

Organizadores

Carla da Silva Sousa

Sayonara Cotrim Sabioni

Francisco de Sousa Lima



agroecologia

MÉTODOS E TÉCNICAS PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL VOLUME

3

editora científica

Organizadores

Carla da Silva Sousa

Sayonara Cotrim Sabioni

Francisco de Sousa Lima

agroecologia

MÉTODOS E TÉCNICAS PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

1ª EDIÇÃO



editora científica

2021 - GUARUJÁ - SP

VOLUME

3

Copyright© 2021 por Editora Científica Digital

Copyright da Edição © 2021 Editora Científica Digital

Copyright do Texto © 2021 Os Autores



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

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

A281 Agroecologia [livro eletrônico] : métodos e técnicas para uma agricultura sustentável: volume 3 / Organizadores Carla da Silva Sousa, Francisco de Sousa Lima, Sayonara Cotrim Sabioni. – Guarujá, SP: Científica Digital, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-87196-93-0

DOI 10.37885/978-65-87196-93-0

1. Educação ambiental. 2. Ecologia agrícola. 3. Agroecologia.
I. Sousa, Carla da Silva. II. Lima, Francisco de Sousa. III. Sabioni,
Sayonara Cotrim.

CDD 630.277

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Parecer e Revisão Por Pares

Os textos que compõem esta obra foram submetidos para avaliação do Conselho Editorial da Editora Científica Digital, bem como revisados por pares, sendo indicados para a publicação.

O conteúdo dos capítulos e seus dados e sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. É permitido o download e compartilhamento desta obra desde que no formato Acesso Livre (Open Access) com os créditos atribuídos aos respectivos autores, mas sem a possibilidade de alteração de nenhuma forma ou utilização para fins comerciais.



editora científica

EDITORIA CIENTÍFICA DIGITAL LTDA

Guarujá - São Paulo - Brasil

www.editoracientifica.org - contato@editoracientifica.org

CORPO EDITORIAL

Direção Editorial

Reinaldo Cardoso

João Batista Quintela

Editor Científico

Prof. Dr. Robson José de Oliveira

Assistentes Editoriais

Elielson Ramos Jr.

Erick Braga Freire

Bianca Moreira

Sandra Cardoso

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior - CRB6/2422

Jurídico

Dr. Alandelon Cardoso Lima - OAB/SP-307852



editora científica

CONSELHO EDITORIAL

MESTRES, MESTRAS, DOUTORES E DOUTORAS

Robson José de Oliveira

Universidade Federal do Piauí, Brasil

Carlos Alberto Martins Cordeiro

Universidade Federal do Pará, Brasil

Rogério de Melo Grillo

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Eloisa Rosotti Navarro

Universidade Federal de São Carlos, Brasil

Ernane Rosa Martins

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Brasil

Rossano Sartori Dal Molin

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Carlos Alexandre Oelke

Universidade Federal do Pampa, Brasil

Domingos Bombo Damião

Universidade Agostinho Neto, Angola

Edilson Coelho Sampaio

Universidade da Amazônia, Brasil

Elson Ferreira Costa

Universidade do Estado do Pará, Brasil

Reinaldo Eduardo da Silva Sales

Instituto Federal do Pará, Brasil

Patrício Francisco da Silva

Universidade CEUMA, Brasil

Auristela Correa Castro

Universidade Federal do Pará, Brasil

Dalízia Amaral Cruz

Universidade Federal do Pará, Brasil

Susana Jorge Ferreira

Universidade de Évora, Portugal

Fabricio Gomes Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Erival Gonçalves Prata

Universidade Federal do Pará, Brasil

Gevair Campos

Faculdade CNEC Unaí, Brasil

Flávio Aparecido de Almeida

Faculdade Unida de Vitória, Brasil

Mauro Vinicius Dutra Girão

Centro Universitário Inta, Brasil

Clóvis Luciano Giacomet

Universidade Federal do Amapá, Brasil

Giovanna Moraes

Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

André Cutrim Carvalho

Universidade Federal do Pará, Brasil

Dennis Soares Leite

Universidade de São Paulo, Brasil

Silvani Verruck

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Osvaldo Contador Junior

Faculdade de Tecnologia de Jahu, Brasil

Claudia Maria Rinhel-Silva

Universidade Paulista, Brasil

Silvana Lima Vieira

Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Cristina Berger Fadel

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Graciete Barros Silva

Universidade Estadual de Roraima, Brasil



editora científica

Carlos Roberto de Lima
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

Wescley Viana Evangelista
Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil

Cristiano Marins
Universidade Federal Fluminense, Brasil

Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva
Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória, Brasil

