas da Caatinga superam o filtro da baixa disponibilidade de nitrogênio do solo, garantindo o nitrogênio para seu crescimento e contribuindo para a entrada de N no ecossistema a partir da fixação biológica de nitrogênio (Freitas et al., 2010).

Na fixação biológica de nitrogênio (FBN), o rizóbio captura o N₂ da atmosfera e converte em NH₄, que posteriormente é disponibilizado para as plantas (Moreira e Siqueira, 2006). Essa conversão de nitrogênio atmosférico em N amoniacal acontece dentro dos nódulos, que são estruturas hipertróficas nas raízes ou caule onde as

bactérias são abrigadas (Cassetari, et al., 2016). A presença de nódulos nas raízes ou caule das leguminosas caracteriza o fenótipo resultado da interação entre leguminosas e rizóbios.

A maioria das espécies de leguminosas da Caatinga é capaz de se associar a espécies de bactérias fixadoras de nitrogênio (Freitas et al., 2011). Como os solos da Caatinga são pobres em matéria orgânica, e nestas áreas é muito raro o uso de fertilizantes nitrogenados, a fixação biológica do nitrogênio tem um importante papel na manutenção e crescimento das plantas (Freitas et al., 2010).

A identificação de parcerias eficientes entre leguminosas e rizóbios dos solos da Caatinga é crucial para a seleção de parceiros simbióticos eficientes em promover, primeiro, o crescimento das leguminosas e, segundo, a entrada de nitrogênio nos solos dessa floresta sazonalmente seca. Nesse processo, o potencial de nodulação das leguminosas com as populações nativas de rizóbios dos solos da Caatinga é a etapa inicial para a identificação de simbioses eficientes. Em adição, o isolamento e a caracterização das bactérias associadas aos nódulos permitem conhecer o espectro de simbiontes possíveis da leguminosa.

Com isso, o objetivo desse estudo foi avaliar o potencial de nodulação de leguminosas arbóreas com as populações de rizóbios de solos de Caatinga e caracterizar o fenótipo das bactérias isoladas dos nódulos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta de Amostras de Solo

Amostras de solos foram coletadas em quatro áreas sob vegetação da Caatinga do estado de Alagoas no mês de novembro de 2016. As áreas estão dentro dos limites dos municípios Pão de Açúcar (09° 43' 45" S, 37° 27' 21" W), Girau do Ponciano (09° 43' 39" S, 36° 53' 55" W), e duas áreas no município de Delmiro Gouveia: DG 1 (09° 21' 00" S, 37° 59' 24" W), DG 2 (09° 30' 56" S, 37° 54' 23" W). Todas as áreas estão localizadas na região do Baixo São Francisco. Em cada área foram estabelecidas quatro parcelas de 5x5 de onde foi coletada uma amostra composta (2,0 Kg) por 16 subamostras coletadas na profundidade de 0 – 10 cm. Parte das amostras dos solos (0,5 kg) foi utilizada para determinar os atributos químicos (Tabela 1). A outra parte (1,5 Kg) foi utilizada para a o teste de nodulação em leguminosas arbóreas.

Características	DG1	DG2	PA	GP
pH (H ₂ O)	5,7	5,3	5,8	5,7
Matéria orgânica (g dm ⁻³)	3,0	3,8	4,2	5,1
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	6,2	2,5	1,6	1,8
P (mg dm ⁻³)	15,0	4,0	116,0	6,0
K (mg dm ⁻³)	144,0	128,0	193,0	180,0

Na (mg dm ⁻³)	41,0	30,0	50,0	49,0
Ca (cmolc dm ⁻³)	6,8	5,1	12,6	6,7
Mg (cmolc dm ⁻³)	4,6	1,6	3,0	3,7
Al (cmolc dm ⁻³)	0,0	0,0	0,0	0,0
H + Al (cmolc dm ⁻³)	3,1	4,8	3,1	4,4
Soma de base (cmolc dm ⁻³)	11,9	7,2	16,3	11,1
CTC (cmolc dm ⁻³)	11,9	7,2	16,3	11,1
Saturação de bases - V (%)	79,4	59,9	84,0	71,6

Tabela 1. Características químicas de amostras de solos coletadas em áreas com vegetação de Caatinga do estado de Alagoas.

DG1: Delmiro Gouveia área 1. DG2: Delmiro Gouveia área 2. PA: Pão de Açúcar. GP: Girau do Ponciano.

2.2 Teste de Nodulação e Captura das Bactérias

O potencial de quatro leguminosas arbóreas (*Chloroleucon dumosum*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Erythrina velutina* e *Leucaena leucocephala*) em nodular com as populações de rizóbios de quatro amostras de solo foi avaliado em experimento conduzido em casa de vegetação. As plantas foram cultivadas em potes de 500 mL preenchidos com 200 g do solo testado misturados a 50 g de vermiculita estéril. Antes do plantio, as sementes foram escarificadas com lixa e, posteriormente, desinfestadas com álcool (70%) por 1 minuto, hipoclorito de sódio (2%) por 3 minutos e 5 lavagens sucessivas em água destilada estéril. Aos dez dias após emergência foi feito o desbaste das plantas deixando duas plantas por pote. As plantas foram regadas uma vez por semana com 100 mL de solução nutritiva de Norris (Vincent, 1970) isenta de nitrogênio e com água autoclavada sempre que necessário. O experimento teve delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. A coleta das plantas foi realizada aos 60 dias após a emergência para determinação do número de nódulos. Na ocasião da coleta, as raízes foram separadas, lavadas e os nódulos destacados, contados e armazenados em sílica gel desidratada para preservação e posterior isolamento das bactérias. As diferenças no potencial de nodulação pelas leguminosas foram verificadas aplicando análise de variância (ANOVA) com o teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa SISVAR (Ferreira, 2011).

2.3 Isolamento das Bactérias dos Nódulos

Os nódulos armazenados foram reidratados em água destilada e autoclavada por 1 hora, seguido de desinfestação em álcool (70%) por 1 minuto e em hipoclorito de sódio (2%) por 5 minutos. Após a desinfestação, os nódulos foram lavados seis vezes em água destilada e autoclavada. O isolamento das bactérias foi macerando os nódulos, com o auxílio de uma pinça, para exposição do líquido interior que foi inoculado em

placas com meio de cultura YMA (Vincent, 1970). A suspensão foi estriada com alça de platina para obtenção das colônias. As placas foram incubadas em BOD a 28°C até o surgimento das colônias.

2.4 Caracterização Fenotípica das Bactérias

A caracterização das bactérias isoladas foi feita observando os dois fenótipos que mais caracterizam os grandes grupos de rizóbios: tempo de crescimento para a formação das colônias (rápido: 1 a 3 dias; intermediário: 4 a 5 dias e lento: 6 dias) e alteração do pH no meio de cultura (ácido, neutro e alcalino). As características fenotípicas foram convertidas numa matriz binária de presença (1) ou ausência (0) do fenótipo. A matriz foi utilizada para agrupar os isolados com fenótipos de crescimento idênticos. O agrupamento foi feito aplicando o método de distância UPGMA (*Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages*) utilizando o índice de similaridade de Jaccard (Real e Vargas, 1996). Um dendograma de similaridade foi construído para a formação dos grupos fenotípicos (G). A análise de agrupamento foi realizada empregando o programa PAST (Hammer et al., 2001).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Nodulação das Leguminosas Pelas Populações Nativas de Rizóbios

A nodulação variou conforme os solos e as leguminosas arbóreas (Tabela 2, Figura 1). Em números absolutos, *Chloroleucon dumosum* e *Enterolobium contortisiliquum* mostraram melhor nodulação em todas as áreas (Tabela 2). Esse resultado indica a presença dos simbiossomas de *C. dumosum* e *E. contortisiliquum* em todas as áreas de Caatinga analisadas. Essa característica é importante, em termos ecológicos, pois suporta a colonização das espécies em diferentes ambientes, uma vez que a presença do simbiote facilita o estabelecimento da leguminosa (Moreira & Siqueira, 2006). As duas espécies são membros da tribo Ingeae (Brown, 2008) e provavelmente compartilhe o mesmo espectro de simbiossomas. Isso explicaria o desempenho de nodulação semelhante para estas espécies neste estudo, não havendo diferenças significativas na nodulação nas mesmas áreas (Figura 1).

Espécie	DG1	DG2	PA	GP	Total
<i>Chloroleucon dumosum</i>	88	23	93	51	255
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	123	27	90	26	266
<i>Erythrina velutina</i>	8	1	14	16	39
<i>Leucaena leucocephala</i>	1	0	20	5	26
Total	220	51	217	98	586

Tabela 2. Número total de nódulos em leguminosas arbóreas cultivadas em amostras de solos coletadas em áreas com vegetação de Caatinga no estado de Alagoas.

DG1: Delmiro Gouveia área 1. DG2: Delmiro Gouveia área 2. PA: Pão de Açúcar. GP: Girau do Ponciano.

As espécies *C. dumosum* e *E. contortisiliquum* estão distribuídas na Caatinga (Almeida et al., 2015; Córdoba et al., 2010; Souza e Queiroz, 1996) e, como espécies fixadoras de nitrogênio, possuem papel importante na ciclagem de nitrogênio. A importância dessas espécies na composição nas matas sazonalmente secas não é refletida no volume de estudos que abordem as relações ecológicas dessas leguminosas e seus simbiotes, permanecendo uma lacuna. Nesse estudo, *C. dumosum* e *E. contortisiliquum* mostraram variabilidade na nodulação nas amostras de solos das áreas estudadas (Figura 1), o que aponta o potencial de seleção de rizóbios para inoculação dessas espécies.

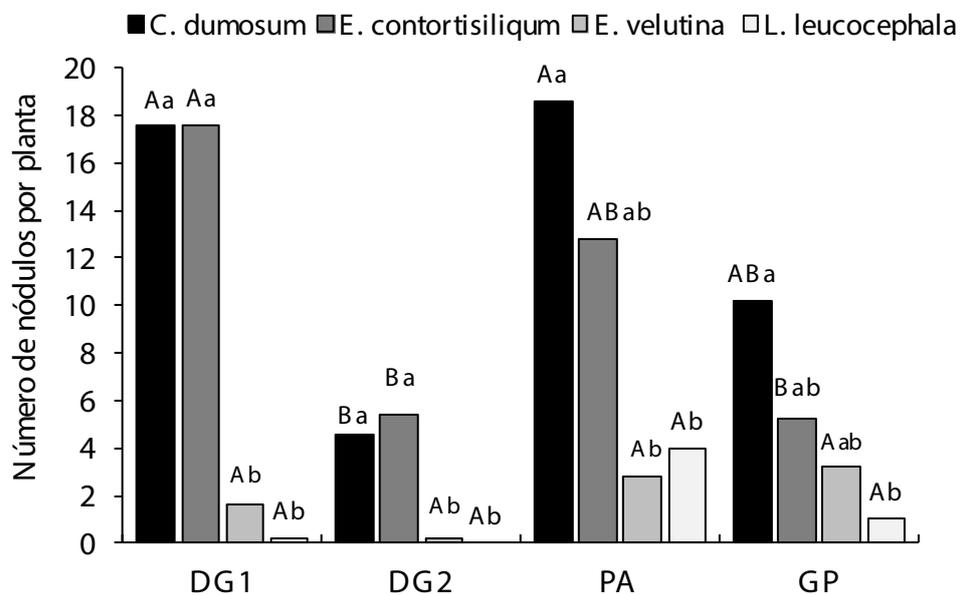


Figura 1. Nodulação de leguminosas arbóreas cultivadas em amostras de solos coletadas em áreas com vegetação de Caatinga em Alagoas. DG1: Delmiro Gouveia área 1. DG2: Delmiro Gouveia área 2. PA: Pão de Açúcar. GP: Girau do Ponciano. Letra maiúscula indica diferenças ($P < 0,05$) na nodulação da leguminosa nas diferentes áreas e letra minúscula indica diferenças ($P < 0,05$) na nodulação entre as leguminosas dentro da mesma área.

Erythrina velutina e *Leucaena leucocephala* mostram menor número de nódulos, tanto em número total bem como em cada área avaliada, quando comparadas as leguminosas da tribo Ingeae (*C. dumosum* e *E. contortisiliquum*) (Tabela 2 e Figura 1). Nos solos das áreas mais próximas do litoral, as duas espécies mostram maior média de nódulos, embora não estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

E. velutina apresentou nodulação baixa mesmo no solo com alto teor de fósforo (PA, Tabela 2), que poderia estimular a nodulação. No entanto, a nodulação ocorreu em todas as áreas. *E. velutina* é uma espécie que compõe a tribo Phaseoleae, a mesma

dos feijões *Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata* (Kajita et al., 2001), leguminosas com alta capacidade de nodulação e habilidade para estabelecer simbiose com uma ampla faixa de rizóbios (Martínez-Romero, 2003; Guimarães et al., 2012). Rodrigues et al. (2018) identificaram estirpes de *Bradyrhizobium*, *Rhizobium* e *Paraburkholderia* nodulando *E. velutina* em solos da Caatinga no estado de Pernambuco. O estudo de Rodrigues et al. (2018) caracteriza *E. velutina* como uma leguminosa com ampla faixa hospedeira, podendo nodular com diferentes linhagens de rizóbios da classe Alfaproteobactéria e com rizóbio da classe Betaproteobactéria, semelhante a outras espécies da tribo Phaseoleae, como o *Phaseolus vulgaris* (Martínez-Romero, 2003; Dall'Agnol et al., 2016) e *Vigna unguiculata* (Guimarães et al., 2012). Outra observação que se pode fazer com os resultados desse estudo e o feito por Rodrigues et al. (2018) é que a baixa nodulação parece ser um evento comum na espécie *E. velutina*. Mesmo inoculadas com rizóbios compatíveis e em alta densidade celular (10^9 células por mL), as plantas mostraram nodulação variando de 4 a 20 nódulos por planta (Rodrigues et al., 2018), sendo que dos dez isolados avaliados, sete promoverem nodulação inferior a 16 nódulos por planta, maior média encontrada no presente estudo com nodulação com as populações naturais dos solos de Caatinga no estado de Alagoas.

Por fim, a *L. leucocephala* teve pior desempenho na nodulação com as populações nativas de rizóbios dos solos da Caatinga, inclusive ocorrendo a não formação de nódulos nas plantas cultivadas nas amostras de solo coletadas em Delmiro Gouveia área 2 (DG2). Esse resultado não era esperado, pois *L. leucocephala* é uma espécie com uma ampla faixa hospedeira (). A baixa nodulação por *L. leucocephala* no presente se alinha aos resultados encontrados em estudos anteriores (Souza et al., 2007) que reportaram esse evento. No entanto, a ocorrência de baixa nodulação em solos de Caatinga não parece ser um evento comum em leucena, uma vez que Silva et al. (2016) reportam alta nodulação em plantas de *L. leucocephala* cultivadas em amostras de solos da Caatinga em Pernambuco, com média de 33 a 48 nódulos por planta e biomassa de nódulos secos acima de 180 mg por planta. Souza et al. (2007) perceberam melhor nodulação na leucena no solo com melhor fertilidade química. No nosso estudo, leucena mostrou melhor nodulação no solo coletado em Pão de Açúcar, embora não significativamente diferente ($p > 0,05$). A amostra de solo de PA havia maior teor de fósforo, capacidade de troca catiônica (CTC), soma e saturação de bases (V%), indicando que a nodulação em leucena seja sensível à fertilidade do solo. Essa hipótese encontra fundamento nos resultados do estudo de Carvalho et al. (2012), onde os autores mostram que a aplicação de água de esgoto promoveu a nodulação e o crescimento de plantas de leucena quando inoculadas com estirpes de rizóbio.

É importante ter em mente que neste estudo as amostras de solo foram misturadas com vermiculita autoclavada na proporção de 4:1. Essa abordagem foi feita para criar um ambiente de “fome” de nitrogênio para forçar a nodulação, além de buscar reduzir os efeitos dos fatores edáficos que poderiam limitar a formação dos nódulos, com o alto valor de condutividade elétrica presente no solo de Delmiro Gouveia área 1 (6,2

dS m⁻¹) (Tabela 1).

3.2 Caracterização Fenotípica das Bactérias

Uma coleção de 129 bactérias foi obtida após os isolamentos, sendo 74 de nódulos de *C. dumosum*, 29 de *E. contortisiliquum*, 14 de *E. velutina* e 12 de *L. leucocephala*. Em relação às áreas, 41 bactérias foram isoladas da área 1 e 10 da área 2 de Delmiro Gouveia, 51 isoladas do solo de Pão de Açúcar e 27 da área de Caatinga localizada em Girau do Ponciano.

As bactérias isoladas apresentaram características que possibilitaram a identificação de seis grupos fenotípicos (Figura 2). Três grupos (G1, G2 e G3) reuniram as bactérias de crescimento lento, que representam 64 % da coleção. O metabolismo em relação ao pH no meio de cultivo estratificou as bactérias de crescimento lento nos grupos G1, G2 e G3, sendo o primeiro composto por bactérias que aumentaram o pH do meio (alcalino), o segundo pelas bactérias que não provocaram alteração no pH e último grupo (G3) com as que baixaram o pH para ácido. Os grupos G4, G5 e G6 congregaram as bactérias que crescimento rápido, sendo as do G4 com metabolismo ácido, as do grupo G5 que alcalinizam o meio de culturas e as que compõem o G6 as que não alteram o pH. Os grupos G1 (%) e G2 (%) foram os mais abundantes na coleção e apresentem os fenótipos típicos de *Bradyrhizobium*. O terceiro grupo mais frequente (G4) representa 17,8% da coleção e embora tenha sido encontrado associado à todas leguminosas, não foi encontrado entre os isolados obtidos da área de Caatinga em DG2 (Figura 1).

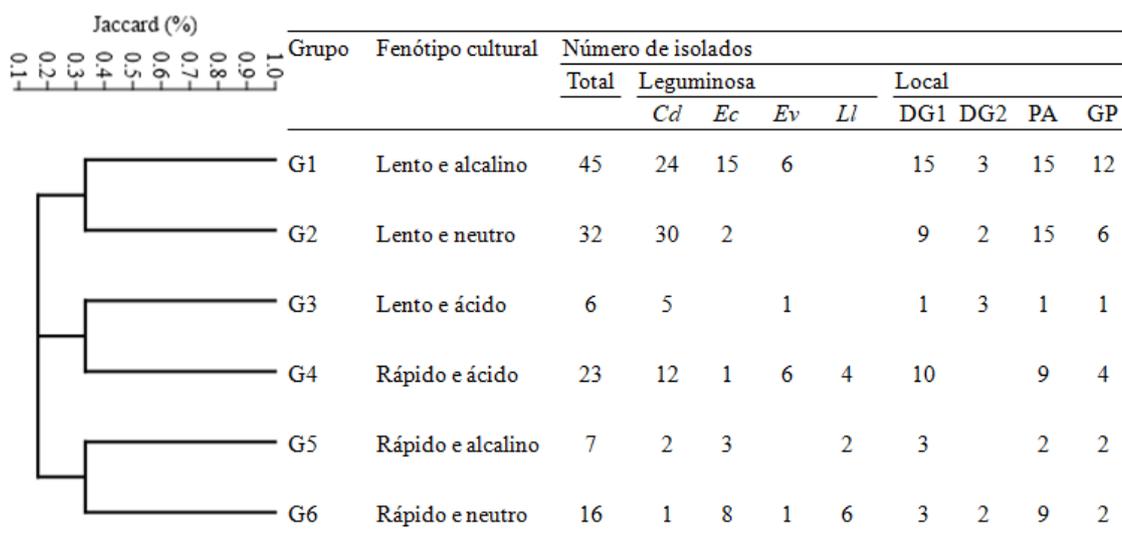


Figura 2. Dendrograma de similaridade entre os grupos fenotípicos de bactérias isoladas de nódulos de leguminosas arbóreas cultivadas em amostras de solos coletadas em áreas com vegetação de Caatinga em Alagoas. Os grupos foram formados com base nas características tempo de crescimento (rápido ou lento) e reação do pH do meio de cultura (ácido, neutro ou alcalino). Cd: *Chloroleucon dumosum*. Ec: *Enterolobium contortisiliquum*. Ev: *Erythrina velutina*. Ll: *Leucaena leucocephala*. DG1: Delmiro Gouveia área 1. DG2: Delmiro Gouveia área 2. PA: Pão de Açúcar. GP: Girau do Ponciano.