Daniel Luciano Gevehr
Faculdades Integradas de Taquara, Brasil

Silvio Almeida Junior
Universidade de Franca, Brasil

Juliana Campos Pinheiro
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Raimundo Nonato Ferreira do Nascimento
Universidade Federal do Piauí, Brasil

Antônio Marcos Mota Miranda
Instituto Evandro Chagas, Brasil

Maria Cristina Zago
Centro Universitário UNIFAAT, Brasil

Samylla Maira Costa Siqueira
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Gloria Maria de Franca
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Carla da Silva Sousa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

Dennys Ramon de Melo Fernandes Almeida
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil

Mário Celso Neves de Andrade
Universidade de São Paulo, Brasil

Julianno Pizzano Ayoub
Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

Ricardo Pereira Sepini
Universidade Federal de São João Del-Rei, Brasil

Maria do Carmo de Sousa
Universidade Federal de São Carlos, Brasil

Flávio Campos de Moraes
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Jonatas Brito de Alencar Neto
Universidade Federal do Ceará, Brasil

Reginaldo da Silva Sales
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil

Iramirton Figueiredo Moreira
Universidade Federal de Alagoas, Brasil

Moisés de Souza Mendonça
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil

Bianca Anacleto Araújo de Sousa
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

Pedro Afonso Cortez
Universidade Metodista de São Paulo, Brasil

Bianca Cerqueira Martins
Universidade Federal do Acre, Brasil

Vitor Afonso Hoeflich
Universidade Federal do Paraná, Brasil

Francisco de Sousa Lima
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

Sayonara Cotrim Sabioni
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

Thais Ranielle Souza de Oliveira
Centro Universitário Euroamericano, Brasil

Cynthia Mafra Fonseca de Lima
Universidade Federal de Alagoas, Brasil

Marcos Reis Gonçalves
Centro Universitário Tiradentes, Brasil

Rosemary Laís Galati
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

Maria Fernanda Soares Queiroz
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil



Letícia Cunha da Hungria

Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Dioniso de Souza Sampaio

Universidade Federal do Pará, Brasil

Leonardo Augusto Couto Finelli

Universidade Estadual de Montes Claros, Brasil

Danielly de Sousa Nóbrega

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, Brasil

Mauro Luiz Costa Campello

Universidade Paulista, Brasil

Livia Fernandes dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, Brasil

Sonia Aparecida Cabral

Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, Brasil

Camila de Moura Vogt

Universidade Federal do Pará, Brasil

José Martins Juliano Eustáquio

Universidade de Uberaba, Brasil

Walmir Fernandes Pereira

Miami University of Science and Technology, Estados Unidos da América

Liege Coutinho Goulart Dornellas

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

Ticiano Azevedo Bastos

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Jónata Ferreira De Moura

Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Daniela Remião de Macedo

Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa, Portugal

Francisco Carlos Alberto Fonteles Holanda

Universidade Federal do Pará, Brasil

Bruna Almeida da Silva

Universidade do Estado do Pará, Brasil

Adriana Leite de Andrade

Universidade Católica de Petrópolis, Brasil

Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco

Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Brasil

Cláudiomir da Silva Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, Brasil

Fabrício dos Santos Ritá

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, Brasil, Brasil

Ronei Aparecido Barbosa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas, Brasil

Julio Onésio Ferreira Melo

Universidade Federal de São João Del-Rei, Brasil

Juliano José Corbi

Universidade de São Paulo, Brasil

Alessandra de Souza Martins

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho

Universidade Federal do Cariri, Brasil

Thadeu Borges Souza Santos

Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Francine Náthalie Ferraresi Rodrigues Queluz

Universidade São Francisco, Brasil

Maria Luzete Costa Cavalcante

Universidade Federal do Ceará, Brasil

Luciane Martins de Oliveira Matos

Faculdade do Ensino Superior de Linhares, Brasil

Rosenery Pimentel Nascimento

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Lívia Silveira Duarte Aquino

Universidade Federal do Cariri, Brasil

Irlane Maia de Oliveira

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Xaene Maria Fernandes Mendonça

Universidade Federal do Pará, Brasil



Thaís de Oliveira Carvalho Granado Santos
Universidade Federal do Pará, Brasil

Fábio Ferreira de Carvalho Junior
Fundação Getúlio Vargas, Brasil

Anderson Nunes Lopes
Universidade Luterana do Brasil, Brasil

Iara Margolis Ribeiro
Centro Universitário Boa Viagem, Brasil

Carlos Alberto da Silva
Universidade Federal do Ceará

Keila de Souza Silva
Universidade Estadual de Maringá, Brasil

Francisco das Chagas Alves do Nascimento
Universidade Federal do Pará, Brasil

Réia Sílvia Lemos da Costa e Silva Gomes
Universidade Federal do Pará, Brasil

Priscyla Lima de Andrade
Centro Universitário UniFBV, Brasil

Aleteia Hummes Thaines
Faculdades Integradas de Taquara, Brasil

Darlindo Ferreira de Lima
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Sílvia Raquel Santos de Moraes
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil



editora científica

APRESENTAÇÃO

O livro com o título de “Agroecologia: métodos e técnicas para uma agricultura sustentável” foi organizado pelos docentes do ifbaiano Dra. Carla da Silva Sousa, Dr. Francisco de Sousa Lima e Dra. Saionara Cotrim Sabioni. Nos volumes 3 e 4 da obra, constam trabalhos que relatam vivências pessoais ou experiências científicas nas mais variadas áreas da Agroecologia e regiões geográficas do Brasil. Os capítulos apresentam linguagem de fácil compreensão, o que facilita o entendimento de estudantes, agricultores e extensionistas rurais. Além disso, divulgam temas relevantes que promovem a ampliação dos saberes camponeses, favorecendo à produção de alimentos saudáveis, o desenvolvimento econômico no meio rural e a preservação dos recursos naturais. Os organizadores consideram que é uma obra de impacto positivo na área de agricultura sustentável e agradecem aos autores que apresentaram e divulgaram suas experiências nessa obra.

Dra. Carla da Silva Sousa

Dr. Francisco de Sousa

Dra. Saionara Cotrim



editora científica

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01

ANÁLISE DA SAÚDE DO SOLO PELA CROMATOGRAFIA CIRCULAR DE PFEIFFER EM SISTEMAS PRODUTIVOS DE BASES AGROECOLÓGICAS

Marivaldo Justiniano dos Santos; Francisco de Sousa Lima; Romildo Nicolau Alves; Anderson Santos Alves; Maiana Nascimento de Jesus; Jefferson Vinícius Bomfim Vieira; Katarina Victória Muniz Santos; Loreanne de Araújo Castelhano; Regiane Souza dos Santos; Carlos Felipe Marinho dos Santos

DOI: 10.37885/210102946 13

CAPÍTULO 02

TEORES DE MACRONUTRIENTES E PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA CO-DIGESTÃO DE FONTES ORGÂNICAS

João Pedro Santos do Nascimento; Romildo Nicolau Alves; Josimar da Silva Chaves; Sandoval Menezes de Matos; Ronielly Barbosa Soares; Lucas Souza da Silva; Maria Lorryne de Araújo Leal; Hiago Souza Silva; Francisco de Sousa Lima

DOI: 10.37885/210303486 28

CAPÍTULO 03

AGRICULTURA SINTRÓPICA: COMPARTILHAMENTO DE SABERES COM ASSENTADOS DO MOVIMENTO DOS TRABALHADORES E TRABALHADORAS POR DIREITO

Jamily da Silva Fernandes; Valdemiro Conceição Júnior

DOI: 10.37885/210203387 41

CAPÍTULO 04

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE HORTALIÇAS FOLHOSAS PRODUZIDAS EM CULTIVOS AGROECOLÓGICOS E CONVENCIONAIS EM PROPRIEDADES RURAIS DO TERRITÓRIO DE IDENTIDADE DO MÉDIO SUDOESTE DA BAHIA

Alexandra Pereira dos Santos; Carla da Silva Sousa; Ivina Paula de Oliveira Santos; Keila Souza Correia; Leonardo Milani Avelar Rodrigues; Rosana Moura de Oliveira

DOI: 10.37885/210303463 51

CAPÍTULO 05

AVALIAÇÃO DA FAUNA EDÁFICA COMO INDICADORA DE QUALIDADE DO SOLO, SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE CULTIVO, NO PLANALTO NORTE DE SANTA CATARINA

Vilmar Vinicius Halabura; Fernanda Maria Haiduk

DOI: 10.37885/210303547 71

SUMÁRIO

CAPÍTULO 06

SISTEMA AGRÍCOLA TRADICIONAL E CERTIFICAÇÃO ORGÂNICA: O CASO DOS GUARANAZAIS NATIVOS DAS COMUNIDADES TRADICIONAIS DO ALTO URUPADÍ, MAUÉS (AM)

Orlanda da Conceição Machado Aguiar; Sophia Kathleen da Silva Lopes; Stephany Farias Cascaes; Lídia Letícia Lima Trindade; Miquel Victor Batista Donegá; Nathaly Pinheiro Rabelo; Suzy Cristina Pedroza da Silva; Cloves Farias Pereira; Luiz Antônio Nascimento de Souza; Therezinha de Jesus Pinto Fraxe