As bactérias de crescimento lento com os diferentes tipos de metabolismo (G1,

G2 e G3) e as de crescimento rápido com metabolismo neutro ocorreram em todas as áreas (Figura 2). Bactérias com fenótipo de crescimento rápido e metabolismo ácido ou alcalino ocorreram em 3 (DG1, PA e GP) das 4 áreas estudadas, não ocorrendo no solo da área de Caatinga em DG2. Em relação às leguminosas, as bactérias obtidas de nódulos de *C. dumosum* mostram seis diferentes tipos de fenótipo (Figura 1). A maioria dos isolados dessa leguminosa possui crescimento lento (79%). Dos nódulos de *E. contortisiliquum* foi possível isolar cinco tipos diferentes de bactérias, dois tipos de bactérias lentas representando 59 % da coleção e dois tipos de bactérias rápidas, que corresponderam 41 % da coleção. Esses resultados indicam que *C. dumosum* e *E. contortisiliquum* possam nodular com ambos grupos de rizóbios, mas possam ter preferência pelas bactérias de crescimento lento, os típicos *Bradyrhizobium* spp. Os tipos de rizóbios que nodulam outros dois gêneros (*Calliandra* e *Inga*) da tribo Ingeae já foram descritos. As espécies do gênero *Calliandra* nodulam com *Paraburkholderia* (Silva et al., 2018), quando as espécies de *Inga* com estirpes *Bradyrhizobium* (da Silva et al., 2014). Embora *Calliandra* e *Inga* pertençam à mesma aliança Inga, seus simbiontes são filogeneticamente distintos. *C. dumosum* pertence a aliança *Chloroleucon* da qual não se conhece a natureza dos simbiontes. *E. contortisiliquum* não tem aliança definida e pouco se conhece sobre a natureza de seus rizóbios simbiontes. A identificação genética das bactérias isoladas dos nódulos de *C. dumosum* e *E. contortisiliquum* nesse estudo permitirá conhecer melhor o espectro dos simbiontes dentro da tribo Ingeae.

Em *E. velutina*, os 14 isolados obtidos foram agrupadas em quatro fenótipos distintos (G1, G3, G4 e G6) e com bactérias de crescimento lento (50%) e rápido (50%) igualmente representadas. A equidade na ocorrência de bactérias de ambos os tipos de crescimento nesse estudo reforça o relato de Rodrigues et al. (2018), que encontraram estes dois tipos de rizóbios em nódulos de *E. velutina* cultivada em solos de área de Caatinga em Pernambuco.

Por fim, em *L. leucocephala* ocorreu o número fenótipos bacterianos, com todos os 12 isolados sendo de crescimento rápido. Embora *L. leucocephala* seja considerada um hospedeiro com capacidade de estabelecer simbiose com ampla de tipos de rizóbios (Xu et al., 2013), os de crescimento lento não são simbiontes comuns dessa leguminosa. Nesse estudo todos os isolados de leucena foram de crescimento rápido.

4 | CONCLUSÕES

As espécies *Chloroleucon dumosum* e *Enterolobium contortisiliquum* mostram melhor desempenho de nodulação em solos de áreas de Caatinga em relação às leguminosas *Erythrina velutina* e *Leucaena leucocephala*. No entanto, o desempenho da nodulação foi dependente da área, com *C. dumosum* e *E. contortisiliquum* mostrando variabilidade entre as áreas e *E. velutina* e *L. leucocephala* maior estabilidade, porém

com baixa nodulação.

As bactérias associadas aos nódulos das leguminosas arbóreas apresentam seis tipos diferentes de fenótipo. As bactérias com fenótipo de crescimento lento foram as mais encontradas associadas aos nódulos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, P. G. C.; SOUZA, E. R.; QUEIROZ, L. P. **Flora da Bahia: Leguminosae – Aliança *Chloroleucon* (Mimossoideae: Ingeae)**. Sitientibus série Ciências Biológicas, 15: 10.13102/scb289.
- BROWN, G. K. **Systematics of the tribe Ingeae (Leguminosae-Mimosoideae) over the past 25 years**. Muelleria; v. 26, n.1, p. 27-42, 2008.
- CARVALHO, F. G.; SILVA, A. J. N.; MELO, H. N. S.; MELO, J. L. S. **Effect of Irrigation with Sewage Effluent and Rhizobia Inoculation on Growth of Tropical Tree Legumes in Northeast Brazil**. International Journal of Agriculture and Forestry, v.2, n. 1, p.72-78, 2012.
- CASSETARI, A. S.; SILVA, M. C. P.; CARDOSO, E.J.B.N. Fixação Biológica de Nitrogênio Simbiótica. in: CARDOSO; E.J.B.N.; ANDREOTE; F. D. **Microbiologia do Solo**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ; cap. 8. p. 111-132. 2016.
- CÓRDULA, E.; QUEIROZ, L. P.; ALVES, M. **Diversidade e distribuição de Leguminosae em uma área prioritária para a conservação da Caatinga em Pernambuco – Brasil**. Revista Caatinga, v. 23, n. 3, p. 33-40, 2010.
- DALL'AGNOL, R.; PLOTTEGHER, F.; SOUZA, R. C.; MENDES, I. C.; REIS-JÚNIOR, F. B.; BÉNA, G.; MOULIN, L.; HUNGRIA, M. **Paraburkholderia nodosa is the main N₂-fixing species trapped by promiscuous common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the Brazilian 'Cerradão'**. FEMS Microbiology Ecology, v. 92, n. 8, flw108, 2016.
- DA SILVA, K.; DE MEYER, S. E.; ROUWS, L. F. M.; FARIAS, E. N. C., DOS SANTOS, M. A. O.; O'HARA, G.; ARDLEY, J. K.; WILLEMS, A.; PITARD, R. M.; ZILLI, J. E. **Bradyrhizobium ingae sp. nov., isolated from effective nodules of Inga laurina grown in Cerrado soil**. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, v. 64, n. 10, p. 3395-3401, 2014.
- FERREIRA, D.F. **Sisvar: A computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia; Lavras; v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FREITAS, A. D. S.; SILV, T. O.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. R.; FRAGA, V. S. **Nodulação e fixação de nitrogênio por forrageiras da caatinga cultivadas em solos do semiárido paraibano**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, n. 9, p.1856-1861, 2011.
- FREITAS, A. D. S.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SANTOS, C. E. R. S.; FERNANDES, A. R. **Biological nitrogen fixation in tree legumes of the Brazilian semi-arid caatinga**. Journal of Arid Environments, v. 74, n. 3, p. 344-349, 2010.
- GUIMARÃES, A. A.; JARAMILLO, P. M. D.; NÓBREGA, R. S. A.; FLORENTINO, L. A.; SILVA, K. B.; MOREIRA, F. M. S. **Genetic and Symbiotic Diversity of Nitrogen-Fixing Bacteria Isolated from Agricultural Soils in the Western Amazon by Using Cowpea as the Trap Plant**. Applied and Environmental Microbiology, v. 78, n. 18, p. 6726–6733, 2012.
- HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. **PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**. Palaeontologia Electronica, 2001.

KAJITA, T.; OHASHI, H.; TATEISHI, Y.; BAILEY, C. D.; DOYLE, J. J. ***rbcL* and Legume Phylogeny, with Particular Reference to Phaseoleae, Millettieae, and Allies**. Systematic Botany, v. 26, n. 3, p. 515-536, 2001.

MARTÍNEZ-ROMERO, E. **Diversity of *Rhizobium-Phaseolus vulgaris* symbiosis: overview and perspectives**. Plant and Soil, v. 252, n 1, p 11–23, 2003.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Ed. EDUFLA; 2ª Ed. pp. 501-529. 2006.

QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da Caatinga**. Feira de Santana, Bahia. 2009. 467p.

REAL, R.; Vargas, J. M. **The Probabilistic Basis of Jaccard's Index of Similarity**. Systematic Biology, v. 45, n. 3, p. 380–385, 1996.

RODRIGUES, D. R., SILVA, A. F. D., CAVALCANTI, M. I. P., ESCOBAR, I. E. C., FRAIZ, A. C. R., RIBEIRO, P. R. D. A., FERREIRA NETO, R. A., FREITAS, A. D. S.D., FERNANDES-JÚNIOR, P. I. **Phenotypic, genetic and symbiotic characterization of *Erythrina velutina* rhizobia from Caatinga dry forest**. Brazilian Journal of Microbiology, v 49, n. 3, p 503-512, 2018.

SILVA, V. C.; ALVES, P. A. C.; RHEM, M. F. K.; SANTOS, J. M. F.; JAMES, E. K.; GROSS, E. **Brazilian species of *Calliandra* Benth.(tribe Ingeae) are nodulated by diverse strains of *Paraburkholderia***. Systematic and Applied Microbiology, v. 41, n. 3, p 241-250, 2018.

SILVA, V. S. G.; SANTOS, C. E. R. E. S.; FREITAS, A. D. S.; STAMFORD, N. P.; SILVA, A. F.; LYRA, M. C. C. P. **Systems of land use affecting nodulation and growth of tree legumes in different soils of the Brazilian semiarid area**. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 40, p. 3966-3974, 2016.

SOUZA, L. A. G.; NETO, E. B.; SANTOS, C. E. R. S.; STAMFORD, N. P. **Desenvolvimento e nodulação natural de leguminosas arbóreas em solos de Pernambuco**. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 42, n.2, p.207-217, 2007.

SOUZA, E. R.; QUEIROZ, L. P. **O complexo *Pithecellobium* (Lesuminosae: Mimosoideae) na Caatinga do estado da Bahia. I. O gênero *Enterolobium* Mart**. Sitientibus, n.15, p.83-90, 1996.

VINCENT, J.M. **A manual for the practical study of root nodule bacteria**. Oxford: Blackwell Scientific Publications; p 119. 1970.

XU, K. W.; PENTTINEN, P.; CHEN, Y. X.; CHEN, Q.; Zhang, X. **Symbiotic efficiency and phylogeny of the rhizobia isolated from *Leucaena leucocephala* in arid-hot river valley area in Panxi, Sichuan, China**. Applied Microbiology and Biotechnology, v. 97, n. 2, p 783–793, 2013.

REAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS A MELOIDOGYNE JAVANICA

Ricardo Rubin Balardin

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Solos, Av. Roraima nº 1000, CEP: 97105-900, Santa Maria - RS

Cristiano Bellé

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Solos, Av. Roraima nº 1000, CEP: 97105-900, Santa Maria - RS

Rodrigo Ferraz Ramos

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Solos, Av. Roraima nº 1000, CEP: 97105-900, Santa Maria - RS

Lisiane Sobucki

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Solos, Av. Roraima nº 1000, CEP: 97105-900, Santa Maria - RS

Daiane Dalla Nora

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Solos, Av. Roraima nº 1000, CEP: 97105-900, Santa Maria - RS

Zaida Inês Antonioli

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Solos, Av. Roraima nº 1000, CEP: 97105-900, Santa Maria - RS

ser hospedeiras do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.), mantendo ou elevando a população no solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a reprodução de *Meloidogyne javanica* em 40 espécies de plantas daninhas. As plantas daninhas foram individualmente inoculadas com 5.000 ovos mais juvenis de segundo estágio (J2) e mantidas em casa de vegetação por 60 dias. O delineamento foi inteiramente casualizado, com oito repetições. Após esse período, o sistema radicular de cada planta foi avaliado quanto ao índice de galhas, número de nematoides por grama de raiz e fator de reprodução (FR). As plantas daninhas suscetíveis a *M. javanica* ($FR \geq 1,0$) foram: *Acanthospermum australe*, *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus spinosus*, *Amaranthus viridis*, *Bidens subalternans*, *Bidens pilosa*, *Caperonia palustres*, *Cardiospermum halicacabum*, *Chenopodium album*, *Commelina benghalensis*, *Cyperus rotundus*, *Echinochloa colonum*, *Eleusine indica*, *Euphorbia heterophylla*, *Galinsoga parviflora*, *Ipomoea trifoliata*, *Ipomoea grandifolia*, *Ipomoea nil*, *Ipomoea purpurea*, *Leonurus sibiricus*, *Nicandra physaloides*, *Oxalis corniculata*, *Polygonum hydropiperoides*, *Portulaca oleracea*, *Raphanus raphanistrum*, *Richardia brasiliensis*, *Sida rhombifolia*, *Solanum americanum*, *Solanum pseudocapsicum*,

RESUMO: As plantas daninhas podem

Solanum sisymbriifolium e *Talinum paniculatum*, representando 80% (32) das espécies avaliadas. Em contrapartida, as espécies *Conyza bonariensis*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria horizontalis*, *Digitaria insularis*, *Lolium multiflorum*, *Rhynchelytrum repens*, *Senecio brasiliensis* e *Sonchus oleraceus* mostraram-se resistente a *M. javanica* (FR<1,0). Desta forma, ampliar as informações disponíveis sobre a gama de hospedeiras de *M. javanica* contribui para a adoção de medidas mais eficazes para o adequado manejo deste patógeno.

PALAVRAS-CHAVE: nematoide-das-galhas; plantas invasoras; resistência; suscetibilidade.

ABSTRACT:Weeds can be hosts of the root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.), maintaining or raising the population on the ground. The objective of this study was to evaluate the reproduction of *Meloidogyne javanica* in 40 weed species. The weeds were individually inoculated with 5,000 eggs plus second stage juveniles (J2) and kept in a greenhouse for 60 days. The design was completely randomized, with eight replications. After that, the root system of each plant was evaluated for gall index, number of nematodes per gram of root and reproduction factor (RF). The weeds susceptible to *M. javanica* (FR≥1.0) were: *Acanthospermum australe*, *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus spinosus*, *Amaranthus viridis*, *Bidens subalternans*, *Bidens pilosa*, *Caperonia palustres*, *Cardiospermum halicacabum*, *Chenopodium album*, *Commelina benghalensis*, *Cyperus rotundus*, *Echinochloa colonum*, *Eleusine indica*, *Euphorbia heterophylla*, *Galinsoga parviflora*, *Ipomoea trifoliata*, *Ipomoea grandifolia*, *Ipomoea nil*, *Ipomoea purpurea*, *Leonurus sibiricus*, *Nicandra physaloides*, *Oxalis corniculata*, *Polygonum hydropiperoides*, *Portulaca oleracea*, *Raphanus raphanistrum*, *Richardia brasiliensis*, *Sida rhombifolia*, *Solanum americanum*, *Solanum pseudocapsicum*, *Solanum sisymbriifolium* and *Talinum paniculatum*, representing 80% (32) of the evaluated species. On the other hand, the species *Conyza bonariensis*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria horizontalis*, *Digitaria insularis*, *Lolium multiflorum*, *Rhynchelytrum repens*, *Senecio brasiliensis* and *Sonchus oleraceus* were resistant to *M. javanica* (FR <1.0). In this way, to extend the information available on the host range of *M. javanica* contributes to the adoption of more effective measures for the appropriate management of this pathogen.

KEYWORDS: root-knot nematode; weeds; resistance; susceptibility.

1 | INTRODUÇÃO

Os nematoides parasitas de plantas são responsáveis por provocar limitações aos sistemas de cultivos, causando redução na produtividade e perda na qualidade dos produtos agrícolas. Dentre as principais espécies de nematoides parasitas de plantas destacam-se os nematoides-das-galhas (*Meloidogyne* spp.). Para todas as culturas agrícolas, social e economicamente importantes (trigo, arroz, soja, milho, batata, cevada, feijão), os nematoides-das-galhas são relatados como uma das principais

pragas com potencial de provocar declínios de produtividade (RAMOS et al., 2019).

O gênero *Meloidogyne*, é composto por mais de 100 espécies, dentre as quais se destaca *Meloidogyne javanica*, que é responsável por elevados prejuízos agrícola em todo mundo (MOENS et al. 2009). A maior relevância apresentada por essa espécie está associada à algumas características do nematoide, entre as quais: ampla distribuição geográfica, principalmente, nos países de regiões tropicais e subtropicais; alto grau de polifagia, ou seja, capacidade de parasitar e multiplicar-se em grande número de plantas de diferentes famílias botânicas, incluindo plantas daninhas; e ação patogênica pronunciada em várias culturas de interesse agrônômico anuais e perenes (MOURA, 1997).

Neste contexto, nematoides-das-galhas estão disseminados e têm causado elevados danos na produtividade de diferentes culturas em todas as regiões agrícolas do país (MOURA, 1997; SEVERINO et al., 2010). As perdas de produtividade tornam-se extremamente preocupantes, principalmente em culturas de elevada importância econômica como a soja e a cana-de-açúcar (SEVERINO et al., 2010). Na cultura da soja (*Glycine max*) e da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) são relatados os prejuízos de maior proporção ocasionados por *M. javanica* em várias regiões do mundo e do Brasil (MOENS et al. 2009). Áreas infestadas por este patógeno podem inviabilizar novos cultivos destas espécies agrícolas, entre outras culturas suscetíveis a esses parasitas, tornando sua exploração econômica não sustentável (DINARDO-MIRANDA et al., 2008).

Um agravante aos cultivos reside na capacidade dos nematoides-das-galhas usarem as plantas daninhas enquanto hospedeiras alternativas. Em geral, a presença de plantas daninhas nos cultivos agrícolas interfere negativamente no processo produtivo, através da capacidade de competição de luz, espaço, água e nutrientes, além da liberação de substâncias alelopáticas (SINGH et al., 2010, SANTOS e CURY, 2011). Todavia, a capacidade das plantas daninhas atuarem também como hospedeiras de nematoide-das-galhas representa um fator adicional a ser considerado nos programas de manejo para ambas as pragas agrícolas (plantas daninhas e namatoide-das-galhas).

Nesse cenário, diferentes espécies de plantas daninhas têm sido reconhecidas como hospedeiras de *Meloidogyne spp.* em diferentes regiões do globo, contribuindo para a manutenção e aumento das populações de nematoides no solo, e assim, prejudicando o desenvolvimento das culturas agrícolas (RALMI et al., 2016; RAMOS et al., 2019). Doravante, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a reprodução de *Meloidogyne javanica* em diferentes espécies de plantas daninhas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no período de março a maio de 2018

em casa de vegetação com temperatura controlada ($25 \pm 3^\circ\text{C}$). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com oito (8) repetições. A semeadura das plantas daninhas foi iniciada com as sementes das espécies de menor velocidade de germinação e desenvolvimento e, finalizada com as espécies de rápido estabelecimento, assim se manteve a homogeneização de desenvolvimento na inoculação. O substrato usado nos experimentos foi constituído pela mistura de solo e areia (2:1) esterilizado por autoclavagem. O solo utilizado no experimento é classificado como latossolo vermelho distrófico típico, com as seguintes propriedades físicas e químicas: argila = 48%; pH água = 6,5; índice SMP = 6,5; matéria orgânica = 3,1%; fósforo = 10,9 mg.dm⁻³; potássio = 88 mg.dm⁻³; cálcio = 5,3 cmol_c.dm⁻³; magnésio = 5,0 cmol_c.dm⁻³ e enxofre = 9 cmol_c.dm⁻³. Dez dias após a emergência, as mudas das diferentes espécies de plantas daninhas foram transplantadas para vasos com capacidade de 2000 cm³ contendo substrato, e manteve-se uma planta por vaso.

A população de *M. javanica* (Est. J3) utilizada foi isolada a partir de raízes de soja, proveniente do município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, e multiplicada em plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) 'Santa Cruz'. O inóculo do nematoide foi obtido a partir do sistema radicular das plantas de tomate mantidas em casa de vegetação, a partir do método de Hussey and Barker (1973). As plantas foram inoculadas cinco dias após o transplante, com suspensão de 5.000 ovos e juvenis de segundo estágio (J2), em dois orifícios de aproximadamente dois cm de profundidade abertos ao redor da planta. Tomateiros 'Santa Cruz' foram utilizados como padrão para comprovação da viabilidade do inóculo utilizado.

Após 60 dias da inoculação, os sistemas radiculares foram lavados em água corrente e, em seguida, foi determinado o índice de galhas, de acordo com a metodologia proposta por Taylor and Sasser (1978), em que 0 = sem galhas, 1 = 1 a 2, 2 = 3 a 10, 3 = 11 a 30, 4 = 31 a 100 e 5 = mais de 100 galhas por sistema radicular. Posteriormente, os sistemas radiculares foram processados segundo o método de Coolen e D'Herde (1972), usando-se solução de hipoclorito de sódio a 0,5% no lugar da água, para a quantificação da população final de nematoides.

A partir da população final de nematoides no sistema radicular, procedeu-se o cálculo do fator de reprodução ($FR = \text{população final} / \text{população inicial}$) de *M. javanica* em cada repetição. Foram consideradas espécies imunes ($FR = 0$), resistentes ($FR < 1$) e suscetíveis ($FR \geq 1$) (OOSTENBRINK, 1966). Além disso, foi estimado o número de nematoides por grama de raiz, sendo esse, definido pela razão entre o número total de nematoides e a massa total das raízes, em gramas, de cada repetição.

Os valores das diferentes variáveis obtidos em cada repetição foram submetidos à análise de variância, sendo as médias de cada tratamento comparadas entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o software GENES (CRUZ, 2006).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies de plantas daninhas avaliadas apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05\%$) quanto a reprodução de *M. javanica*, com base no índice de galhas (IG), número de nematoides por grama de raiz (NNGR) e fator de reprodução (FR). A viabilidade do inóculo do nematoide pode ser confirmada pelo fator de reprodução encontrado para o tratamento controle (FR= 39,3) (Tabela 1).

Dentre as 40 espécies de plantas daninhas avaliadas, 80% (32) foram suscetíveis (FR $\geq 1,0$) a *M. javanica*. As espécies suscetíveis ao nematoide foram: *Acanthospermum australe*, *Amaranthus deflexus*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus spinosus*, *Amaranthus viridis*, *Bidens subalternans*, *Bidens pilosa*, *Caperonia palustris*, *Cardiospermum halicacabum*, *Chenopodium album*, *Commelinabenghalensis*, *Cyperus rotundus*, *Echinochloa colonum*, *Eleusine indica*, *Euphorbia heterophylla*, *Galinsoga parviflora*, *Ipomoea trifoliata*, *Ipomoea grandifolia*, *Ipomoea nil*, *Ipomoea purpurea*, *Leonurus sibiricus*, *Nicandra physaloides*, *Oxalis corniculata*, *Polygonum hydropiperoides*, *Portulaca oleracea*, *Raphanus raphanistrum*, *Richardia brasiliensis*, *Sida rhombifolia*, *Solanum americanum*, *Solanum pseudocapsicum*, *Solanum sisymbriifolium* e *Talinum paniculatum*.

Verificou-se que 35% (14) das espécies de plantas daninhas apresentaram valores de IG iguais ao controle (IG = 5,0 em *L. esculentum*). Neste grupo encontram-se as seguintes plantas daninhas: *A. austral*, *A. hybridus*, *A. spinosus*, *C. palustris*, *C. halicacabum*, *C. benghalensis*, *C. dactylon*, *E. colonum*, *G. parviflora*, *O. corniculata*, *S. rhombifolia*, *S. americanum*, *S. pseudocapsicum* e *S. sisymbriifolium*. Destaca-se que a espécie *S. americanum*, além de apresentar IG igual ao controle, apresentou também os maiores valores médios para NNGR (10644) e FR (46). Desse modo, esta espécie de planta daninha pode ser considerada uma excelente hospedeira alternativa a *M. javanica*, com potencial de aumento de populações deste nematoide no solo.

Para as outras oito espécies de plantas daninhas avaliadas, todas foram resistentes (FR $< 1,0$) ao nematoide, e nenhuma apresentou reação imune. As plantas daninhas que apresentaram resistência a *M. javanica* foram: *Conyza bonariensis*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria horizontalis*, *Digitaria insularis*, *Lolium multiflorum*, *Rhynchelytrum repens*, *Senecio brasiliensis* e *Sonchus oleraceus*. Corroborando com esses resultados, Silva et al. (2013) relatou que *D. horizontalis* apresentou resistência a *M. javanica* e *M. incognita*. De acordo com Mônaco et al. (2009), a espécie *D. insularis* apresentou resistência a *M. incognita* (Raça 1 e 3), *M. javanica* e *M. paranaensis*; enquanto que *R. repens* apresentou resistência a *M. incognita* (Raça 3), *M. javanica* e *M. paranaensis*. Ainda, de acordo com Bellé et al. (2017) as espécies *C. bonariensis* e *S. brasiliensis* apresentaram resistência a *M. incognita*, porém, as espécies *D. insularis*, *D. horizontalis* e *R. repens* foram suscetíveis a esse nematoide.

Destaca-se que a presença dessas espécies de plantas daninhas nas áreas de cultivos apresenta outros agravantes, como por exemplo, ser hospedeiras de outros

fitonematoides, vetores de doenças virais, de doenças fúngicas, e apresentar biótipos com resistência a herbicidas. Por exemplo, as espécies do gênero *Amaranthus* (*carurus*) apresentam ampla distribuição geográfica no Brasil, e são reconhecidas por serem hospedeiras de outros fitonematoides. Assim, as espécies do gênero *Amaranthus* (*A. deflexus*, *A. hybridus*, *A. spinosus* e *A. viridis*) foram recentemente relatadas como suscetíveis a *M. incognica* e *M. enterolobii* (BELLÉ et al., 2017; BELLÉ et al., 2019), além de suscetíveis ao nematoide-das-lesões *Pratylenchus zae* e *Pratylenchus brachyurus* (BELLÉ et al., 2015; BELLÉ et al., 2017).

Plantas daninhas como *Amaranthus* spp., *P. oleracea*, possuem o metabolismo do tipo C4 e, se mal manejadas, dominam a área com facilidade. Além disso, o gênero *Ipomoea* se destaca por possuir *hábito de crescimento volúvel; de modo geral são trepadeiras e quando ocorrem junto às culturas crescem enrolando-se nas outras plantas*, o que dificulta a colheita e acarretando perdas pelo aumento da umidade e impureza dos grãos colhidos. Ademais, as espécies do gênero *Ipomoea* (*I. trifoliata*, *I. grandifolia*, *I. nil* e *I. purpurea*) apresentam diferentes fluxos de germinação durante a primavera e o verão, sendo assim, favorável para a manutenção da população de diferentes fitonematoides durante boa parte do ano.

Uma forma de controlar o aumento da população de nematoides no período de entressafra, causado pela presença de espécies de plantas daninhas, *é através do manejo adequado durante todo ano*. O principal manejo utilizado é através de herbicidas, porém há relatos de resistência de plantas daninhas à herbicidas como o glifosato, que é o produto mais usado. Das 40 espécies estudadas, três, com reação suscetível à *M. javanica*, apresentam resistência a esse herbicida, sendo elas: *A. hybridus*, *B. subalternans*, *B. pilosa* (HEALP 2019). Além disso, estas plantas daninhas apresentam resistência a outros herbicidas (HEALP 2019). Por exemplo, *A. retroflexus* e *Amaranthus viridis* apresentam resistência aos inibidores da ALS e fotossistema II, além de que *A. retroflexus* também é resistente à inibidores da PROTOX. Já *E. heterophylla* possui múltipla resistência a inibidores ALS e PPO. *Bidens subalternans* e *Bidens pilosa* têm resistência aos herbicidas inibidores da ALS e fotossistema II. A resistência de plantas daninhas a herbicidas é um fator importante a ser considerado, pois pode comprometer as estratégias de manejo dos nematoides, dificultando assim o controle de nematoides.

Desta forma, a partir da caracterização destas plantas daninhas como hospedeiras de *M. javanica*, é necessário a adoção de práticas de manejo que possibilitem o adequado controle das espécies, de modo a diminuir ou anular a evolução da infestação deste patógeno (DIAS et al., 1995). Ressalta-se que em áreas infestadas com nematoides, os prejuízos causados por plantas daninhas aumentam, uma vez que muitas são hospedeiras naturais desses parasitas, abrigando-os na ausência de plantas cultivadas e dificultando tanto o controle do patógeno, como o manejo das lavouras infestadas (LORDELLO et al., 1988).

Os resultados obtidos possibilitam inferir que as espécies de plantas daninhas

estudadas se comportam como boas hospedeiras de *M. javanica*, o que contribui para a manutenção e aumento das populações à campo. A partir do exposto, cuidados devem ser observados com a escolha das culturas a serem implantadas e das espécies em sucessão, sendo ela cultura comercial ou não, a fim de minimizar os danos ocasionados pelo fitonematoide. Ainda neste contexto, o controle das plantas daninhas passa a ter alta relevância, pela elevada suscetibilidade e potencial hospedeiro ao nematoide em estudo, demonstrando a ação polífaga do patógeno, podendo acarretar consequências negativas às áreas de cultivo onde se encontram, principalmente em áreas de cultivo com soja, feijão, cana-de-açúcar, fumo, hortaliças e frutíferas, onde os fitonematoides já se encontram bem disseminados.

Nesse contexto, o controle das plantas daninhas passa a ser uma prática de elevada importância para o manejo de nematoides, através do controle de hospedeiros, para assim evitar a reprodução desse parasita, minimizando prejuízos ocasionados às culturas comerciais (BELLÉ et al., 2015). Desta forma, o conhecimento da polifagia do *M. javanica* e da sua gama de hospedeiros é de suma importância para a correta tomada de decisão para um eficiente manejo deste patógeno.

Espécies	IG ¹	NNGR ²	FR ³	Reação ⁴
<i>Acanthospermum australe</i>	5,0 A ⁵	1448 G	2,0 G	S
<i>Amaranthus deflexus</i>	4,9 A	2212 F	8,6 D	S
<i>Amaranthus hybridus</i>	5,0 A	4802 C	18,9 C	S
<i>Amaranthus spinosus</i>	5,0 A	5341 C	16,7 C	S
<i>Amaranthus viridis</i>	4,4 B	4317 D	18,6 C	S
<i>Bidens subalternans</i>	2,9 D	625 H	1,9 G	S
<i>Bidens pilosa</i>	2,5 E	684 H	2,1 G	S
<i>Caperonia palustris</i>	5,0 A	410 H	1,7 G	S
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	5,0 A	3554 E	11,1 D	S
<i>Chenopodium album</i>	4,0 B	2883 E	8,1 D	S
<i>Commelina benghalensis</i>	5,0 A	3838 D	10,3 D	S
<i>Conyza bonariensis</i>	4,8 A	102 I	0,1 H	R
<i>Cynodon dactylon</i>	5,0 A	441 H	0,4 H	R
<i>Cyperus rotundus</i>	4,0 C	2678 E	5,9 E	S
<i>Digitaria horizontalis</i>	1,0 F	105 I	0,1 H	R
<i>Digitaria insularis</i>	1,0 F	74 I	0,1 H	R
<i>Echinochloa colonum</i>	5,0 A	12255 A	30,7 B	S
<i>Eleusine indica</i>	2,8 D	775 H	1,9 G	S
<i>Euphorbia heterophylla</i>	3,0 D	2906 E	9,2 D	S
<i>Galinsoga parviflora</i>	5,0 A	4115 D	17,7 C	S
<i>Ipomoea trifoliata</i>	4,0 C	1148 G	4,1 F	S
<i>Ipomoea grandifolia</i>	3,8 C	2200 F	8,3 D	S
<i>Ipomoea nil</i>	3,9 C	795 H	2,9 F	S

<i>Ipomoea purpurea</i>	3,6 C	1034 G	3,8 F	S
<i>Leonurus sibiricus</i>	4,3 B	1223 G	5,3 E	S
<i>Lolium multiflorum</i>	1,0 F	108 I	0,1 H	R
<i>Nicandra physaloides</i>	4,4 B	1230 G	5,3 E	S
<i>Oxalis corniculata</i>	5,0 A	7122 B	30,8 B	S
<i>Polygonum hydropiperoides</i>	3,4 D	6196 C	6,5 E	S
<i>Portulaca oleracea</i>	4,8 A	3053 E	13,2 D	S
<i>Raphanus raphanistrum</i>	3,0 D	3349 E	4,4 F	S
<i>Rhynchelytrum repens</i>	0,5 G	119 I	0,1 H	R
<i>Richardia brasiliensis</i>	3,1 D	641 H	1,7 G	S
<i>Senecio brasiliensis</i>	0,4 G	112 I	0,1 H	R
<i>Sida rhombifolia</i>	5,0 A	3076 E	13,8 D	S
<i>Solanum americanum</i>	5,0 A	10644 A	46,0 A	S
<i>Solanum pseudocapsicum</i>	5,0 A	2393 F	10,3 D	S
<i>Solanum sisymbriifolium</i>	5,0 A	1997 F	8,7 D	S
<i>Sonchus oleraceus</i>	1,0 F	85 I	0,1 H	R
<i>Talinum paniculatum</i>	4,0 C	1722 G	7,0 E	S
<i>Lycopersicum esculentum</i> ⁶	5,0 -	9089 -	39,3 -	S
CV (%)	10,26	20,08	23,83	

Tabela 1 - Índice de galhas (IG), nematoides por grama de raiz (NNGR) e fator de reprodução (FR) de *Meloidogyne javanica* em diferentes plantas daninhas.

¹ Índice de galhas baseada em Taylor e Sasser (1978): 0 = sem galhas, 1 = 1 a 2, 2 = 3 a 10, 3 = 11 a 30, 4 = 31 a 100 e 5 = mais de 100 galhas por sistema radicular.

² Número de nematoides por grama de raiz: razão entre o número total de nematoides e a massa total das raízes.

³ Fator de reprodução (FR) = População final/População Inicial

⁴ Reação baseado em Oostenbrink (1966): Resistente (R) (RF < 1,0) e suscetível (S) (RF ≥ 1,0)

⁵ Medias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro;

REFERÊNCIAS

BELLÉ C et al. Plantas daninhas como hospedeiras alternativas para *Meloidogyne incognita*. **Nematropica** v. 47, n. 1, p. 26-33, 2017b.

BELLÉ C et al. Reproduction of *Meloidogyne enterolobii* on different weeds. **Tropical Plant Pathology** v. 44, n. 1-5, 2019.

BELLÉ C. et al. Host suitability of weeds to *Pratylenchus brachyurus* in Northwest of Rio Grande do Sul, Brazil. **Nematropica** v. 45, n. 2, p. 144-149, 2015.

BELLÉ C. et al. Reproduction of *Pratylenchus zaeae* on weeds. **Planta Daninha**, v. 35, p. e017158528, 2017.

CRUZ CD (2006) Programa Genes – Estatística Experimental e Matrizes. 1ª ed. Viçosa: Editora UFV.

- DIAS, W. P. et al. Hospedabilidade de algumas ervas daninhas ao nematoide de cisto da soja. **Nematologia Brasileira**, v. 19, n.1, p.9-14, 1995.
- DINARDO-MIRANDA, L. et al. Influência da época de aplicação de nematicidas em soqueiras sobre as populações de nematoides e a produtividade da cana-de-açúcar. **Bragantia** v.67, n.1, p.179-190, 2008.
- HEAP, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. Thursday, March 21, 2019 . Available www.weedscience.org
- HUSSEY RS; BARKER KR. 1973. A comparison of methods colleting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Reporter**, v. 57, p.1025-1028.
- LORDELLO, R. R. A. et al. Multiplicação de *Meloidogyne javanica* em plantas daninhas. **Nematologia Brasileira**, v.12, n.1, p.84-92, 1988.
- MOENS M. et al. *Meloidogyne* species – a diverse group of novel and important species, Pp. 1-17. In: Root-Knot Nematodes. Wallingford: CABI, p. 1-17, 2009.
- MONACO, A. P. et al. Reação de Espécies de Plantas Daninhas a *Meloidogyne* incognita Raças 1 e 3, a *M. javanica* e a *M. paranaensis*. **Nematologia Brasileira**, v. 33, p. 235-242, 2009.
- MOURA, R. M. O gênero *Meloidogyne* e a meloidoginose – Parte II. **Revisão Anual de Patologia de Plantas** v. 5, p. 281-315, 1997.
- OOSTENBRINK M. 1966. Major characteristic of relation between nematodes and plants. **Mededelingen Landbouwhogeschool**, v. 66, n. 1, p. 1-46.
- RALMI, N. H A. A. et al. Occurrence and control of root-knot nematode in crops: A review. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 12, p. 1649-1654, 2016.
- RAMOS, R. F. et al. Plantas daninhas como hospedeiras dos nematoides-das-galhas. **Revista Agronomia Brasileira**, v.3, p. erab201906, 2019.
- SANTOS, J.B.; CURY, J.P. Picão-preto: uma planta daninha especial em solos tropicais. **Planta Daninha** v.29, n. spe, p.1159-1171, 2011.
- SEVERINO, J. J. et al. Nematodes associated with sugarcane (*Saccharum* spp.) in sandy soils in Parana, Brazil. **Nematopica**, v.40, n.1, p. 111-119, 2010.
- SILVA, S. L. S., et al. Reação de plantas daninhas a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, v. 37, p. 57- 60, 2013.
- SINGH, S. K. et al. Weed host of root-knot nematodes and their distribution in Fiji. **Weed Technology**, v. 24, n.4, p. 607-612, 2010.
- TAYLOR, A.L.; SASSER, J. N. Biology, identification and control of root-knot nematodes. North Carolina State University, Raleigh: Department of Plant Pathology. 1978.

SIMULAÇÃO DOS ESTOQUES DE CARBONO DO SOLO SOB PLANTIO CONVENCIONAL E DIRETO NA REGIÃO DO CERRADO DA BAHIA

Luciano Nascimento de Almeida

Universidade Federal de Lavras- UFLA
Lavras- MG

Adilson Alves Costa

Universidade do Estado da Bahia- UNEB
Barreiras- BA

RESUMO: Tem-se utilizado modelos matemáticos para estudar o comportamento de diferentes usos e práticas de manejo em relação à dinâmica de matéria orgânica no solo. Entre esses modelos, o Century vem apresentando uma satisfatória capacidade para simular os efeitos de diferentes usos e manejo. O objetivo dessa pesquisa foi utilizar o modelo Century4.5 para simular as alterações dos estoques de carbono do solo em áreas sob plantio convencional e direto no cerrado da Bahia. O modelo foi executado simulando um período de 5000 anos (simulação de equilíbrio) para a área de cerrado nativo utilizando como dados de entrada as variáveis do local (granulometria, densidade do solo, pH, temperatura média mensal e precipitação pluviométrica). A simulação para as diferentes formas de uso do solo (APC e APD) foram iniciadas com os dados gerados pela simulação de equilíbrio. O modelo Century foi satisfatório para a realizar representações dos teores de carbono e nitrogênio para as ACN com erros inferiores

a 8% para carbono e 10% para nitrogênio. A substituição da APC por APD, ao longo dos anos foi capaz de aumentar os estoques de C e N no solo.

PALAVRAS-CHAVE: Simulação; manejo; modelagem

ABSTRACT: It has been used mathematical models to study the behavior of different uses and management practices in relation to the dynamics of organic matter in the soil. Among these models, Century has shown a satisfactory ability to simulate the effects of different uses and management. The objective of this research was to use the Century4.5 model to simulate changes in soil carbon stocks in areas under conventional and direct in Cerrado of Bahia. The model was executed simulating a period of 5000 years (equilibrium simulation) for the native cerrado area using as input data the local variables (grain size, soil density, pH, average monthly temperature and rainfall). The simulation for the different forms of land use (APC and APD) were initiated with the data generated by the equilibrium simulation. the Century model was satisfactory to perform representations of carbon and nitrogen contents for ACN with errors less than 8% for carbon and 10% for nitrogen. The replacement of APC by APD over the years was able to increase C and N stocks in the soil.

KEYWORDS: Simulation; management; modeling

1 | INTRODUÇÃO

O cerrado brasileiro vem nos últimos anos passando a ter um importante papel na produção de alimentos, isso porque com o advento da agricultura há uma maior expansão das áreas cultivadas e aumento da produção. De maneira geral, apresentam solos pobres em cátions trocáveis e boas características físicas, tais como relevo plano, perfil profundo, boa porosidade e estabilidade de agregados (WENDLING, 2007).