DOI: 10.37885/210203245 78

CAPÍTULO 07

APLICABILIDADE DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA SUCROALCOOLEIRA COMO FERTILIZANTES

Vanessa M. M. Menezes; Tammires L. C. Santana; Breno F. Menezes; Denise S. Ruzene; Liamara Perin; Daniel P. Silva

DOI: 10.37885/210203385 99

CAPÍTULO 08

TERMOPOTÁSSIO E FONOLITO COMO FONTES ALTERNATIVAS PARA A FERTILIZAÇÃO DE PASTAGENS

Lucas Gonçalves Machado; Yara Karine Lima Silva; Waner Gleider Barbosa; Luiz Fernando Costa Ribeiro Silva; André Mundstock Xavier Carvalho

DOI: 10.37885/210203042 126

CAPÍTULO 09

EFEITOS DA MONOCULTURA E APLICAÇÃO DE VINHAÇA SOBRE OS ATRIBUTOS QUÍMICOS, FÍSICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO EM ÁREA DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM SERGIPE, BRASIL

Liamara Perin; Elaine Santos Vieira; Veronica dos Santos Andrade; Taiane Conceição dos Santos; Talita Guimarães Araújo-Piovezan; Breno Freitas Menezes; Vanessa Marisa Miranda Menezes; José Oliveira Dantas

DOI: 10.37885/210203309 134

CAPÍTULO 10

EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA NO DESENVOLVIMENTO DA COUVE-MANTEIGA NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Rubens Silva Carvalho; Olorounchola David Didolanvi; Kaique da Silva França; Rayla Mirele Passos Rodrigues; Raiane Lima Oliveira; Lucas Oliveira Reis

DOI: 10.37885/210203312 163

SUMÁRIO

CAPÍTULO 11

SISTEMA AGROFLORESTAL COMO ALTERNATIVA PARA RESTAURAÇÃO DE MATA CILIAR, NA REGIÃO DO MÉDIO PARAÍBA DO SUL

Cristiana do Couto Miranda; Cristiane Roppa; Jaciara da Costa Ponciano; Iago Ferraz de Oliveira Silva; Thays do Carmo Rocha Otogali; Carlos Eduardo Gabriel Menezes

DOI: [10.37885/210203255](https://doi.org/10.37885/210203255) 170

CAPÍTULO 12

A INFLUÊNCIA DA SALINIDADE NA SIMBIOSE DE MICRORGANISMOS BENÉFICOS: O CASO DO FEIJÃO CAUPI

Verônica de Castro Leal; Naiara Ferreira de Oliveira; Ricardo Argenton Ramos; Igor Juliano da Silva Souza; Mário Carvalho; Paulo Ivan Fernandes Júnior; Clárisse Brígido; Lindete Miria Vieira Martins

DOI: [10.37885/210203260](https://doi.org/10.37885/210203260) 179

CAPÍTULO 13

AVALIAÇÃO DE ISOLADOS DE BACTÉRIAS E DO FUNGO *TRICHODERMA* spp. OBTIDOS DE SOLOS TRATADOS COM FARINHA DE SEMENTES DE MAMÃO PARA O CONTROLE DE *MEOLODOGYNE JAVANICA*

Wânia dos Santos Neves; Marcelo Magalhães Coutinho; Everaldo Antônio Lopes; Rosangela **Dallemole-Giaretta**

DOI: [10.37885/210203254](https://doi.org/10.37885/210203254) 191

CAPÍTULO 14

INFLUÊNCIAS DE ÁRVORES NATIVAS DO CERRADO EM SISTEMAS DE CONSÓRCIO COM PASTAGENS SOBRE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

Caio Cesar Vieira Sampaio; Yara Karine Lima Silva; Marcos Resende Pereira; André Mundstock Xavier Carvalho

DOI: [10.37885/210203041](https://doi.org/10.37885/210203041) 202

CAPÍTULO 15

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL À LUZ DA INOVAÇÃO: ANÁLISE ECONÔMICA E AMBIENTAL EM LATICÍNIOS DE PEQUENO E MÉDIO

Alcione Lino de Araújo; Plínio Gonçalves Fahd

DOI: [10.37885/210203087](https://doi.org/10.37885/210203087) 216

SUMÁRIO

CAPÍTULO 16

A PERMACULTURA COMO FERRAMENTA PARA A ALFABETIZAÇÃO ECOLÓGICA: UMA EXPERIÊNCIA NA FACULDADE DE TECNOLOGIA DE CAPÃO BONITO/FATEC-CB

Márcia Aparecida Novaes Gomes; Ana Leticia Vergueiro de Moraes; Renato Rodrigues Bueno; José Alejandro de Proença Cuevas; Ana Claudia Rocha Braga; Mário Sérgio Soléo Scalambrino

DOI: 10.37885/210203108 231

CAPÍTULO 17

MANEJO ECOLÓGICO DA RAINHA (*PSYCHOTRIA VIRIDIS* RUIZ & PAV.) EM SÃO JOSÉ DE RIBAMAR – MA

Tandy Loyola Rolim; Josewania Coelho Ferreira; Nahor Daniel Ribeiro Diniz; Ricardo Monteles

DOI: 10.37885/201202620 238

CAPÍTULO 18

ASPECTOS A OBSERVAR NA SELEÇÃO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS SUCESSIONAIS PARA ANÁLISE FINANCEIRA

Jimi Amaral Silva; Valter Roberto Schaffrath; Carlos Eduardo Seoane; Ana Carolina Vitório Arantes; Tatiana Cristina Guimarães Kaminski

DOI: 10.37885/210203016 246

CAPÍTULO 19

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE UM LATOSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO SOB MATA NATIVA

Ana Paula Barroco Geraldini Palombino

DOI: 10.37885/210102749 253

CAPÍTULO 20

PARÂMETROS MORFOLÓGICOS EM MATRIZES DE *CARAPA GUIANENSIS* AUBL. E *CARAPA PROCERA* D. C. EM AGROECOSISTEMAS DE VÁRZEA NO MUNICÍPIO DE CAMETÁ-PA

Symara Soares Furtado; Antônia Benedita Silva Bronze; Elessandra Laura Nogueira Lopes; Harleson Sidney Almeida Monteiro; Meirevalda do Socorro Ferreira Redig; Sinara Soares Furtado; Omar Machado de Vasconcelos; Carlos Henrique Cavalcante Moraes

DOI: 10.37885/210203032 262

CAPÍTULO 21

USO DE PLANTAS DO CERRADO EM TERRITÓRIOS DA REFORMA AGRÁRIA: BIODIVERSIDADE HERDADA DE POVOS ORIGINÁRIOS E AFRODIASPÓRICOS

Adriana Fernandes Souza; Etelvino Rocha Araújo; Jéssica Rodrigues Pereira; Patricia Dias Tavares; Paula Balduíno de Melo

DOI: 10.37885/210203236 276

SUMÁRIO

CAPÍTULO 22

A IMPORTÂNCIA DAS BOAS PRÁTICAS NO MANEJO E COLETA DA CASTANHA-DO-BRASIL PARA COLETORES DE ITAÚBA, MT

Sílvia de Carvalho Campos Botelho; Eulália Soler Sobreira Hoogerheide; Hélio Tonini; Aisy Botega Baldoni; Fernando Mendes Botelho; Géssica Tais Zanetti

DOI: 10.37885/210203298 287

CAPÍTULO 23

ANÁLISE DO MANEJO DO AGROECOSISTEMA ROÇA DE CORTE E QUEIMA NA RESERVA CHAPADA LIMPA, CHAPADINHA-MA

James Ribeiro de Azevedo; Mauricio Marcon Rebelo da Silva; Vanessa dos Santos Sousa; Wanessa Rafaelly dos Santos Sousa

DOI: 10.37885/210202968 296

CAPÍTULO 24

VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS DO SOLO EM UM SISTEMA AGROFLORESTAL NO CERRADO: UM NOVO OLHAR SOBRE AMOSTRAGEM EM SISTEMAS BIODIVERSOS

Pedro Pereira Santos; Eloisa Aparecida Belleza Ferreira; Luciano Mansor Mattos; Francisco Matos dos Santos Delvico; Álvaro Nogueira Souza

DOI: 10.37885/210203406 304

CAPÍTULO 25

SISTEMAS AGROFLORESTAIS BIODIVERSO E AGROECOLÓGICO COMO MODELO DE PRODUÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR

Ana Paula de Matos; Cinira de Araújo Farias Fernandes; Volney de Souza Fernandes; José Eduardo Santos Mamédio; Luciana de Oliveira Gaião; Bruna Sobral

DOI: 10.37885/210303526 311

SOBRE OS ORGANIZADORES 327

ÍNDICE REMISSIVO 328

“

Análise da saúde do solo pela cromatografia circular de Pfeiffer em sistemas produtivos de bases agroecológicas

- Marivaldo Justiniano dos **Santos**
IFBaiano
- Jefferson Vinícius Bomfim **Vieira**
IFBaiano
- Francisco de Sousa **Lima**
IFBaiano
- Katarina Victória Muniz **Santos**
IFBaiano
- Romildo Nicolau **Alves**
IFRO
- Loreanne de Araújo **Castelhano**
IFBaiano
- Anderson Santos **Alves**
IFBaiano
- Regiane Souza dos **Santos**
IFBaiano
- Maiana Nascimento de **Jesus**
IFBaiano
- Carlos Felipe Marinho dos **Santos**
IFBaiano