No entanto, com o uso agrícola desses solos há uma degradação das características físicas desses solos. Por possuírem um intemperismo elevado, esses solos tornam-se muito dependentes de matéria orgânica para manter adequado o funcionamento e sustentabilidade. Assim, para promover uma boa qualidade desses solos é recomendável a adoção de sistemas de produção que permitam preservar essa matéria orgânica, que possui um papel fundamental na manutenção das características físicas, químicas e biológicas dos solos. Nos últimos anos, a incorporação do C (carbono) tem ganhado destaque, para abrandar o aumento de CO₂ na atmosfera e visando as melhorias das qualidades emergentes que se consegue com o sequestro do carbono.

Sendo assim, tem-se utilizado modelos matemáticos para estudar o comportamento de diferentes usos e práticas de manejo em relação à dinâmica de matéria orgânica no solo. Entre esses modelos, o Century vem apresentando uma satisfatória capacidade para simular os efeitos de diferentes usos e manejo.

Contudo, o objetivo dessa pesquisa foi utilizar o modelo Century4.5 para simular as alterações dos estoques de carbono do solo em áreas sob plantio convencional e no cerrado da Bahia.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização da Área de Estudo

Os locais de estudo compreendem áreas representativas de produção de grãos e fibras, localizadas no município de Luís Eduardo Magalhães (11° 51' 8" S, e 45° 37' 50" W, altitude de 763 m). O clima, segundo a classificação de Koppen, é do tipo BSh, quente e seco com chuvas de inverno, tendo uma média de temperatura que varia em torno de 34° C e 18° C (INMET, 2010). A precipitação anual é superior a 1.000 mm e a evapotranspiração anual se situa entre 1.400 mm e 1.600 mm. O período chuvoso ocorre entre outubro e março e período seco entre abril e setembro (FRANÇA, 1999). Há predominância de Latossolos (+ de 50%), solos profundos, bastante intemperizados, pobres em bases e matéria orgânica (EBRAPA, 1997). O traço mais característico da região baseia-se na topografia plana que compõe topos

e rampas entalhados por vales que contem a rede de drenagem, predominantemente perene, em funções dos totais pluviométricos anuais (MORAES, 2003).

2.2 Seleção das Áreas e Histórico

As áreas de estudos foram selecionadas em duas fazendas, de acordo com as formas de uso do solo. Área sob plantio convencional (APC), localizada na fazenda Busato. Esta área é caracterizada pelos cultivos sucessivos de soja/milho/algodão, sendo usada pivô para irrigação das culturas e o preparo do solo com arado e gradagem para dar condições ideais para a germinação. Área sob plantio direto (APD), localizada na fazenda Boa Vista. Caracterizada pelas seguintes sucessões de culturas: algodão/milho/soja. Os cultivos são caracterizados sem revolvimento do solo, rotação de cultura e palhada no solo. O plantio direto foi adotado há 16 anos. Área de cerrado nativo está localizada na fazenda Palmeiras I. Amostragem de Solo Em cada área de estudo foi demarcado uma subárea de 1 hectare onde foram demarcados 25 pontos aleatórios. Depois foram realizados sorteios de 05 pontos para a abertura de mini trincheiras nas dimensões de 0,30 m de largura, 0,20 m de comprimento e 0,40 m de profundidade. Após a abertura da mini trincheiras foram coletadas amostras deformadas com auxílio de uma espátula na camada de 0,00-0,20 m. As amostras foram armazenadas e identificadas para determinação dos teores de carbono, nitrogênio, pH, e granulometria do solo. Foram coletadas amostras indeformadas na mesma profundidade utilizando anel volumétrico para a determinação da densidade do solo. As amostras devidamente identificadas foram transportadas do campo ao Laboratório de Química e Física do Solo pertencente ao Departamento de Ciências Humanas da Universidade do Estado da Bahia, UNEB, campus IX. As amostras deformadas foram secas ao ar ou estufa (45° C), destorroadas e passadas em peneiras de malha 2,0 mm para obtenção da fração terra fina seca ao ar (TFSA) e, conseqüentemente, o encaminhamento para fins de análises químicas do solo. As amostras indeformadas foram conduzidas ao laboratório para determinação das análises físicas do solo.

2.3 Análises Químicas e Físicas

As análises químicas constaram da determinação dos teores de carbono total (COT), nitrogênio total (NT) e pH. O C será quantificado por oxidação da matéria orgânica via úmida, empregando solução de dicromato de potássio em meio ácido, com fonte externa de calor (Yeomans & Bremner, 1988). O N do solo foi determinado por meio da digestão sulfúrica e quantificado por destilação Kjeldhal (Bremner, 1996). O pH e as análises físicas (granulometria e densidade do solo) foram determinadas segundo a metodologia da Embrapa, (1997).

2.4 Determinação dos Estoques de Carbono e Nitrogênio do Solo

Os estoques totais de carbono e nitrogênio do solo foram calculados utilizando-

se a massa do solo equivalente a espessura do solo, como descrito por Ellert e Bettany (1995), para corrigir erros que possam ser introduzidos em virtude da variação na densidade do solo (D_s). Desta forma, inicialmente foi calculada a massa do solo (M_s) pela seguinte equação: Eq (1): $M_s = \rho \times esp \times A$, onde: M_s = massa do solo, expressa em $Mg\ ha^{-1}$; ρ = densidade do solo, expressa em $Mg\ m^{-3}$; esp = espessura do solo, expressa em m; A = área, $10.000\ m^2$. Com base na massa do solo foi calculada a espessura a ser adicionada ou subtraída ($E_{ad/sub}$), tendo a massa a área de cerrado nativo como referência: Eq (2): $E_{ad/sub} = (M_{ref} - M_{trat}) \times 0,0001 / \rho$, onde: $E_{ad/sub}$ = espessura a ser adicionada (+) ou subtraída (-), expressa em m; M_{ref} = massa da área de referência, ou seja, cerrado nativo, expressa em $Mg\ ha^{-1}$; M_{trat} = massa das áreas sob plantio convencional e direto, expressa em $Mg\ ha^{-1}$; $0,0001$ = fator conversão; ρ = densidade do solo, expressa em $Mg\ m^{-3}$. Dessa maneira, os estoques totais de C e N foram ser calculados pela seguinte equação: Eq (3): $Estoque = C\ ou\ N \times \rho \times (esp \ +/-\ E_{ad/sub}) \times 10.000 \times 0,001$, onde: C ou N = concentração de COT ou NT, expressa em $dag\ kg^{-1}$; ρ = densidade do solo, expressa em $Mg\ m^{-3}$; esp = espessura da camada, expressa em m; $E_{ad/sub}$ = espessura a ser adicionada (+) ou subtraída (-), expressa em m; 10.000 = área de 1 ha, expressa em m^2 ; $0,001$ = fator conversão para $Mg\ ha^{-1}$.

2.5 Descrição do Modelo Century

O modelo Century consiste de vários modelos: submodelo de água, submodelo de produção vegetal e o submodelo de dinâmica de matéria orgânica (Parton et al., 1987). O modelo funciona em escala de metro quadrado e simula a camada superficial de 0-20 cm. As principais variáveis de entrada requeridas pelo modelo são: climáticas (precipitação mensal e temperatura média mensal); de solo (conteúdo de areia, silte e argila) e teores iniciais de carbono e nitrogênio em diferentes compartimentos do solo; de planta baseado no conteúdo de lignina do material vegetal. O submodelo matéria orgânica do solo é baseado em múltiplos compartimentos (Coloman e Jenhinson, 1996), sendo três representando a matéria orgânica do solo e dois referenciando os resíduos vegetais. A matéria orgânica é dividida em três compartimentos: ativo, lento e passivo. Sendo o ativo constituído pela biomassa microbiana do solo, sendo de fácil decomposição apresentando tempo de reciclagem rápido (1 a 5 anos). Já o compartimento lento é derivado do material vegetal resistente (lignina) e da matéria orgânica protegida química e fisicamente protegida, apresentando tempo de reciclagem intermediário entre 20 a 40m anos. O compartimento passivo caracteriza pelo material muito resistente a decomposição, sendo quimicamente recalcitrante e protegido fisicamente, com longo de reciclagem, entre 200 a 500 anos (Leite, 2002).

2.6 Obtenção das Variáveis de Entrada do Modelo Century

Para o funcionamento do modelo foi necessário um conjunto mínimo de variáveis que foram fornecidas, entre elas, tem-se: - Temperatura média mensal (máxima e

mínima) e precipitação pluviométrica: foi utilizada a média mensal calculada a partir dos dados de 1960 a 2014, obtido da estação meteorológica no município de Barreiras, gentilmente, cedida pelo grupo de pesquisa GAMUR (grupo de pesquisa de agrometeorologia) do Departamento de Ciências Humanas, campus IX; - Granulometria do solo: obtido das áreas de estudo (ACN, APC e APD). Determinado segundo a metodologia da Embrapa, (1997); - Valores de pH e densidade do solo: obtido das áreas de estudo (ACN, APC e APD). Determinado segundo a metodologia da Embrapa, (1997).

2.7 Calibração do Modelo

A calibração é fundamental em estudos de modelagem, pois visa estabelecer coincidências entre dados medidos (observados no campo) e os dados simulados pelo modelo por meio de ajustes de parâmetros internos destes (Gomes & Varriale, 2004). Já na etapa de validação de um modelo, as suas estimativas devem ser comparadas com dados observados diversos daqueles usados na sua construção e calibração (Leal, 1996; Gomes & Varriale, 2004). Em geral, o processo de calibração do Century é realizado de forma interativa com a execução do modelo, inspeção das saídas e alterações da máxima produção bruta mensal de biomassa da floresta e, ou, das culturas, até que o estoque de carbono simulado se aproxime ao máximo do estoque de carbono medido. Para a calibração nas condições de equilíbrio foram necessárias algumas alterações no arquivo de variáveis fixas (FIX.100), para que as taxas de decomposição dos compartimentos se ajustassem aos do cerrado em estudo, pois, provavelmente sem esses ajustes não seria possível rodar o modelo para condições tropicais, uma vez que esse foi concebido e validado para condições de clima temperado. Sempre que necessário foram realizadas alterações nas variáveis do TREE (onde foi incorporado modificações dos valores referentes ao bioma cerrado); CROP (utilizando parâmetros de plantas de herbáceas para o cerrado) e; FIRE (incorporado a presença de fogo na área de cerrado).

2.8 Simulação das Áreas de Estudo

Após os ajustes, o modelo foi executado simulando um período de 5000 anos (simulação de equilíbrio) para a área de cerrado nativo, utilizando como dados de entrada as variáveis do local (granulometria, densidade do solo, pH, temperatura média mensal e precipitação pluviométrica). Foi criado um arquivo apropriado para realizar a simulação de equilíbrio para a vegetação do tipo cerrado. Para cada área sob diferente forma de uso do solo (APD e APC), o modelo simulou a derrubada do cerrado e a conversão desses para as formas de uso estudadas, onde foram estimados os estoques de carbono do solo ao longo dos anos (1961 a 2017). A simulação para as diferentes formas de uso do solo (APC e APD) foram iniciadas com os dados gerados pela simulação de equilíbrio. Os valores estimados de carbono pelo modelo foram

comparados com os obtidos no campo via métodos laboratoriais, permitindo, assim, testar a validade do modelo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Adaptação do modelo Century4.5 para simulação dos estoques de C e N em áreas sob plantio convencional e direto no cerrado da Bahia

3.1 Simulação de Equilíbrio

Para a simulação de equilíbrio foram imprescindíveis modificações de algumas alterações no arquivo de variáveis fixas do modelo (FIX 100), nos parâmetros DEC4, VARAT 2 (1.1), VARAT 3 (1.1) Dessa forma, os parâmetros de decomposição e relação C:N dos compartimentos foram modificados para que se ajustassem os valores simulados aos observados de carbono (C) e nitrogênio (N) da área de Cerrado Nativo (CN) isso porque o modelo Century foi concebido e validado para situações de clima temperado e sem os devidos ajustes seria impossível rodar o modelo para condições tropicais. Foram realizadas outras modificações no arquivo de TREE 100 adaptando assim a produção primária de acordo com a encontrada no cerrado, assim como nos parâmetros que fazem referência ao preparo do solo (CULT100) e culturas (CROP100). Depois desses ajustes realizados, o modelo foi rodado simulando um período de 5.000 anos possibilitando a estabilização dos compartimentos. Pode-se observar que a os estoques de carbono orgânico total do solo (COT) e nos compartimentos ativo, lento e passivo estabilizaram aproximadamente no ano 2000. O COT se estabilizou em 31.70 Mg ha⁻¹, muito semelhante aos observados na ACN, via análises laboratoriais, que foi de 34,41 Mg ha⁻¹, apresentando um erro de 8% (figura 1a; tabela 1).

Observa-se que o compartimento passivo é o que possui a maior relação C/N (13.48). Ainda na tabela 1 pode-se observar que o estoque de C no compartimento passivo superou o do C Observa-se que o compartimento passivo é o que possui a maior relação C/N (13.48). Ainda na tabela 1 pode-se observar que o estoque de C no compartimento passivo superou o do C lento. O C passivo se estabilizou em 24,13 Mg ha⁻¹ Com relação à dinâmica do N, a associação entre os compartimentos lento e passivo do N total seguiu a mesma sequência do C, com o compartimento passivo sendo responsável pelo maior estoque de N, equivalendo a 1,79 Mg ha⁻¹ (75%) do N total (figura 1b). Em relação aos estoques de N simulados pelo modelo, este apresentou estoques de 2,43 Mg ha⁻¹ e 2,19 Mg ha⁻¹ entre os dados simulados e observados, respectivamente, observando assim um erro de 10% (figura 1b; tabela 1).

Adaptação do Modelo Century4.5 Para Simulação dos Estoques de C e N em Áreas Sob Plantio Convencional e Direto no Cerrado da Bahia

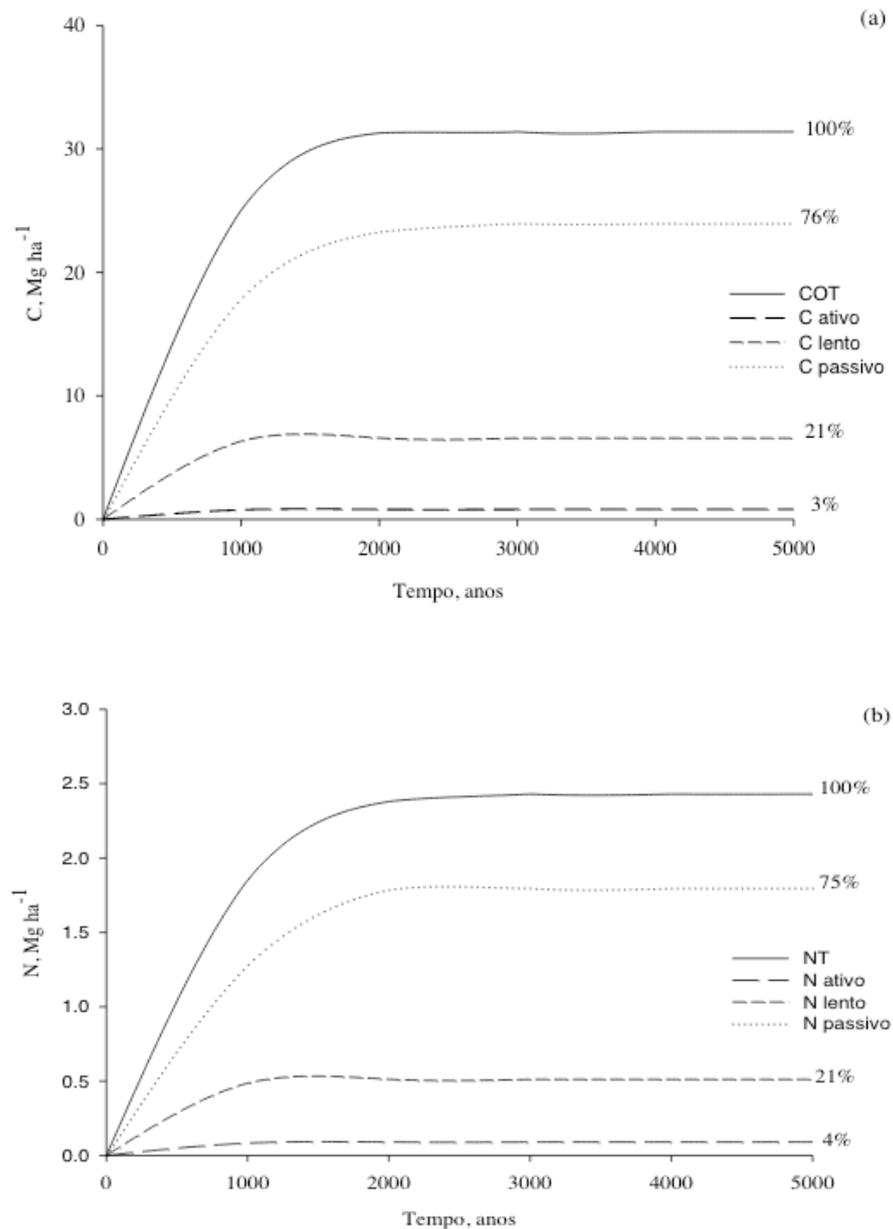


Figura 1. Dinâmica dos compartimentos de C (a) e N (b) na simulação de equilíbrio de 5.000 anos da área de cerrado nativo (ACN) estimado pelo modelo Century 4.5.

Compartimentos	Estoques		Relação C/N	
	Carbono		Nitrogênio	
	-----Mg ha ⁻¹ -----			
Ativo	0,86	0,11	7,82	
Lento	6,70	0,51	13,13	
Passivo	24,13	1,79	13,48	
Total	31,70	2,43	13,04	

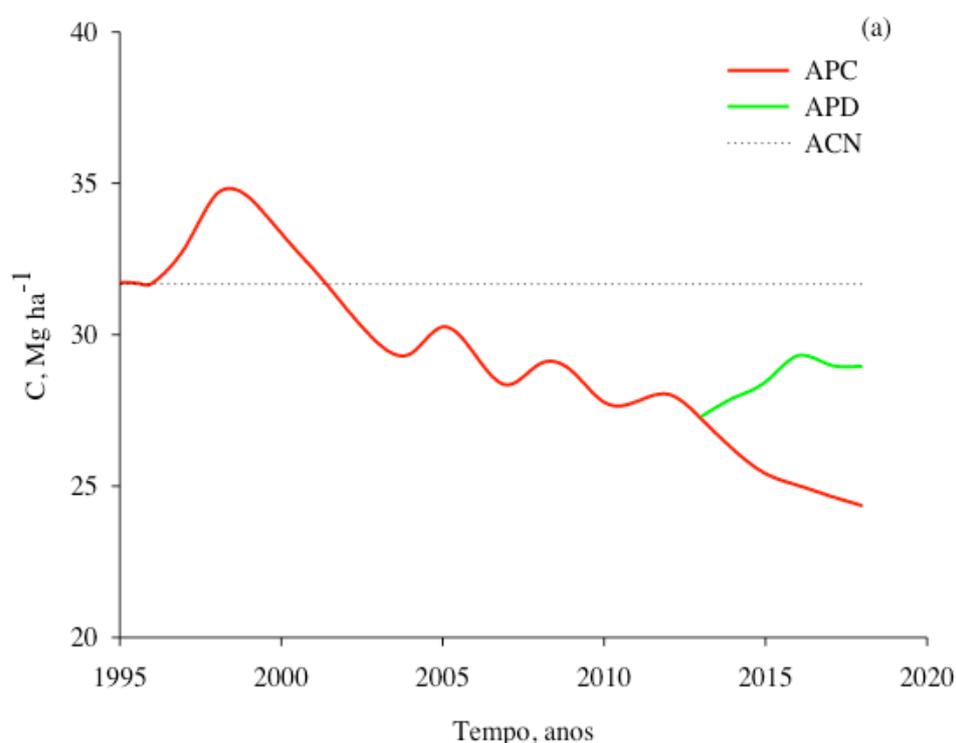
Tabela 1. Valores simulados para carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) nos compartimentos ativo, lento e passivo em solos de cerrado (ACN) (simulação de equilíbrio), em São Desiderio, BA.