RESUMO

Os solos agrícolas perdem seus atributos de qualidade com o tempo de cultivo, especialmente quando submetidos aos sistemas de monocultura e uso intensivo de fertilizantes solúveis e pesticidas. Para avaliar a qualidade das terras, pesquisadores indicam métodos quantitativos convencionais específicos que vêm apresentando ineficácia devido ao baixo índice de correlação com muitos parâmetros de sustentabilidade dos solos. Nesse contexto, o uso do método da cromatografia circular de Pfeiffer (CCP) pode ser uma alternativa, visto que este apresenta resultados integrados e qualitativos dos atributos e da vida do solo. Para a realização desse método, é necessário desenvolver um cromatógrafo a partir dos seguintes componentes: papel filtro, rolinho de papel, placa de Petri de ‘plástico ou vidro’, soluções de NaOH e AgNO₃. Devido ao baixo preço e facilidade de realização, essa metodologia, cuja descrição consta nessa revisão, vem sendo divulgada entre estudantes, técnicos e produtores rurais, especialmente àqueles com sistemas agroecológicos de produção. Com a implementação dessa técnica, agricultores poderão verificar no cromatograma produzido a qualidade do solo, bem como as técnicas e sistemas de bases agroecológicas que apresentam melhores resultados para manutenção da capacidade produtiva e da saúde dos solos cultivados.

Palavras-chave: Cromatograma, Sistemas Produtivos, Fertilidade, Vida do Solo.

INTRODUÇÃO

Os solos brasileiros vêm sendo afetados, nas últimas décadas, por processos erosivos, perda de fertilidade, salinização e poluição por pesticidas, resultando na perda da capacidade de produzir alimentos saudáveis e nutritivos. Dados recentes demonstram que 140 milhões de hectares de terras cultivadas foram degradados, representando uma alerta para todos aqueles que desenvolvem suas atividades relacionadas com o uso, manejo e conservação do solo. Diante disso, torna-se essencial refletir sobre a necessidade de implementar novas formas de uso do solo que sejam sustentáveis, de modo a preservar para as gerações futuras este recurso tão importante para vida humana no planeta.

No Brasil, existem sistemas avançados de classificação, manejo e conservação das terras, mas, não são muito compreendidos e utilizados entre os agricultores. Além disso, as técnicas convencionais disponíveis para avaliar indicadores de qualidade do solo são caras, complexas e não promovem uma avaliação integrada dos atributos das terras. Contudo, recentemente, alternativas para avaliar a qualidade dos solos vêm sendo adotadas entre os produtores rurais, permitindo analisar, de forma segura, as alterações ocorridas nos sistemas agrícolas de produção de alimentos.

Entre as possíveis alternativas, tem destaque o método de cromatografia circular de Pfeiffer (CCP). O qual se destina a avaliar as propriedades químicas, físicas e biológicas, apresentando uma visão holística da funcionalidade e da saúde dos solos. Trata-se de um método qualitativo, barato, de fácil compreensão que pode ser realizado no próprio empreendimento agrícola. Nesse contexto, essa técnica será apresentada de forma suscinta, permitindo que leitores compreendam e possam utilizá-la para avaliar o efeito da implementação de técnicas e sistemas de produção de bases agroecológicas na qualidade global das terras cultivadas.

CROMATOGRAFIA CURCULAR DE PFEIFFER

A cromatografia circular de Pfeiffer (CCP) é uma técnica antiga, no entanto, o seu início, também considerado o nascimento da técnica, se deu com experimentos desenvolvidos a partir de 1903 (KOKORNACZYK *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2020). Bem mais tarde, o bioquímico alemão Ehrenfried Pfeiffer aperfeiçoou o método e se dedica às suas experiências realizadas com cromatografia do solo, termo que significa “análise integral do solo através de suas cores, permitindo o diagnóstico e seu tratamento de forma auto interpretativa” (PINHEIRO, 2011). Pfeiffer desenvolveu a técnica para determinar a dinâmica e vitalidade do metabolismo dos microrganismos, através das transformações da matéria orgânica no solo. No entanto, por razões mercantis, a técnica foi repudiada pelo modelo imperial de

agricultura moderna (revolução verde) que objetivava definir o solo como suporte inerte das raízes vegetais (PINHERIO, 2018).