3.2 Simulação da dinâmica de C e N em áreas sob plantio convencional e direto

A partir dos valores da simulação de equilíbrio, procedeu-se a simulação dos cenários. Na figura 2 e 3 é observa-se a dinâmica do COTs e NT a partir dos valores da simulação de equilíbrio até o final do ano de 2017. Nesse período pode-se observar que o modelo simulou as mudanças no uso e no manejo adotadas para uso do solo.

Com a derrubada do cerrado em 1997 e preparo do solo para implantação da cultura do arroz e conseqüentemente a implantação do plantio convencional (APC), pode-se observar que ocorreu um aumento nos estoques de carbono nos três primeiros anos, superando os valores encontrados na Área de Cerrado Nativo (ACN), isso pode ser explicado, pois devido a derrubada do cerrado, foi retirado todo o material vegetal de maior diâmetro, dessa forma, a serapilheira, galhos finos e folhas depositadas na superfície foram incorporados ao solo promovendo um aumento nos teores de C no solo devido a decomposição desses materiais.

Porém, nos anos seguintes por volta de 1999 os estoques foram diminuindo, uma vez que quando ocorre o revolvimento do solo para a implantação da cultura, há uma maior aceleração da decomposição. Com isso, a APC seguiu-se em declínio constante no COT do solo, ficando esses abaixo dos teores encontrados na ACN. Por volta do ano de 2013, com a implantação do plantio direto, observa-se que o COT sofre um leve aumento no acumulo do carbono, isso porque o solo não foi mais revolvido.



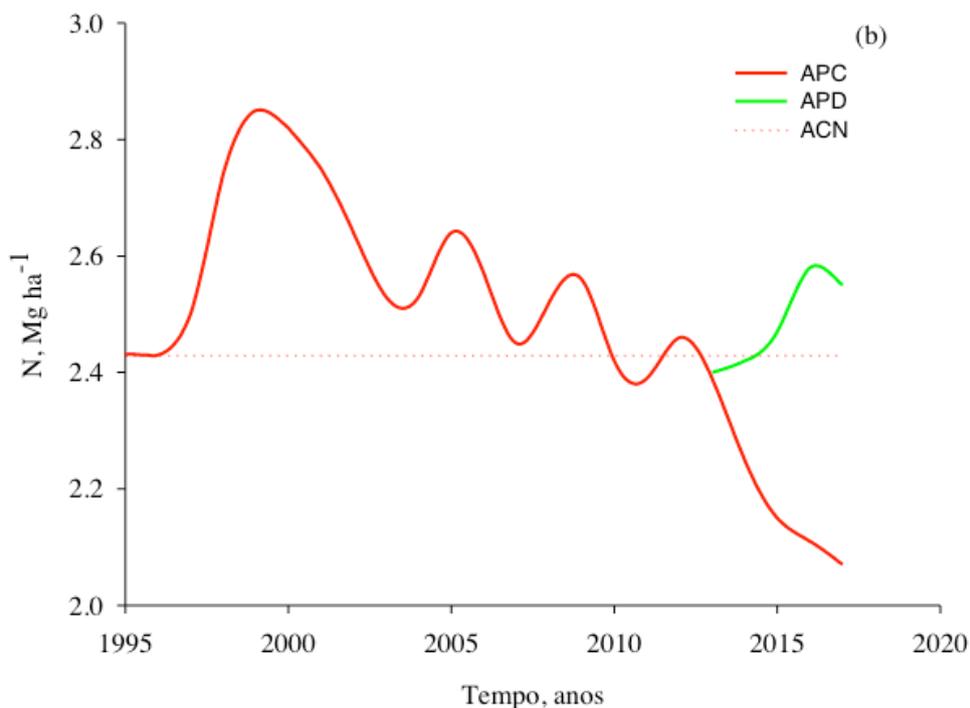


Figura 2 Estoque de C (a) e N (b) simulados pelo modelo century4.5.

O comportamento da dinâmica dos estoques de NT se diferenciou dos observados para em relação aos tratamentos (figura 2). No geral, tanto para a APC quanto APD, o modelo simulou valores maiores que os observados na ACN nos primeiros anos após a derrubada do cerrado. A partir de 1997, com a derrubada do cerrado e implantação do plantio convencional, pode-se observar que os teores de N sofreram um relativo aumento nos primeiros anos, alcançando cerca de 2.9 Mg ha⁻¹, com algumas oscilações, por volta de 2010, os teores ficaram abaixo dos valores encontrados na ACN, no entanto por volta de 2013, com a implantação do plantio direto pode-se observar que há um aumento nesses teores, superando assim, os valores encontrados na ACN, isto devido a adição de N através de adição de adubos nitrogenados. Sendo assim, a implantação do plantio direto tende a elevar os níveis de N no solo. Wendling (2014) em seu trabalho simulando estoques de C e N através do modelo Century versão 4.5 para condições tropicais observaram o mesmo comportamento na dinâmica do N do solo com o passar dos anos.

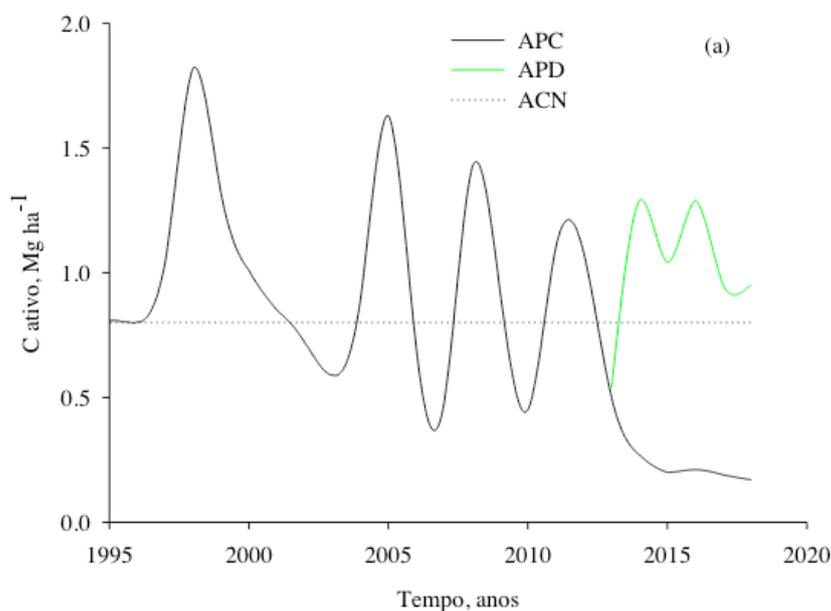
Valor	Relação C/N	
	Estoques Carbono	Nitrogênio
	-----Mg ha ⁻¹ -----	
ACN	31,70	2,43
APC	23,50	1,86
APD	29,40	2,60

Tabela 2. Estoque de carbono (COT), nitrogênio (NT) e relação C/N simulados na área de cerrado nativo (ACN) e área sob plantio convencional (APC) e área sob plantio direto (APD) em São Desidério, BA.

Observa-se na figura 3 que os estoques de C em ambos os compartimentos sofreram uma elevação nos três primeiros anos de cultivo, comportamento semelhante ao COT. Nos compartimentos, com exceção do ativo, os estoques sofreram uma diminuição gradativa, que pode ser explicada devido à desagregação da estrutura e aumento da aeração, que favorece a oxidação do material orgânico, provocada pelo PC, acarretando perda de C no solo (LOBEL *et al.*, 2001).

Devido à mudança imposta no manejo, em 2013 observa-se que com a implantação do plantio direto ambos os compartimentos retornam a aumentar os estoques de C em relação ao plantio convencional. É evidenciado que a implantação do plantio direto tende a melhorar ou manter os estoques de C, contribuindo dessa forma com a melhoria da qualidade do solo. Comportamento semelhante também foi obtido por Wendling *et al* 2014 usando o mesmo modelo nas mesmas condições da atual pesquisa.

O comportamento da dinâmica dos estoques de N nos compartimentos se diferenciou do comportamento do C. Observa-se que na figura 4c e 4a que os estoques de N nos compartimentos passivo e o ativo se mantiveram sempre acima dos estoques da ACN, enquanto que o lento sofreu algumas oscilações e a partir de 2009 ficou abaixo da ACN (figura4c).



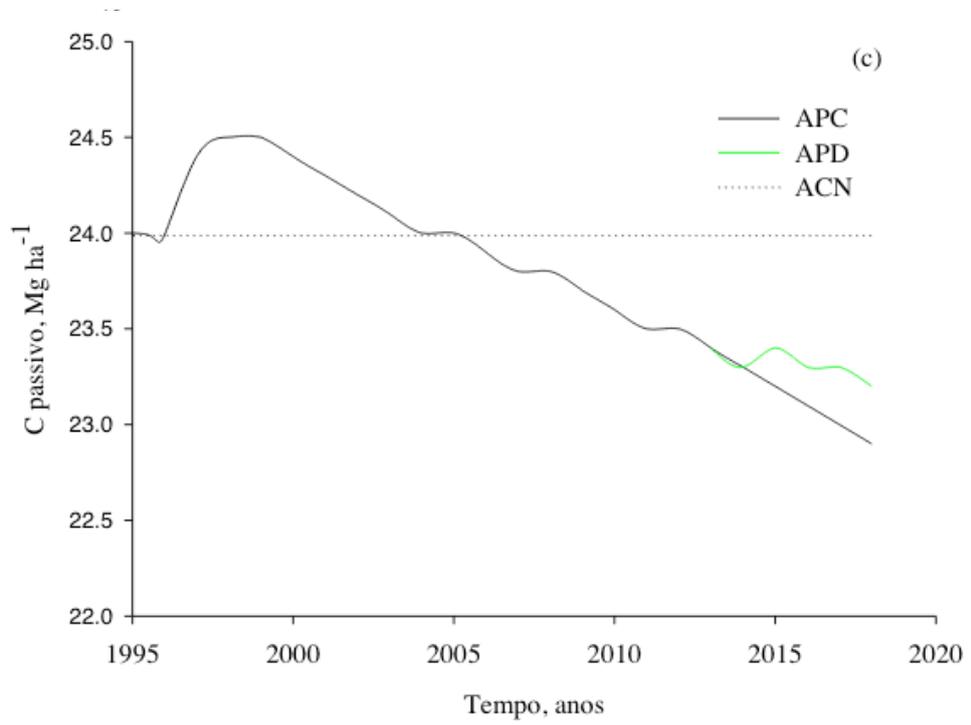
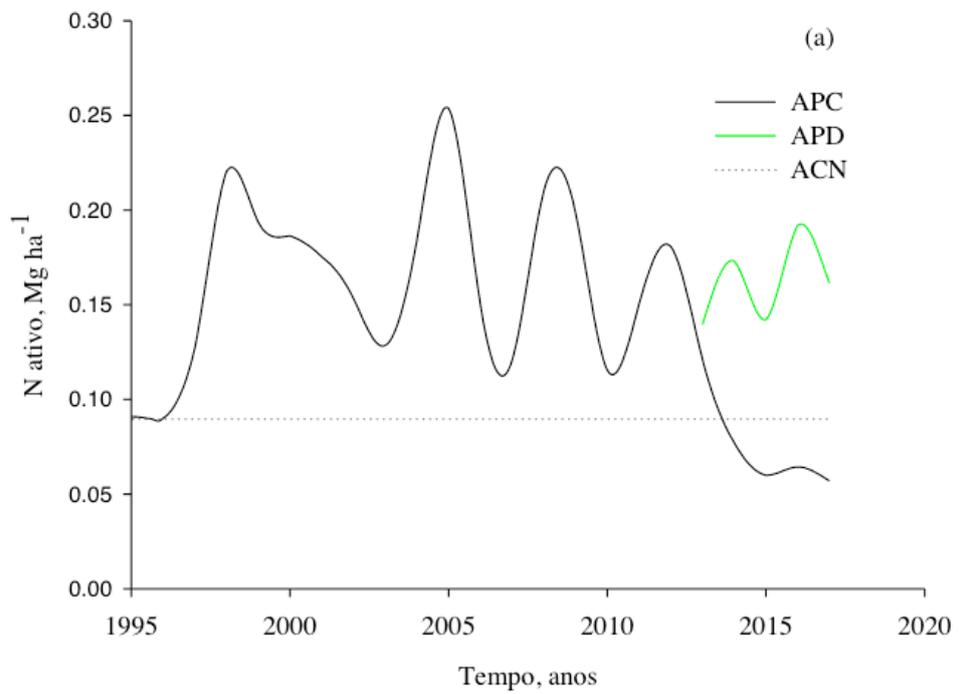


Figura 3. Estoque de C nos compartimentos ativo (a), lento (b) e passivo (c) simulados pelo modelo century4.5.



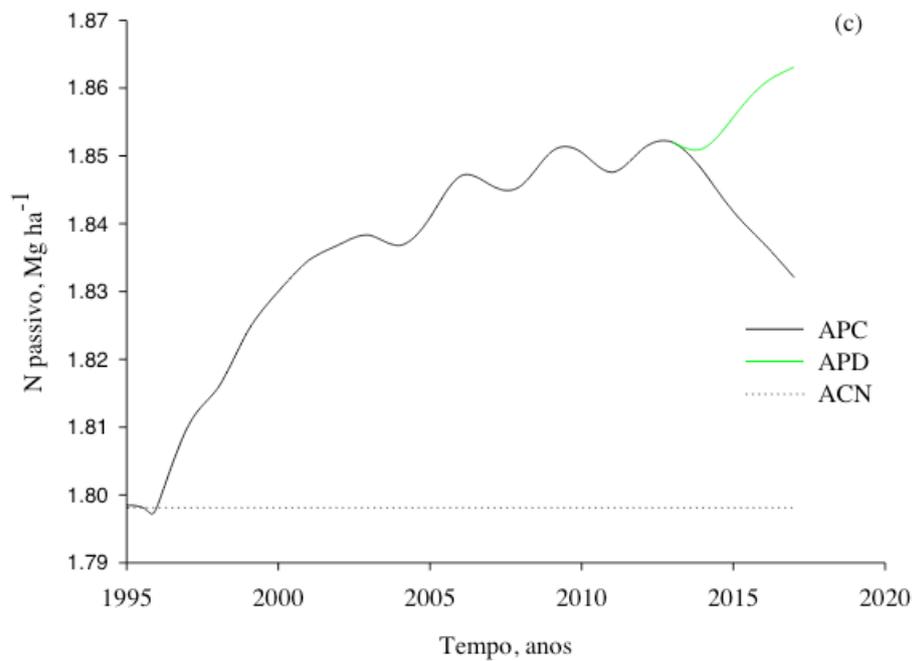
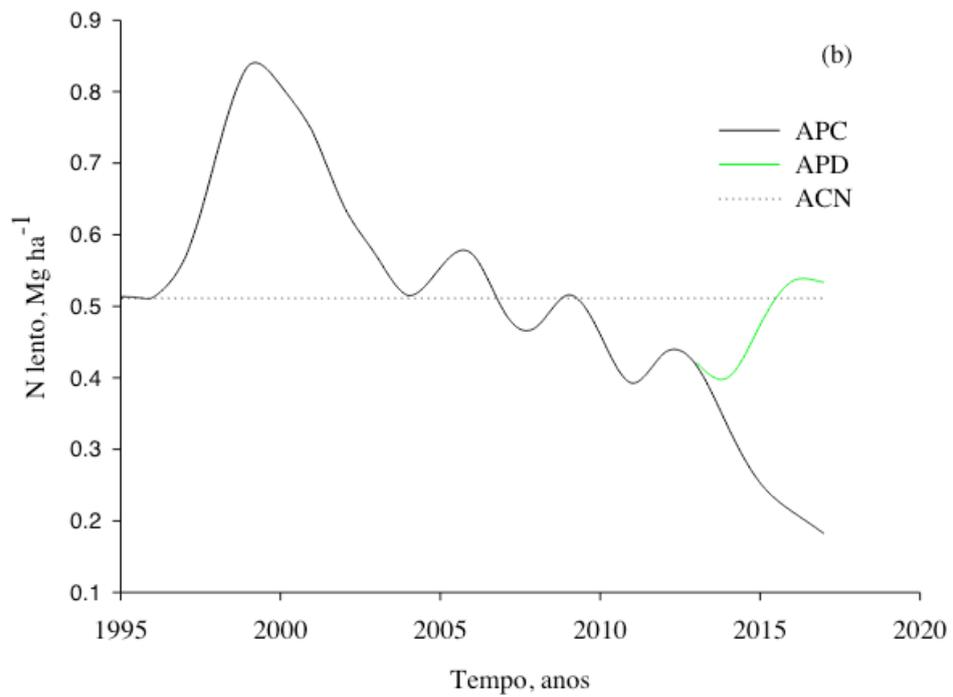


Figura 4. Estoque de N nos compartimentos ativo (a), lento (b) e passivo (c) simulados pelo modelo century4.5.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados indicam que o modelo Century é satisfatório para realizar representações dos teores de carbono e nitrogênio para as ACN com erros inferiores a 8% para carbono e 10% para nitrogênio, tendo os maiores estoques de carbono e nitrogênio nos compartimentos passivos da MOS; A substituição da APC por APD, ao longo dos anos é capaz de aumentar os estoques de C e N no solo.

REFERÊNCIAS

- CERRI, C.E.P.; COLEMAN, K.; JENKINSON, D.S.; BERNOUX, M.; VECATORIA, R. & CERRI, C.C. **Modeling soil carbon from forest and pasture ecosystem of Amazon, Brazil**. Soil Sci. Soc. Am. J., 67:1879-1887, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Manual de métodos e análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FRAZÃO, L. A.; SANTANA, I. K. da S.; CAMPOS, D. V. B. de.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. C. **Estoque de carbono e nitrogênio e fração leve da matéria orgânica em Neossolo Quartzarênico sob uso agrícola**. Pesq. Agropec. Bras. 10:1198-1204, 2010. SISTIR, C. P. J.; SANTOS, H. P.; KOHHANN, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAG, S. BODDEY, R.M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in Southern Brazil. Soil Till Res. 76:39-58, 2004.
- GOMES, A.G. & VARRIALE, M.C. **Modelagem de ecossistemas: Uma introdução**. 2.ed. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2004. 503p.
- GUARESCHI, R. F.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. **Carbono, nitrogênio e abundância natural de d13C e d15N em um Cronossequência de agricultura sob plantio direto no cerrado goiano**. R. Bras. Ci. Solo. 38:1135-1142, 2014. COSTA, P. A.; MOTA, J. C. A.; ROMERO, R. E. FREIRE, A. G.; FERREIRA, T. O. Changes in soil pore network in response to twenty-three years of irrigation in a tropical semiarid pasture from northeast Brazil. Soil Till Res. 2014;137:23-2.
- INMET 2010 (online). INMET Clima: normas climatológicas. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/clima/mapas/?mapa=tmax>>. Acesso em 2 de Jan. de 2019.
- LEAL, M.A.A. **Proposta de modelo de simulação no estudo da dinâmica da matéria orgânica do solo**. Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1996. 111p. (dissertação de Mestrado).
- LEITE, L. F. C. **Compartimentos e dinâmica da matéria orgânica do solo sob diferentes manejos e sua simulação pelo modelo Century**. Universidade Federal de Viçosa, 2002. 142p (Tese de doutorado).
- LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; MACHADO, P. L. O. A.; FERNANDES FILHO, E. I.; NEVES, J. C. L. **Simulating trends soil organic carbon on Acrisol under no-tillage and discplow systems using the Century model**. Geoderma 120:283-295, 2004.
- LOBEL, I.; AMELUNG, W.; DU PREEZ, C.C. Losses of carbon and nitrogen with prolonged cropping from sandy soils of the South African Highveld. **European Journal of Soil Science**. V. 52. P. 93-101. 2001.
- MATIAS, M. C. B. S.; SALVIANO, A. A. C. LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F. **Biomassa Microbiana e estoque de C e N do solo em diferentes sistemas de manejo, no cerrado do Estado do Piauí**. Acta Sci. Agron. 31:517-521, 2009.
- MORAES, L. S. **Diagnóstico de uso e ocupação da bacia do Rio de Ondas: Barreiras/BA**. Universidade Católica de Brasília, 2003. (Dissertação de mestrado).
- PARTON, W. J.; SCHIMEL, D. S.; COLE, C. V.; OJIMA, D. S. **Analysis of factor controlling soil organic matter levels in great plants grasslands**. Soil Science Society Of América, Madison, 51:1173-1175, 1987.
- TORNQUIST, C.G. **Simulação da dinâmica do carbono orgânico do solo em escala regional: aplicação do modelo Century e sistemas de informações geográficas**. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2007. 156p. (Tese Doutorado).

WINK, C.; REINERT, D. J. TORNQUIST, C. G. SILVA, I. R. **Dinâmica do carbono e nitrogênio em plantações de eucalipto no Rio Grande do Sul.** R. Bras. Ci. Solo. 39:1623-1632, 2015.
PEREIRA, M. G.; LOSS, A.; BEUTLER, J.; TORRES, J. L.R. Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em diferentes sistemas de manejo do solo. Pesq. Agropec. Bras.,45:508-514, 2010.

WENDLING, B. **Carbono e Nitrogênio no solo sob diferentes usos e manejo e sua modelagem pelo century.** 2007. 132 f Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

WENDLING, B.; JUSCKSCH, I.; MENDONÇA, E. de. S.; ALMEIDA, R. F.; ALVARENGA, R. C. **Simulação dos estoques de carbono e nitrogênio pelo método Century em Latossolos, no Cerrado brasileiro.** Rev. Cienc. Agron., 45:238-248, 2014.

YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. **A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil.** Comm. Soil Sci. Plant Anal., 19:1467-1476, 1988.

SIMULAÇÃO E CALIBRAÇÃO DO MODELO AQUACROP PARA A ESTIMATIVA DA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA

Gutemberg Porto de Araujo

Universidade do Estado da Bahia
Barreiras - Bahia

Marcos Antônio Vanderlei Silva

Universidade do Estado da Bahia
Barreiras - Bahia

Evandro Chaves de Oliveira

Instituto Federal do Espírito Santos
Colatina-Itapina – Espírito Santo

Ramon Amaro de Sales

Universidade Federal do Espírito Santo
Vitória - Espírito Santo

Silas Alves Souza

Universidade do Estado da Bahia
Barreiras – Bahia

RESUMO: Em função da grande influência dos fatores climáticos na estabilidade fenológica e produtiva, tem se buscado medidas eficientes para melhor determinar previsões, índices de produtividade futuras para as culturas agrícolas. Uma das formas de se incorporar o clima na definição dos ambientes de produção é por meio do uso de modelos agrometeorológicos. O objetivo do presente trabalho foi calibrar e simular o rendimento da biomassa e produtividade da cultura da Soja, utilizando o modelo *AquaCrop*. A pesquisa foi conduzida, na Fazenda Busato I localizada no município de São Desidério - BA, em plantio irrigado de

soja (Cultivar M8866). Durante o ciclo da soja foram realizadas avaliações e coletas para parametrização do modelo. Foram coletados dados de planta: ciclo fenológico, altura de planta, espaçamento e Matéria verde aérea e além de dados de clima: temperatura máxima, mínima e evapotranspiração; irrigação: lâmina e turno de rega; solo: fertilidade, granulometria, adubação para posteriormente ser inserido no programa. Após a alimentação do modelo com os dados obtidos do sítio experimental o programa simulou a matéria seca total em biomassa total e grãos colhidos aparti dos dados adquiridos na Fazenda Busato I. Por fim realizou-se as análises estatísticas, sendo estas a Correlação de Pearson (r), a Raiz Quadrada do Erro Médio (RMSE), além do Índice de Concordância (d) de Wilmott, Erro Médio Absoluto (EMA), Eficiência do método (EF) e Índice de Confiabilidade (c). Concluiu-se que o modelo *AquaCrop* possui um “Ótimo” desempenho na estimativa do rendimento de grãos da cultura de soja M8866.

PALAVRAS-CHAVE: Wilmott, Produção, M8866

ABSTRACT: Due to the great influence of climatic factors on phenological and productive stability, efficient measures have been sought to better predict future productivity indexes for agricultural crops. One of the ways to incorporate the climate in the definition of production

environments is through the use of agrometeorological models. The objective of the present work was to calibrate and simulate the yield of the biomass and productivity of the soybean crop, using the *AquaCrop* model. The research was conducted at Fazenda Busato I located in the municipality of São Desidério - BA, in irrigated soya (Cultivar M8866). During the soybean cycle, evaluations and collections were carried out to parameterize the model. Plant data were collected: phenological cycle, plant height, spacing and aerial green matter, as well as climate data: maximum and minimum temperature and evapotranspiration; irrigation: blade and irrigation shift; soil: fertility, granulometry, fertilization to later be inserted into the program. After feeding the model with the data obtained from the experimental site, the program simulated the total dry matter in total biomass and grains harvested separately from the data acquired at Fazenda Busato I. Finally, the statistical analyzes were performed, such as Pearson's correlation r), Mean Square Error Mean (RMSE), Wilmott Concordance Index, Mean Absolute Error (EMA), Method Efficiency (EF) and Reliability Index (c). However, it was concluded that the *AquaCrop* model has an "Excellent" performance in estimating the grain yield of the M8866 soybean crop.

KEYWORDS: Wilmott, Production, M8866

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos evidenciou-se o crescimento da produção de soja, em grande escala, na região Oeste da Bahia, isto por conta das altas tecnologias aplicadas, tais como pelo melhoramento genético, manejo do solo e evolução da fitopatologia, aliados ao estudo das interações destes fatores em conjunto com as variáveis agroclimáticas. E apesar da influência destas altas tecnologias, para este aumento da produção, com as condições climáticas da região, conferem estabilidade para que uma cultura expresse todo seu potencial produtivo.

Além disso, um ajuste no modelo agroclimático que quantifique a influência direta ou indireta sobre o desenvolvimento, produção máxima, e quebra no rendimento da soja, tem-se suporte técnico/científico para entender essa estabilidade.

O surgimento de modelos caracterizados como agrônômicos ou de engenharia, os quais pretendem ser funcionais para a tomada de decisões no nível dos agricultores, baseando-se na relação de teorias bem estabelecidas com relações empíricas robustas para melhor fornecimento de informações sobre as culturas (FERRONATO et al., STEDUTO et al., 2011).

A parametrização do modelo agroclimático permite, conhecer quantitativamente a influência das condições climáticas sobre o desempenho produtivo das culturas agrícolas, bem como, prever a ocorrência de quebra de rendimento final da produção da cultura agrícola.

Dentre os modelos agrometeorológicos o *AquaCrop* Versão 6.0 da FAO (STEDUTO et al. 2009) é um software que apresenta um modelo focado em simular

a resposta do rendimento de uma cultura específica ao estresse hídrico, durante todo o período de crescimento. O processo de crescimento se dá a partir da simulação do desenvolvimento do dossel (para calcular a transpiração) e da expansão das raízes (para calcular a extração de água do solo) sob as condições ambientais (clima, solo e práticas agrícolas) especificadas durante o ciclo da cultura.

Desta forma, foi criado um modelo de estimativa de produtividade essencial para melhor caracterizar e quantificar essas irregularidades enfrentadas pela região, uma vez que, trata-se de um instrumento imensamente importante para a pesquisa, planejamento e monitoramento da cultura.

Mediante o exposto o objetivo do presente trabalho foi simular e calibrar o rendimento da biomassa e produtividade da cultura da Soja (cultivar M8866), utilizando o modelo *AquaCrop*.

2 | LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Utilizamos dados coletados do pivô 5 em campo na Fazenda Busato I, Latitude. 12°54'14,405" Longitude. 45°30'24,698" e Altitude de 753,45 metros em relação ao nível do mar. O solo da área experimental é caracterizado como Latossolo Amarelo franco-arenoso da localidade de São Desidério-Ba (EMBRAPA, SUDENE, 2018). O município caracteriza-se como uma região de estação seca (maio a setembro) e outra chuvosa (outubro a abril), com precipitação pluviométrica média anual de 1500 ± 500 mm. Os veranicos, períodos de seca de uma a três semanas, podem ocorrer durante a estação chuvosa, especialmente nos meses de janeiro e fevereiro. A temperatura média anual apresenta amplitude de 21,3° a 27,2°C (FERNANDES et al. EMBRAPA, 2009). Foram feitas seis coletas na fazenda Busato I nos respectivos períodos 09/11/2017; 08/12/2017; 15/12/2017; 20/12/2017; 10/01/2018 e 22/01/2018, onde em cada data foram feitas as determinadas análises, estágio vegetativo, florescimento, peso verde, peso seco da cultivar M8866.



Figura 1. Detalhamento do local do estudo através do software GoogleEart.

3 | DESCRIÇÃO DA CULTIVAR

Foi realizado a parametrização e validação do modelo para a cultivar da Soja M8866 está apresentando as seguintes características como uma variedade com elevado potencial produtivo para a região do Oeste da Bahia, estando no grupo de maturação 8.8, resistente ao acamamento ao cancro da haste, olho de rã ampla adaptabilidade, ótima estabilidade e média exigência de fertilidade, cor da flor roxa, habito de crescimento determinado, cor do hilo preto, altura média da planta 80 cm. A variedade possui pontos determinantes como ótimo custo benefício, tecnologia intacta, excelente desenvolvimento radicular.

ESTÁGIOS FENOLÓGICO	DURAÇÃO EM DIAS
Emergência da planta	6
Perdas das Folhas	25
Florescimento	67
Máximo Fechamento Dossel	69
Senescência	95
Maturação	121
Ciclo da cultivar	122

Tabela 1. Estádios fenológicos do crescimento da Soja M8866 localizada na Fazenda Busato I no município de São Desidério-Bahia, nos períodos de análises das coletas da biomassa.

Fonte: ARAUJO (2018).

4 | ANÁLISE DA PARAMETRIZAÇÃO DO MODELO

Foram realizadas parametrizações no modelo *AquaCrop* Versão 6.0 - FAO para simular o rendimento de grãos da cultivar da soja M8866, sob condições locais ambientais do oeste baiano. E para a verificação da qualidade da parametrização, utilizou-se a análise de regressão linear e índices R^2 , a raiz quadrada do erro médio (RMSE), além do índice de concordância (d) de Willmott, erro médio absoluto (EMA), e eficiência do método (EF) (ZACHARIAS, HEATWOLE e COAKLEY, 1996), conforme as seguintes equações

$$r = \frac{n \sum(xi * yi) - (\sum xi)(\sum yi)}{\sqrt{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2} * \sqrt{n \sum yi^2 - (\sum yi)^2}} \quad (\text{Eq. -01})$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2} \quad (\text{Eq. - 02})$$

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Oi - Ei)^2}{\sum_{i=1}^n (|Ei - \bar{O}| + |Oi - \bar{O}|)^2} \quad (\text{Eq. - 03})$$

$$\text{EMA} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Oi - Ei| \quad (\text{Eq. - 04})$$

$$\text{EF} = \frac{\sum_{i=1}^n (Oi - \bar{O})^2 - \sum_{i=1}^n (Oi - Ei)^2}{\sum_{i=1}^n (Oi - \bar{O})^2} \quad (\text{Eq. - 05})$$

Onde o é o valor obtido por meio dos valores observados, Ei o valor estimado pelo modelo padrão e \bar{O} é a média dos valores observados. Também avaliou-se o desempenho do modelo de estimativa pelo o índice de confiança “c” proposto por Camargo e Sentelhas (1997), obtido pelo produto do coeficiente de correlação (r) e o índice de concordância de Willmott (d) (Willmott, 1981):

$$c = r.d \quad (\text{Eq. - 06})$$

O critério adotado para interpretar o desempenho do modelo pelo índice “c”, para os valores de produtividade será:

Valor de “c”	Desempenho
> 0,85	Ótimo
0,76 a 0,85	Muito Bom
0,66 a 0,75	Bom
0,61 a 0,65	Mediano

0,51 a 0,60	Sofrível
0,41 a 0,50	Mal
≤ 0,40	Péssimo

Tabela 2. Critério de interpretação do desempenho do método de estimativa de produtividade, pelo índice "c".

Fonte: Camargo e Sentelhas (1997).

5 | BIOMASSA OBSERVADA, SIMULADA E CALIBRADA

Houve uma grande variação da Biomassa da observada com a Biomassa simulada (Gráfico 9). A Biomassa observada da parte aérea foi correspondente a 23,870 ton.ha⁻¹, enquanto que a Biomassa simulada da foi correspondente a 13,662 ton.ha⁻¹, havendo uma variação de 10,208 ton.ha⁻¹. No entanto, quando a Biomassa simulada foi calibrada, em função da alteração de alguns parâmetros conservativos, com exceção no HI, obteve-se a Biomassa calibrada de 22,627 ton.ha⁻¹, variando somente 1,243 ton.ha⁻¹ da Biomassa Observada.

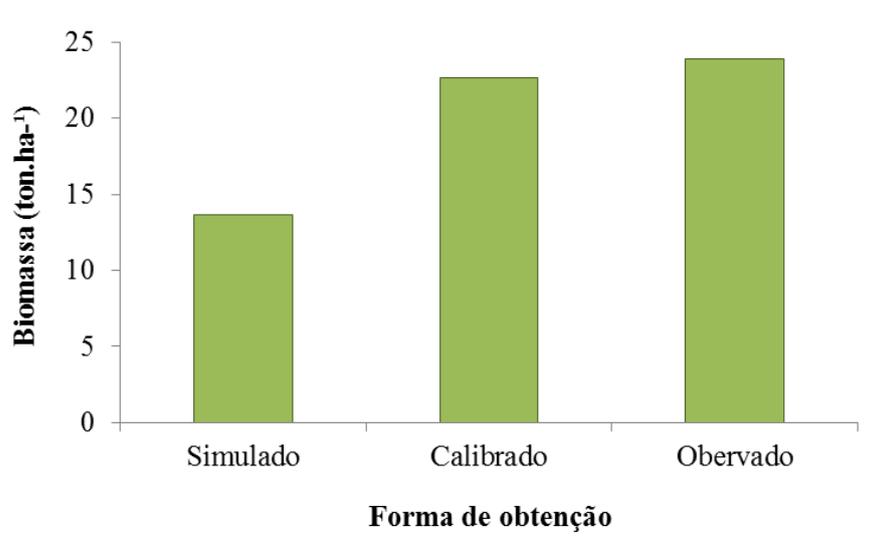


Gráfico 9. Biomassa observada, simulada e calibrada pelo modelo AquaCrop para a cultura da soja, cultivar M8866.

5.1 Simulação para diferentes datas de plantio em irrigado e sequeiro

Os valores de Biomassa simulado e calibrado da cultivar M6688 para diferentes datas de plantio, em condições irrigadas e de sequeiro, são apresentados na Tabela 5. Observa-se que houve pouca variação nos valores simulados quando comparado com as diferentes datas, tanto para irrigado, como para sequeiro. O maior rendimento de biomassa foi observado quando o plantio foi realizado na data 15/10/2017, sendo de 13,662 ton.ha⁻¹ para irrigado, e em 08/10/2017 em condições de sequeiro, com 13,712 ton.ha⁻¹. Já o menor rendimento de biomassa que foi observado quando o plantio foi realizado na data 22/10/2017, para ambas as condições, sendo de 13,456 ton.ha⁻¹

para irrigado e 13,576 ton.ha⁻¹ em sequeiro.

Em relação os valores calibrados, ajustados conforme os valores de Biomassa observados (23,870 ton.ha⁻¹), verificou-se que em condições de sequeiro obteve-se maiores rendimentos de Biomassa, uma vez que este comportamento está relacionado com o manejo de irrigação que é utilizado ao decorrer do ciclo da cultura, que por sua vez, relaciona-se com a necessidade de se irrigar aliado com a lamina irrigada. O maior rendimento calibrado de biomassa foi observado quando o plantio foi realizado em 15/10/2017 e 22/10/2017, para ambas as condições, sendo, respectivamente, de 22,750 e 22,754 ton.ha⁻¹ para irrigado e 23,712 e 23,176 ton.ha⁻¹ em sequeiro. Já o menor rendimento de biomassa calibrada de foi observada quando o plantio foi realizado em 08/10/2017, para ambas as condições, sendo de 22,627 ton.ha⁻¹ para irrigado e 23,046 ton.ha⁻¹ em sequeiro.

Desta forma, constatou-se que as datas que apresentaram melhor calibração com maiores rendimentos foram 15/10/2017 e 22/10/2017.

Datas de plantio	SIMULADO		CALIBRADO	
	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro
 ton.ha ⁻¹			
08/10/2017	13,662	13,712	22,627	23,046
15/10/2017	13,751	13,710	22,750	23,172
22/10/2017	13,456	13,576	22,754	23,176
29/10/2017	13,513	13,660	22,737	23,158
05/11/2017	13,512	13,613	22,726	23,147

Tabela 5. Biomassa cultura da soja simulada e calibrada para diferentes datas de plantio, por meio do Software AquaCrop.

Verificou-se que nos valores de produtividade simulados não houve grande variação quando comparado as diferentes datas, tanto para irrigado, como para sequeiro. A maior Produtividade foi observada quando o plantio foi realizado em 05/11/2017, para ambas as condições, sendo de 6,141 ton.ha⁻¹ para irrigado e 6,085 ton.ha⁻¹ em sequeiro. Já a menor produtividade foi observada quando o plantio foi realizado em 15/10/2017, para ambas as condições, sendo de 6,009 ton.ha⁻¹ para irrigado e 6,018 ton.ha⁻¹ em sequeiro (Tabela 6).

Em relação os valores calibrados em função do valor de produtividade observado (4,620 ton.ha⁻¹), verificou-se que em condições de sequeiro obteve-se maiores produtividades, uma vez que este comportamento está relacionado com o manejo de irrigação que é utilizado ao decorrer do ciclo da cultura, que por sua vez, relaciona-se com a necessidade de se irrigar aliado com a lamina irrigada. O maior rendimento calibrado de produtividade foi observado quando o plantio foi realizado em 08/10/2017 no irrigado, sendo de 4,597 ton.ha⁻¹, e em 29/10/2017 para as condições de sequeiro,

com valor correspondente a 4,649 ton.ha⁻¹.

Datas de plantio	SIMULADO		CALIBRADO	
	Irrigado	Sequeiro	Irrigado	Sequeiro
ton/ha.....			
08/10/2017	6,123	6,064	4,597	4,630
15/10/2017	6,009	6,018	4,583	4,637
22/10/2017	5,964	5,969	4,590	4,645
29/10/2017	6,080	6,096	4,593	4,649
05/11/2017	6,141	6,085	4,583	4,637

Tabela 6. Produtividade da cultura da soja simulada e calibrada para diferentes datas de plantio, por meio do Software AquaCrop.

5.2 Produtividade Observada, Simulada e Calibração

O Gráfico 10 apresenta os valores de produtividade da soja M8866 observados, simulados e calibrados. A produtividade média de grãos observada foi de 4.620 kg.ha⁻¹, porém o modelo simulou, para as mesmas condições observadas em campo, que a produtividade média foi de 6.123 kg.ha⁻¹. Quando o modelo foi calibrado em relação ao valor observado, o valor foi para 4.230 kg.ha⁻¹, sendo que a calibração seguiu as condições que foram apresentadas na Tabela 4, alterando principalmente, o Índice de Colheita.

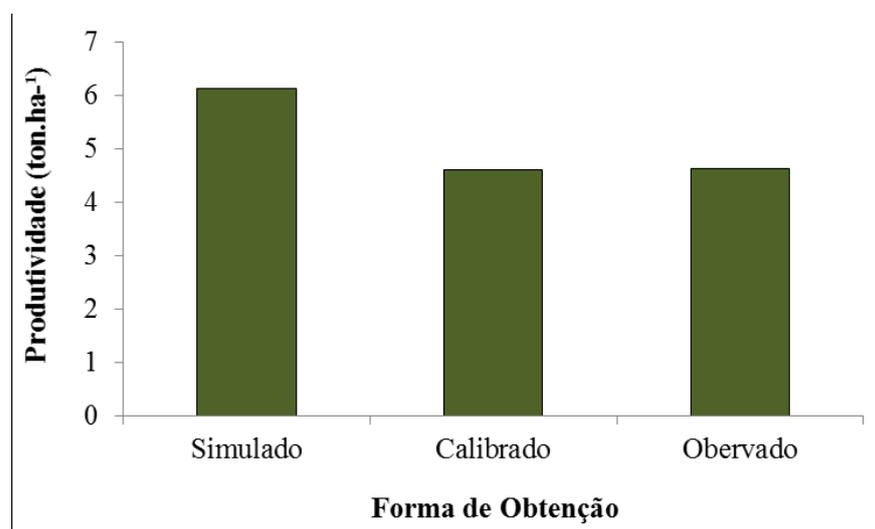


Gráfico 10. Produtividade observada, simulada e calibrada pelo modelo AquaCrop para a cultura da soja, cultivar M7739IPRO.