A CCP é um instrumento tecnológico acessível a camponeses, técnicos e estudantes que possibilita acompanhar as transformações e operações do manejo das terras agrícolas para determinar a qualidade da saúde do solo. A técnica permite o acompanhamento linear das respostas do solo ao manejo empregado, sendo possível avaliar os componentes minerais, orgânicos e proteicos presentes no sistema, possibilitando, quando necessário, ajustes de manejo das áreas cultivadas (GRACIANO, 2018). É uma técnica rápida, de fácil execução e com grande aplicabilidade, sendo considerada, também, um método físico de separação, baseado no princípio da retenção seletiva e visa destacar distintos componentes para identificar e determinar a qualidade das glebas agrícolas cultivadas, através da harmonia de cores e desenhos entre os componentes minerais, orgânicos, energéticos e eletromagnéticos do solo (RIVERA; PINHEIRO, 2011; RESTREPO; SCHUCH, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2020). É um recurso tecnológico que serve para denunciar contaminações, riscos e envenenamentos do solo, permitindo também tomar decisões a partir dos processos de catabolismo e anabolismo dos micro-organismos (RIVERA; SCHUCH, 2014; BEZERRA, 2018; PINHEIRO, 2018). Sua interpretação visual consiste em avaliar a cor, forma e harmonia entre as zonas que constituem o cromatograma circular de Pfeiffer (SIQUEIRA, 2016).

Esta é uma técnica promissora que apresenta inúmeras vantagens em relação às quantitativas, podendo ser uma alternativa aos métodos de análises convencionais que são de difícil acesso para a maioria dos agricultores (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Além disso, os métodos convencionais exigem mais recursos, muito conhecimento sobre tecnologias sofisticadas e os resultados são obtidos de forma isolada, não permitindo realizar uma avaliação plena das características das terras e nem possibilitam fazer inferência precisa sobre produtividade e a saúde do solo (PINHEIRO, 2011; SIQUEIRA *et al.*, 2017; DOMINGUES *et al.*, 2018; EMBRAPA, 2020).

A CCP de Pfeiffer é um método eficiente, aplicável na avaliação dos atributos físicos, químicos e biológicos inerentes a saúde e vida do solo (MELO *et al.*, 2019a). Pode, ainda, ser usada em associação com técnicas convencionais de análises do solo para se obter uma visão mais holística dos atributos dos solos nos ecossistemas (AGUIRRE; PIRANEQUE; DÍAZ, 2019). Para Novaes *et al* (2018), a CCP pode ser uma alternativa à análise química de solo laboratorial, podendo ser realizada pelo próprio agricultor e em diversos locais, inclusive na propriedade rural. De acordo com Pinheiro (2011), a cromatografia apresenta uma radiografia do solo, podendo ser essencial para o agricultor avaliar a qualidade das áreas cultivadas sob sistemas agrícolas de bases agroecológicas.

A cromatografia circular de Pfeiffer desenhada sobre uma superfície plana de papel filtro de 150 mm de diâmetro é uma etapa importante na escalada da compreensão do mistério da vida do solo. É um documento genuíno de qualidade, um selo de garantia daqueles que fazem uma agricultura baseada no incremento da vida do solo (RESTREPO; SCHUCH, 2014).

Embora possa ser utilizada para outros fins, a cromatografia circular de Pfeiffer é uma técnica de fácil acesso aos pequenos agricultores e pode ser considerada uma prática adequada para monitoramento cotidiano do solo utilizado, principalmente, na produção orgânica ou agroecologia (BURLE; FIGUEREIDO, 2019; OLIVEIRA *et al*, 2020).

Este trabalho pretende descrever e popularizar, entre técnicos, agricultores e estudantes dos cursos das áreas de ciências agrárias, a técnica da cromatografia circular de Pfeiffer para uso na avaliação qualitativa dos atributos dos solos. Além disso, visa demonstrar os parâmetros de interpretação e análise das estruturas radiais do cromatograma, dando um direcionamento para a escolha de sistemas de cultivo que incrementem a saúde do solo. É uma técnica que pode ser muito útil para produtores rurais avaliarem, periodicamente, as técnicas de cultivo adotadas no manejo e conservação das terras agrícolas.

MATERIAL E PROCEDIMENTO PARA REALIZAÇÃO DA CROMATOGRAFIA CIRCULAR DE PFEIFFER

Materiais utilizados

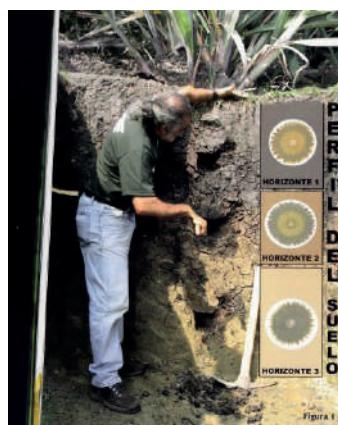
A técnica consiste de alguns materiais e procedimentos simples e pode ser uma ferramenta essencial para sensibilizar agricultores quanto a adoção de métodos de manejo que visem a melhoria da saúde do solo, da qualidade dos alimentos obtidos, bem como da saúde humana e dos animais (SIQUEIRA, 2016).