O modelo agrometeorológico considera os impactos do déficit hídrico tanto no aumento e redução do índice de colheita, dependendo do estágio de desenvolvimento em que ocorre o déficit hídrico e da severidade do estresse. Como a estrutura do modelo prioriza as culturas de grãos, os efeitos do estresse hídrico são avaliados antes

e durante a floração, na fase de produção do produto de interesse. Neste sentido, sabendo que a restrição hídrica é um fator fundamental na maturação da soja, modelar os seus efeitos no índice de colheita é essencial.

A soja em função do seu ciclo curto é sensível a grande influência das variações climáticas durante o estágio de desenvolvimento. Para atingir alta produção a planta precisa de temperatura e umidade do ar adequadas para permitir o máximo crescimento na fase vegetativa, seguida de restrição hídrica ou térmica para favorecer o enchimento de grãos para a colheita (INMAN-BAMBER & SMITH, 2005).

6 | ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A análise estatística do modelo de simulação Biomassa e Produtividade, encontram-se na Tabela 7. Para os índices de exatidão e de precisão houve uma boa correlação entre os valores simulados e os observados. Pode-se verificar, ainda, que na avaliação em termos de confiabilidade o modelo foi classificado como “Ótimo” tanto para Biomassa, como para Produtividade, com valores do índice “c” de 0,97 para Biomassa e de 0,98 para a Produtividade.

Área	EMA (km.ha ⁻¹)	RMSE (km.ha ⁻¹)	r	d	EF	c	
						Valor	Classificação
Biomassa	25000	158,11	0,99	0,9844	0,797	0,9746	Ótimo
Produtividade	30250	173,92	0,99	0,9979	0,977	0,9879	Ótimo

Tabela 7. Análise estatística para a avaliação do desempenho do modelo AquaCrop considerando o rendimento final da cultura da soja M6688. São Desidério, BA, 2018.

EMA = Erro Médio Absoluto; RMSE = Raiz do Erro Quadrático Médio; r = Coeficiente de Correlação de Pearson; d = Índice de Willmont; EF = Eficiência do Método; c = Índice de Confiabilidade.

FERRONATO et al. (2011) pesquisando sobre a qualidade e desempenho nos modelos *AquaCrop*, *CropSyst* e *WOFOST*, na simulação do crescimento da cultura do girassol em diferentes regimes hídricos no sul da Itália, encontraram resultados de estimativa de rendimento de grãos razoáveis em todos os modelos, embora resultados ligeiramente melhores foram obtidas pelo modelo *AquaCrop*. O RMSE e a concordância encontrados pelos pesquisadores com este modelo para o rendimento foi 700 kg ha⁻¹ e 96%, respectivamente, apresentando, portanto, desempenho inferior ao obtido com a cultura da soja no presente trabalho.

7 | CONCLUSÃO

Dentro das condições experimentais conclui-se que o modelo *AquaCrop* possui

um “Ótimo” desempenho na estimativa do rendimento de grãos da cultura de soja. O resultado do trabalho é promissor e oferecerá subsídios para validação das produtividades potenciais da soja, nas condições edafoclimáticas do oeste baiano, em termos de avaliação de riscos climáticos para o seu cultivo.

REFERÊNCIAS

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations Reference manual. **Reference manual: AQUACROP-Version 6.0, 6.** 2018..Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-br248e.pdf>. ROME, 2018

CAMARGO, A.P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

EMBRAPA. **Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado da Bahia (Embrapa/Sudene, 1973)**. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos>. Acesso em 16 de Julho de 2018.

FERNANDES, R. C et al. **OESTE BAIANO: DA AGRICULTURA FAMILIAR À AGROINDÚSTRIA-2009**. Disponível em: <http://www.bahiaflaneur.net/blog2/wp-content/uploads/2010/08/agroindustrie.pdf>. Acesso em 16 de Julho de 2018.

FERRONATO, A. et al. . Modelo *Aquacrop* (FAO): Simulação do rendimento da cultura da soja transgênica. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 17, 2011. **Anais ...**, Guarapari-ES. Disponível em: <http://www.sbagro.org.br/bibliotecavirtual/arquivos/3580.pdf>. Acesso em 14 de Julho de 2018.

INMAN-BAMBER, N.G.; SMITH, D.M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 92, p.185202, 2005.

STEDUTO, P. et al. AquaCrop-The FAO crop model to simulate yield response to water: I. Concepts and underlying principles. **Agronomy Journal**, p. 426-437.2009.

TODOROVIC, M. et al. Assesment of AquaCrop, CropSyst, and WOFOST models in the simulation of Sunflower growth under different water regimes. **Agronomy Journal**, v.101, n.3, p.509-521, 2009.

WILLMOTT, C. J. **On the validation of models**. *Physical Geography*, v.2, p.184-194, 1981.

ZACHARIAS, S.; HEATWOLE, C. D.; COAKLEY, C. W. **Robust quantitative techniques for validating pesticide transport models**. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v. 39, n. 1, p. 47-54, 1996.

TEMPO DE CONTATO SOLO: SOLUÇÃO E VELOCIDADE DE AGITAÇÃO NA EXTRAÇÃO DE FÓSFORO DISPONÍVEL POR MEHLICH-1

Estefenson Marques Morais

Universidade Federal do Piauí/UFPI; Bom Jesus, PI;

Sara Letícia Paixão da Silva

Universidade Federal do Piauí/UFPI; Bom Jesus, PI;

Naryel Santos Batista

Universidade Federal do Piauí/UFPI; Bom Jesus, PI;

Julian Junio de Jesus Lacerda

Universidade Federal do Piauí/UFPI, Bom Jesus, PI.

RESUMO: A extração de fósforo do solo pode ser influenciada por fatores como velocidade de agitação mecânica, tempo de contato da amostra com a solução extratora e temperatura. Assim o objetivo deste trabalho foi avaliar tempos e velocidades de agitação do solo com a solução extratora de Mehlich-1 na análise de P disponível. O experimento foi conduzido em DIC, no esquema fatorial 4 x 4 x 4, com três repetições. Os tratamentos foram quatro tempos de agitação do solo com a solução de Mehlich-1, 5, 10, 15 e 20 min; quatro velocidades de agitação: 150, 200, 250 e 285 rpm; e quatro amostras de solo. A relação solo:solução foi 1:10. Houve diferença nos teores de P disponível em função de cada fonte de variação isoladamente. Os teores de P nas quatro amostras variaram

de 3,2 a 107,8 mg dm⁻³. Houve uma maior quantidade de P disponível no solo quando se elevou a velocidade e o tempo de agitação das amostras analisadas. Este aumento na quantidade extraída ocorre porque, quando se eleva a velocidade e/ou o tempo de agitação, cria-se uma maior instabilidade entre as ligações químicas do P com os coloides, o que resulta em maior dessorção e solubilização de formas de P para a solução do solo. O tempo e a velocidade de agitação do solo com a solução de Mehlich-1 influenciam nos valores de P disponível determinados pelo método.

PALAVRAS-CHAVE: teor de P, métodos de análise, extrator.

ABSTRACT: The extraction of phosphorus from the soil can be influenced by factors such as mechanical agitation speed, sample contact time with the extractive solution and temperature. Thus, the objective of this work was to evaluate soil agitation times and speeds with the Mehlich-1 extractive solution in the available P analysis. The experiment was conducted in ICD, in the 4 x 4 x 4 factorial scheme, with three replicates. The treatments were four soil shaking times with the Mehlich-1, 5, 10, 15 and 20 min solution; four stirring speeds: 150, 200, 250 and 285 rpm; and four soil samples. The soil: solution ratio was 1:10. There was a difference in the available P contents as a function of each

variation source alone. The levels of P in the four samples ranged from 3.2 to 107.8 mg dm⁻³. There was a greater amount of P available in the soil when the speed and the agitation time of the analyzed samples were increased. This increase in the extracted amount occurs because, when the speed and / or agitation time increases, a greater instability is created between the chemical bonds of P with the colloids, which results in a greater desorption and solubilization of P forms for the soil solution. The time and the stirring speed of the soil with the Mehlich-1 solution influence the available P values determined by the method.

KEYWORDS: P content, methods of analysis, extracto.

REFERÊNCIAS

SAMNTOS, L. da S.; SILVA, L. S.; FILHO, A. C.; GRIEBELER, G. Quantidade de fósforo extraído pelas soluções de mehlich-1 e mehlich-3 em razão de diferentes velocidades de agitação, tempos de contato e temperaturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Porto Alegre, v. 39, p.109-119, 2015.

SILVA, F. C. DA S. (Ed.). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

USO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR NA PRODUÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA

Pablo Ramon da Costa

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências
Agrárias
Macaíba-RN

Sueni Medeiros do Nascimento

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências
Agrárias
Macaíba- RN

Emerson Moreira de Aguiar

Prof. Dr. da Universidade Federal do Rio Grande
do Norte
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências
Agrárias
Macaíba- RN

Alysson Lincoln da Costa Silva Júnior

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências
Agrárias
Macaíba- RN

Jefferson Avelino da Costa

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências
Agrárias
Macaíba- RN

Wanderson Câmara dos Santos

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências
Agrárias
Macaíba- RN

João Manuel Barreto da Costa

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências
Agrárias
Macaíba- RN

Samuel Noberto Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências
Agrárias
Macaíba- RN

RESUMO: A inserção de tecnologias nos sistemas de produção agropecuária reflete diretamente nos índices almejados ao qual o setor busca alcançar no país. Dentre as práticas tecnológicas possíveis de utilização, encontra-se o polímero que é oriundo do refino do petróleo e denominado hidrogel que é utilizado na agricultura. O hidrogel possibilita melhoria na absorção de água pelas plantas, nos aspectos físicos do solo, no aproveitamento na reduzida quantidade de água disponível. Objetivou-se avaliar a palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana utilizando o hidrogel agrícola e adubação foliar. O experimento foi conduzido nas instalações da UFRN, utilizando três tratamentos com seis repetições no delineamento em blocos casualizados. A área total de cada parcela foi de 56,25m², porém na colheita foi utilizada 11,25m². O tratamento

Testemunha (T1) recebeu o fertilizante químico aplicado na forma tradicional. O (T2) recebeu fertilizante químico via foliar + hidrogel agrícola. O (T3) recebeu apenas o fertilizante via foliar. O tratamento T2 obteve melhor rendimento produtivo, seguido pelo T3. Houve influência positiva da ação do hidrogel e da adubação foliar no rendimento produtivo. A associação das duas técnicas possibilitou aumento na produção da palma forrageira.

PALAVRAS-CHAVE: Déficit hídrico; Forragem; Hidrogel; Semiárido, Tecnologia;

ABSTRACT: The insertion of technologies in agricultural production systems directly reflects the desired indexes to which the sector seeks to reach the country. Among the possible technological practices of use, is the polymer that comes from the refining of oil and called hydrogel that is used in agriculture. The hydrogel allows improvement in water absorption by the plants, in the physical aspects of the soil, in the utilization of the reduced amount of available water. The Objective of this study was to evaluate the forage Cactus Mexican Elephant Ear using the agricultural hydrogel and foliar fertilization. The experiment was conducted at the UFRN facilities, using three treatments with six replications in a randomized block design. The total area of each plot was 56, 25m², but at Harvest was used 11, 25m². The Control Treatment (T1) received the chemical fertilizer applied in the traditional form. The (T2) received chemical fertilizer via foliar + agricultural hydrogel. The (T3) received only the fertilizer via foliar. The T2 treatment obtained better productive yield, followed by T3. There was a positive influence of the action of hydrogel and foliar fertilization on productive yield. The Association of the two techniques allowed an increase in forage palm production

KEYWORDS: Water Stress; Forage; Hydrogel; Semiarid, Technology;

1 | INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção agropecuários são baseados na forma de exploração e na disponibilidade de água, sendo o recurso um fator determinante para a produção, pois há um elo entre a relação solo-água-planta que reflete na produção da cultura, influenciando diretamente os processos fisiológicos do vegetal (Taiz & Zeiger, 2013).

A palma nas últimas décadas vem se destacando como um dos principais alimentos forrageiros em regiões de reduzida disponibilidade hídrica (Galvão Júnior et al., 2014), favorecendo a manutenção dos sistemas produtivos. No entanto, Guimarães Duque (2004), descreveu que em certas localidades do semiárido nordestino a palma forrageira não se desenvolve bem, devido ao pequeno gradiente de temperatura e umidade do ar baixa, fato que favorece as murchas dos cladódios e perdas de produtividades. Lima et al., (2015), descreveram que o fornecimento hídrico, por meio da irrigação é um fator tecnológico, para reverter o quadro de baixa produtividade da palma forrageira nestas localidades. No entanto, o custo elevado de um sistema de irrigação e a limitação da disponibilidade hídrica na região semiárida que possui apenas aproximadamente 2%

da sua área favorável à irrigação limita o uso da tecnologia.

Dentre as alternativas consideradas eficientes e de baixo custo em relação ao uso dos sistemas convencionais de irrigação, destaca-se os chamados hidrogéis. O produto é capaz de absorver água até 400 vezes em relação ao seu peso quando seco e liberá-la gradativamente para as plantas. Assim, diminuindo os efeitos de um possível déficit hídrico e favorecendo a convivência com a irregularidade na distribuição das chuvas (Nasser et al., 2007).

Quando comparada com outras plantas forrageiras, a palma é mais responsiva em produtividade, ainda é mais eficiente em converter a água em matéria seca quando comparada com as plantas C3 e C4.

Nota-se que o acréscimo de quantidades mínimas de água possibilita aumento no incremento produtivo da planta (Nobel, 1995). Segundo dados do IBGE (2017), esta cactácea possui uma importância para a pecuária em zonas áridas e semiáridas do nordeste brasileiro onde há a maior área cultivada com palma forrageira do mundo.

Esta forrageira apresenta uma produção de biomassa que pode alcançar 45 t de matéria seca em condições de irrigação, de acordo com Nobel (1995). De acordo com Lima et al., (2015) a palma forrageira responde bem em termos produtivos se houver fornecimento de água mesmo em quantidades mínimas mensais. Objetivou-se com este estudo avaliar a utilização e influência do polímero hidroretentor (hidrogel) na produção da palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta Haw*).

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com Moura et al., (2007) a má distribuição das chuvas que o semiárido enfrenta prejudica o desenvolvimento da produção vegetal na região. Porém, torna-se necessário o uso de tecnologias para reverter esta situação, dentre estas tecnologias, a utilização de polímeros hidroretentores, os chamados hidrogéis, proporcionam além de fornecimento hídrico, o controle na quantidade de água liberada, auxilia também na melhoria dos aspectos físicos e químicos do solo, atuando como condicionante do meio físico solo e favorecendo a absorção de nutrientes pelas plantas (Klein & Klein, 2015).

A produtividade da palma em plantio adensado em condições de sequeiro é aproximadamente de 300 t matéria verde em dois anos (Lopes et al., 2007). Entretanto, ao receber suprimento hídrico, a produtividade varia de 450 a 500 t MV/ano (Nobel, 1995). Regiões semiáridas apresentam entre 10 e 20 t MS/ano, e em regiões sub-úmidas varia de 20-30 t MS/ano (De Kock, 2001). Portanto, o suprimento hídrico mesmo que em baixas concentrações favorece o aumento produtivo da cultura.

O metabolismo CAM da palma confere características que permitem maior eficiência na utilização do recurso hídrico e adaptação a ambientes áridos ou semiáridos. A condição de adaptação da planta a regiões semiáridas confere maior importância no

uso da alimentação de ruminantes. A planta possui alterações morfoanatômicas que favorecem a adaptação a locais com baixa disponibilidade hídrica (Santos et al., 2010; Dubeux Júnior et al., 2010; Nobel, 2002).

É muito comum, a utilização de cactáceas forrageiras na alimentação dos animais da região semiárida nordestina, dentre estas cactáceas, a palma é a mais utilizada, sendo a sua produção no Brasil de acordo com dados IBGE (2017), de 3.581.469,148 toneladas em 126.925 estabelecimentos.

Observou-se em diversos estudos que a palma responde positivamente na produção através da adubação, seja orgânica ou química (Lima et al., 2015; Suassuna, 2013; Nobel, 1995). E quando não submetida a condições de restrições hídricas, comum em algumas regiões do semiárido, pode alcançar altas produções (Duque, 2004).

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Unidade acadêmica especializada em ciências agrárias, pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, campus Macaíba/RN. O período do plantio foi de Janeiro de 2017 á fevereiro de 2018.

O solo da área do experimento é classificado como Neossolo Quartzarênico de textura arenosa e apresenta condição química de caráter distrófico.

A região apresenta características climáticas do tipo, tropical chuvosa com precipitação pluviométrica anual de aproximadamente 1.400 mm e temperatura média de 27°C. Foi registrada a precipitação pluviométrica de 859,1 mm de chuvas durante o período de 30 de janeiro de 2017 a 30 de janeiro de 2018 mm na proximidade da área experimental.

Foram utilizados três tratamentos com seis repetições, totalizando 18 parcelas no delineamento experimental em blocos casualizados. A distribuição dos tratamentos deu-se da seguinte forma: a testemunha (T1) recebeu adubação no formato granulado e não recebeu hidrogel. Tratamento 2 (T2) aplicou-se o hidrogel agrícola e fertilizante foliar. Tratamento 3 (T3) utilizou apenas a adubação foliar. .

O tamanho destinado da área para cada parcela foi de 56,25m². O arranjo populacional foi distribuído em cinco fileiras duplas com adensamento no formato de carta de baralho simples, no espaçamento de 1,0 x 0,5m x 0,15m totalizando 133.333 plantas por hectare.

Na fundação foi adicionado o fósforo em todos os tratamentos, na fonte de superfosfato simples que correspondeu a 555 kg ao ano por hectare, correspondendo a 100 kg de fósforo.

Enquanto isso, o hidrogel foi colocado em uma caixa d'água do tipo bombona na proporção de 6g para cada 2 litros de água e ficou em contato com a água por um período de 30 minutos para a hidratação até apresentar um aspecto gelatinoso, ao

atingir este aspecto o gel foi colocado em um regador e distribuído 2 litros para cada metro linear no sulco, promovendo um contato direto com parte da planta. Em seguida, ocorreu a cobertura do cladódio com o solo abrangendo 1/3 do cladódio.

A preparação da formulação da adubação líquida iniciou-se com a pesagem de 15 kg de cloreto de potássio solúvel e 15 kg de ureia em formato sólido e colocados em recipientes de 40 litros de água. Foi adicionada na bomba de pulverização da mistura 100 ml de carbonato de cálcio e 100 ml do sulfato de magnésio. A aplicação da adubação foliar ocorreu após as 17 horas.

A colheita do palmar ocorreu aos 12 meses após o plantio. Foi realizada a medição da área de cada parcela preservando uma área denominada de área útil, que abrangeu as três fileiras duplas centrais.

Para a determinação da matéria verde, usou-se o peso da palma coletado na área útil e estimou-se a produtividade por hectare ($t \cdot ha^{-1}$). E para determinação de MS (matéria seca), foram colhidas amostras em 10 plantas da área útil aleatoriamente. Houve mensuração de 1 kg de palma/área útil/repetição e conduzido ao Laboratório Multiusuário de Nutrição Animal da UFRN, posteriormente foram picadas e acondicionadas em sacos de papel identificado com tratamento, e após foram submetidas à secagem na estufa de circulação forçada de ar a $65^{\circ}C$, até atingir peso o constante, para obter a amostra parcialmente seca, ou, amostra seca ao ar (ASA). Após este procedimento as amostras foram analisadas no laboratório da UFRN, contemplando a determinação do teor de Matéria Seca (MS) (SILVA; QUEIROZ, 2009).

A produção de massa seca (PMS) foi calculada em função do teor de matéria seca (MS) presente em cada tratamento, multiplicado pela produção de massa verde (PMV) de cada tratamento, obtendo-se, assim, a PMS expressa em ($Mg \cdot ha^{-1}$).

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância da ANOVA. Foi feito as comparações entre as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para as análises estatísticas, a variável produtividade foi utilizada como critério de avaliação entre os três tipos de tratamentos. Para tanto, foi observado influência do hidrogel e da adubação foliar na produtividade da palma forrageira *Opuntia stricta*. Dentre as análises foi notório que o tratamento que recebeu o hidrogel e adubação foliar (T2) apresentou maior rendimento produtivo, seguido do tratamento que recebeu apenas a adubação foliar (T3) e o tratamento testemunha foi o menos produtivo, conforme a figura 1.

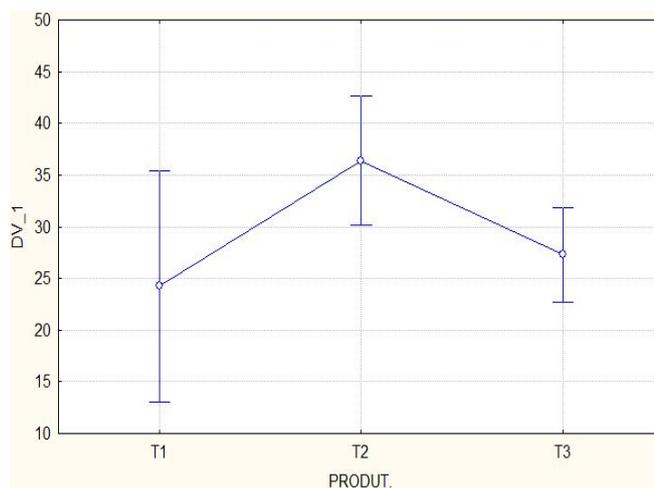


Figura 1: Produtividade da palma forrageira OEM utilizando hidrogel e adubação foliar.

Fonte: Própria

Observou-se que o tratamento que recebeu o hidrogel foi o mais produtivo, conforme os dados da figura 1, corroborando assim para uma influência direta do polímero hidroretentor (hidrogel) na produção da palma forrageira *Opuntia stricta*. A produtividade de matéria verde do tratamento testemunha (T1) atingiu 24,238 toneladas aos 12 meses. O tratamento que recebeu adubação foliar e hidrogel (T2) apresentou uma produtividade de 36,391 t compreendendo o mesmo período. Enquanto que o tratamento que recebeu apenas a adubação foliar (T3) apresentou uma produtividade de 27,285 t ao ano. Logo, o tratamento testemunha (T1) apresentou o menor rendimento produtivo em termos quantitativos.

O maior rendimento produtivo no T2 pode ser justificado pela influência da água nos processos metabólicos da planta, na absorção de nutrientes e manutenção da turgidez celular, que se relacionam diretamente com o desenvolvimento do vegetal (Taiz & Zeiger, 2013).

Lima et al., (2015) observaram valores de 35 t MS/ano para a palma irrigada e adensada, demonstrando assim a importância do fornecimento hídrico a cultura.

A palma forrageira possui um elevado potencial de produção. Enfatiza-se que não houve colheita de todas as raquetes primárias, pois preservaram-se dois cladódios primários em cada planta. Se a colheita tivesse abrangido todos os cladódios primários e houvesse mantido apenas a planta mãe aumentaria a produtividade em todos os tratamentos.

Lopes et al., (2007), relatou uma produção de 300 t MV aos 24 meses, ou 30 t de MS.

Notou-se que a utilização do hidrogel possibilitou um fornecimento de água para a planta, evitando assim que a mesma viesse a sofrer estresse hídrico, comum em certas localidades do semiárido, e que acarreta em perdas de produção por murcha ou morte da planta (Lima et al., 2015), o fornecimento hídrico gradativo possibilitado pelo polímero, levou a um acúmulo de água nos vacúolos celulares, aumentando assim

o peso de matéria natural da planta, refletindo na maior produção do tratamento que recebeu o hidrogel agrícola.

Conforme Silva (2017), que observou um aumento de produtividade em *Opuntia stricta*, de acordo com a aplicação de irrigação, sendo esta cultivar 48% superior em produção com relação a cultivar da espécie *Nopalea cochenifera*. O presente trabalho elucida que a *Opuntia stricta*, responde muito bem ao fornecimento hídrico.

O uso do polímero hidroretentor possibilitou observar que além do maior aporte hídrico captado pelas chuvas e liberado de forma gradativa houve uma maior absorção de nutrientes pelas plantas.

As respostas obtidas neste ensaio para as maiores produtividades de MV e MS da palma no tratamento T2 foram dadas pela associação do polímero e o uso da adubação foliar, sendo que este tipo de adubação permite redução nas perdas dos fertilizantes e uma aplicação localizada dos mesmos (Martins et al., 2010). Além de possibilitar homogeneidade nas misturas de nutrientes, desde que sejam compatíveis. O efeito sinérgico de atuação do polímero e da adubação foliar corroborou para uma resposta positiva no rendimento produtivo em comparação com os T1 e T3. Porém, é importante observar a realização do manejo adequado da cultura para que haja constante aumento na produtividade. Ao trabalhar em melhores condições de solo e fornecendo maiores quantidades de hidrogel a resposta pode ser ainda superior.

5 | CONCLUSÕES

A utilização do polímero hidroretentor no cultivo da palma forrageira permitiu um aumento de produtividade aos 12 meses ao comparar com os demais tratamentos. A utilização do hidrogel associado à adubação foliar foi fundamental para promover o aumento no rendimento produtivo da palma.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. de F.; OLIVEIRA, L. S. C.; PERAZO NETO, A.; ALSINA, O. L. S.; SILVA, F. L. H.. **Equilíbrio higroscópico da palma forrageira: Relação com a umidade ótima para fermentação sólida.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 9, n. 3, p.379-384, 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists.** 15th ed. Washington, DC, 1990. v. 2.
- BARTIERES, E. M. M.; CARNEVALI, N. H. S.; LIMA, E. S.; CARNEVALI, T. O.; MALLMANN, V. **Hidrogel, calagem e adubação no desenvolvimento inicial, sobrevivência e composição nutricional de plantas híbridas de eucalipto.** Pesquisa Florestal Brasileira, v. 36, n. 86, p. 145-151, 2016.
- BERNARDI, M. R.; SPEROTTO JUNIOR, M.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T. **Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação.** Cerne, v. 18, n. 1, p. 67-74, 2012.
- DE KOCK, G. C. **The use of *Opuntia* as a fodder source in arid areas of Southern Africa.** 2001.

Disponível em <http://www.FAO.ORG/DOCREP/005/Y2808E/y2808e0f.htm>> acesso em 23/08/2018

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C.; PESSOA, R. A. S. **Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira - Clone IPA-201**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 5, n. 1, p. 129-135, 2010.

DUQUE, J. G. **Solo e água no polígono das secas**. 6° ed.-Fortaleza: Banco do Nordeste, 2004. 334 p.

GALVÃO JÚNIOR, J. G. B.; SILVA, J. B. A.; MORAIS, J. H. G.; LIMA, R. N. **PALMA FORRAGEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES: CULTIVO E UTILIZAÇÃO**. Acta Veterinária Brasilica (UFERSA), v. 8, p. 78-85, 2014.

IBGE. **Resultados preliminares produção de palma forrageira no Brasil**. Disponível em: https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76582 Acesso em: 26 de setembro de 2018. Censo Agro 2017.

KLEIN, C.; KLEIN, V. A. **Estratégias para potencializar a retenção e disponibilidade de água no solo**. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas, v. 19, n. 1, p. 21-29, 2015.

LIMA, G. F. C.; WANDERLEY, A. M.; GUEDES, F. X.; REGO, M. M. T.; DANTAS, F. D. G.; SILVA, J. G. M.; NOVAES, L. P.; AGUIAR, E. M. **Palma forrageira irrigada e adensada: Uma reserva forrageira estratégica para o semiárido potiguar**. Doc. EMPARN, ISSN 01-4197, Parnamirim, RN/outubro de 2015.

LIMA, R. M. F. Polímeros Biodegradáveis: **Aplicação na Agricultura e sua Utilização como Alternativa para a Proteção Ambiental**. Revista Agrogeoambiental - Abril/2011.

LOPES, E. B.; BRITO, C. H.; GUEDES, C. C.; SANTOS, D. C.; ARAUJO, E.; BATISTA, J. L.; ARAUJO, L. F.; VASCONCELOS, M. F.; COELHO, R. S. B.; CAVALCANTI, V. A. L. B. **Palma Forrageira: Cultivo, Uso Atual e Perspectivas de Utilização no Semi-árido Nordestino**. 1. ed. João Pessoa: FAEPA, 2007. v. 1000. 130p

MARQUES, O. F. C.; GOMES, L. S. P.; MOURTHÉ, M. H. F.; BRAZ, T. G. S.; PIRES NETO, O. S. **Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos**. Cad. Ciências. Agrárias. v. 9, n. 1, p. 75-93, 2017 - ISSN 2447-6218

MARTINS, C. R. A.; Pereira, S. H.; Reis, F. E. **Lecitina, silicone e amido na adubação foliar de couve (Brassica oleracea L.)**. Revista Ciência e Agrotecnologia, v. 34, n. 6, p.1470-1476, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1413-7054201000060001>, acessado em 25/08/2018

MOURA, M. S. B.; GALVINCIO, J. D.; LIMA BRITO, L. T. L.; SOUZA, L. S. B.; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. Clima e água de chuva no Semi-Árido. In: BRITO L.T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**. 1 ed. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007, v.1, p. 37-59.

NASSER, R. O.; LOPES, G. K.; ANDRADE, C. T.; TEIXEIRA, S. C. S. **Correlação entre a capacidade de inchamento e as características estruturais de Polímeros Superabsorventes**. In: 9º CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS. **Anais....** 2007. Campina Grande: Associação Brasileira de Polímeros – ABPol, 2007.

NOBEL, P. S. Environmental biology. In: Barbera, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. **Agro-ecology, cultivation and uses of pear**. Rome: FAO. 1995. P. 36-48 (FAO. Plant Production and Protection, 132).

NOBEL, P. S.; BOBICH, E. G. Environmental biology. In: Nobel, P.S. (Ed.) **Cacti: Biology and Uses**. Berkeley, California: University of California Press, 2002. 280 p.

OLIVO, A. M.; ISHIKI, H. M. **Brasil frente à escassez de água**. Colloquium Humanarum, v. 11, n. 3, p. 41-48, 2014. 360 Revista Agro@ambiente On-line, v. 11, n. 4, p. 347-360, outubro-dezembro, 2017

SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; DUBEUX JR, J. C. B. **Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding**. *Revista Brasileira de Zootecnia* v. 39, p. 204 - 215, 2010

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. **Manejo e utilização da palma forrageira** (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco. Recife: IPA, 2006. 48p. (IPA. Documentos, 30).

SILVA, THIERES GEORGE FREIRE DA.; **Informações (agro) meteorológicas para otimização do manejo de irrigação e maximização da produtividade da palma forrageira**. Parnamirim, 2017. Palestra ministrada na 5. Ed. Congresso de Palma e outras Cactáceas, AGROPEC Semiárido, em 08 ago. 2017.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV. (3a ed), 4ª reimpressão, 2009.

SUASSUNA, P. **Tecnologia do cultivo intensivo da palma-TCIP**. In: NAZARENO, M. A.; OCHOA, M. J.; DUBUEX Jr, J. C. Proceedings of the second meeting for the integral use cactus pear and other cacti. Santiago del Estero, Argentina: FAI-ICARDA CACTUSNET. 2013. P. 51-62.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed., Artmed, 2013. 918 p.

USO DO FOGO PARA IMPLANTAÇÃO DE ROÇADOS POR AGRICULTORES FAMILIARES DE CHAPADINHA-MA

Gênesis Alves de Azevedo

Universidade Federal do Maranhão, UFMA,
Chapadinha, MA.

James Ribeiro de Azevedo

Universidade Federal do Maranhão, UFMA,
Chapadinha, MA.

Mauricio Marcon Rebelo Silva

Instituto Chico Mendes de Conservação da
Biodiversidade, ICMBio, PI.

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo conhecer a utilização do fogo como técnica para preparo do solo nas localidades Barro Vermelho e Chapada Limpa, município de Chapadinha-MA, assim como os impactos causados pelo mesmo. A coleta de dados foi realizada através de entrevistas com apoio de questionários e de observação participante. O fogo traz uma série de facilidades e benefícios ao agricultor, já que prepara o solo para o cultivo e possui um baixo custo. Contudo, ao sair do controle, o fogo pode gerar impactos ao ambiente. O uso do fogo para esses agricultores é uma estratégia utilizada de acordo com as suas condições sociais, econômicas e culturais tendo em vista a inacessibilidade dos mesmos às novas tecnologias. Os agricultores utilizam o fogo para limpeza da área onde são implantados roçados anuais, onde são cultivados principalmente mandioca, arroz, milho e feijão. Observou-se

que os agricultores precisam adotar sistemas de produção adequados para manter a capacidade produtiva do solo, atender às necessidades alimentícias das famílias e que não coloque em risco a vida das pessoas.

PALAVRAS-CHAVE: Queimada; Roça; Chapada Limpa; Barro Vermelho.

ABSTRACT: This work aimed to know the use of fire as a technique for soil preparation in the localities of Barro Vermelho and Chapada Limpa, in the municipality of Chapadinha-MA, as well as the impacts caused by it. Data collection was done through interviews with the support of questionnaires and participant observation. The fire brings a series of facilities and benefits to the farmer, since it prepares the soil for cultivation and has a low cost. However, when leaving the control, the fire can generate impacts to the environment. The use of fire for these farmers is a strategy used according to their social, economic and cultural conditions in view of their inaccessibility to new technologies. Farmers use the fire to clean the area where they are planted annually, where they are cultivated mainly cassava, rice, corn and beans. It was observed that farmers need to adopt adequate production systems to maintain the productive capacity of the soil, to meet the food needs of the families and not to endanger the life of the people.

KEYWORDS: Burned; Farm; Chapada Limpa; Barro Vermelho.

1 | INTRODUÇÃO

A uso do fogo como mecanismo de produção agrícola propicia impactos diretos e indiretos ao meio ambiente natural, podendo comprometer biodiversidade e seus recursos locais. Alguns fatores levam a degradação ambiental, podendo destacar-se o desmatamento, preparo de área com uso do fogo e agropecuária intensiva. Embora distintas, são práticas tradicionalmente associadas, pois em sequência à derrubada da vegetação, quase sempre há a queima do material vegetal (GONÇALVES et al., 2012). Segundo Coutinho (2005), o fogo é tradicionalmente utilizado como um promotor do aumento da fertilidade dos solos, pois provoca a queima da cobertura vegetal existente e, apesar de parte dos nutrientes serem volatizados, uma boa parte é depositada no solo sob a forma de cinzas, aumentando a quantidade de nutrientes disponíveis para o crescimento e desenvolvimento das culturas. Essa fertilidade, no entanto, é temporária. A rápida infestação dos campos agrícolas por plantas colonizadoras reduz ainda mais a produtividade dos plantios. Os rendimentos oriundos dos cultivos frequentemente declinam entre um e três anos após a derrubada da floresta. Assim, a cada ano uma nova área de floresta é derrubada e queimada pelas famílias de agricultores carentes da Amazônia para que haja garantia de continuidade na produção de subsistência. Além disso, expõem a superfície do solo à ação erosiva da chuva e do vento (NEPSTAD et al., 1991). O uso desta prática por agricultores tem como finalidade a limpeza e o preparo do solo antes do plantio. Em maioria, essa atividade é feita de maneira indiscriminada e sem supervisão adequada, causando danos ao solo, como a eliminação de nutrientes essenciais às plantas. Contudo, a queimada é um meio rápido e econômico de limpeza de áreas agricultáveis para famílias rurais. Essa é uma prática bastante comum nas regiões norte e nordeste do Brasil.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no município de Chapadinha-MA, na reserva extrativista Chapada Limpa e na comunidade quilombola Barro Vermelho. Os dados foram obtidos através de entrevistas e de observação participante, realizada no campo. Entrevistas, utilizando-se questionário semi-estruturado, foram realizadas no ano de 2016 com 36 famílias da reserva, equivalente a 27% e nove famílias da comunidade Barro Vermelho, que corresponde a 41%. As famílias entrevistadas foram selecionadas pela direção das associações locais.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os agricultores, das duas localidades, utilizam o fogo para limpeza da área na qual são implantados roçados anuais, onde são cultivados principalmente mandioca, arroz, milho e feijão. A queima transforma a biomassa vegetal em cinzas que contém nutrientes, prontamente assimilável, para alimentar as plantas cultivadas. Essa técnica reduz a mão de obra para limpeza da área e evita a compra de adubos. Antes de queimar, são realizados aceiros ao redor da área e as pessoas que têm roçados próximos são avisadas. Embora havendo essas medidas, o fogo às vezes saía do controle, invadia áreas de preservação, queimando vegetação nativa, como o bacurizeiro (*Platonia insignis*), matando animais silvestres e danificando áreas de pousio. Impactos ambientais causados por queimadas em roçados de agricultores familiares foram também relatados por Pedroso Júnior et al. (2008).

No Barro Vermelho algumas residências foram queimadas por um fogo originado fora da comunidade. No trabalho realizado por Santos et al. (2018) em um projeto de assentamento no estado do Pará também foi observado a entrada de fogo originado de queimada realizada fora da localidade.

Alternativas ao uso do fogo poderiam ser desenvolvidas, mas precisariam que políticas públicas atendessem essas localidades com assistência técnicas, acessibilidade ao crédito, programas de mecanização e desenvolvimento de pesquisas para cultivo sem uso do fogo adequadas as condições sociais, econômicas, ambientais e culturais. Esses aspectos também foram relatados por Fonseca-Morello et al. (2017).

4 | CONCLUSÃO

Os agricultores precisam adotar sistemas de produção adequados para manter a capacidade produtiva do solo, atender às necessidades alimentícias das famílias e que não coloque em risco a vida das pessoas.

REFERÊNCIAS

COUTINHO, A. C. Dinâmica das queimadas no Estado do Mato Grosso e suas relações com as atividades antrópicas e a economia local. Tese de doutorado em Ciência Ambiental. Universidade de São Paulo, 2005. p 308. Procam.

FONSECA, T. F.; RAMOS, R.; STEIL, L.; PARRY, L.; MARKUSSON, J. B. N.; FERREIRA, A. Queimadas e incêndios florestais na amazônia brasileira: porque as políticas públicas têm efeito limitado?. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo, v. XX, n. 4, p. 19 - 40, out/dez, 2017.

GONÇALVES, K. S.; CASTRO, H. A.; HACON, S. S. **As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório**. In: Ciência & Saúde Coletiva, 2012.

NEPSTAD, D. C. **Recuperation of a degraded Amazonian landscape: forest recovery and agricultural restoration**. *Ambio*20 (6): 248 – 255, 1991.

PEDROSO JÚNIOR, N. N.; MURRIETA, R. S. S.; ADAMS, C. **A agricultura de corte e queima: um sistema em transformação. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi.** Ciências Humanas, Belém, v. 3, n. 2, p. 153-174, maio/ago, 2008.

SANTOS, J. A. C.; PAULETTO, D.; MOTA, C. G.; SILVA, S. U. P.; NASCIMENTO, G. de C. S. do; Gomes, V. S. Uso do fogo na agricultura: medidas preventivas e queima controlada no projeto de desenvolvimento sustentável terra nossa. Pará. **Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 353-366, 2018.

AGRADECIMENTOS: FAPEMA

SOBRE OS ORGANIZADORES

Jorge González Aguilera - Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estresse abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizium, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Alan Mario Zuffo - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-419-1