Para implementação da técnica da CCP, basta organizar materiais de baixo custo e fácil aquisição, conforme listagem recomendada por Pinheiro (2011): água destilada ou da chuva, fita adesiva, pincel atômico, almofariz de porcelana ou madeira com pistilo, seringa hipodérmica de 5 ou 10 com agulha, colherzinha de plástico ou espátula, peneira de malha de 1 a 2 milímetros de plástico ou metal, frascos de vidro de 250 ml com tampa, erlenmeyer de 125 e 250 ml, placas de Petri de 3 ou 5 e 12 cm de diâmetros, hidróxido de sódio PA, nitrato de prata PA, papel de cor preta, papel alumínio, proveta de plástico de 50, 100 e 1.000 ml, tubos de ensaio com tampa de rosca de 50 ml, filtro de plástico ou vidro, copo plástico de 250 ml, vaso de plástico para lixo, água destilada, caixa escura de papelão ou madeira revestida com alumínio, lápis grafite, papel A4, papel toalha ou higiênico, tesoura, balança milimétrica, velas de parafina, fogão, frigideira, faca de mesa, pá reta, facão, balde plástico de 6 litros e régua plástica.

Obtenção de amostra do solo

A amostra de solo pode ser simples ou composta, dependendo do objetivo do trabalho. Deve-se coletar uma amostra representativa da gleba e identificar juntamente com o histórico da área (DOMINGUES *et al.*, 2018). De acordo com Henrique (2019), o desenvolvimento desta técnica consiste das seguintes etapas: inicialmente, realiza-se a coleta da amostra do solo, de 0 a 20 cm de profundidade, que será seca à sombra em local limpo e arejado. No entanto, para Rivero e Pinheiro (2011), a profundidade de coleta do solo pode variar de acordo com critérios específicos. Quando o terreno se destina ao cultivo de hortaliças, o solo pode ser coletado a 10, 20 e 40 cm de profundidade. Para implantação de pastagens semiperenes e capim de corte, a profundidade pode variar entre 20 e 50 cm e para fruticultura perene, pode-se coletar a amostra de solo até 1,5 m de profundidade. Ainda de acordo com esses autores e conforme demonstrado na figura 1, é relevante mencionar que para cada profundidade da amostra coletada deve-se realizar um teste de cromatografia circular de Pfeiffer.

Figura 1. Análise cromatográfica em perfil de solo



Fonte: Rivera e Pinheiro (2011).

Para compor cada amostra, deve-se coletar inicialmente uma quantidade que varia entre 1,0 e 1,5 kg de solo. Após a secagem e eliminação de material grosso, retira-se uma quantia entre 100 a 150 g para maceração até formar um pó fino e, em seguida, efetua-se a tamisação em peneira fina de nylon ou de metal, com malha de 32 Mesh e armazena a amostra em frasco de vidro limpo com tampa e livre de umidade (RESTREPO; SCHUCH, 2014).

Preparo de soluções

Solução de NaOH

A solução de hidróxido de sódio a 1%, chamada de extratora, deve ser preparada com água bem limpa. Após pesar 10 g de NaOH, efetua-se a mistura em erlenmeyer com

1.000 ml de água destilada ou água filtrada da chuva. Após preparada, a solução deve ser conservada em frascos apropriados e identificados, à sombra, e terá validade por 30 dias (RIVERA; SCHUCH, 2014; RESTREPO; SCHUCH, 2014). Contudo, é importante calcular a quantidade necessária de solução para evitar o desperdício de reagente e de trabalho.

Solução de AgNO₃

A solução de nitrato de prata (AgNO₃) a 0,5%, denominada de reveladora, é preparada à sombra e conservada em local escuro para evitar reações foto-oxidativas (MELO *et al.*, 2019a). Depois de pesado, 0,5 g de nitrato de prata é dissolvido em 100 ml de água destilada em erlenmayer e acondicionada em local adequado. Pode-se utilizar água coletada da chuva, desde que seja filtrada em algodão estéril ou pano limpo (PINHEIRO, 2011). Lembrar que esse volume de solução é suficiente para impregnar 60 a 70 papeis de filtros circulares e as recomendações de identificação e armazenamento devem ser consideradas (RESTREPO; SCHUCH, 2014; DOMINGUES *et al.*, 2018).

Obtenção do extrato de solo

Para obter o extrato líquido do solo, com o auxílio de uma balança milimétrica, pesam-se 5 g da amostra de terra finamente macerada e coloca em um erlenmeyer de 100 ml. Em seguida, adicionam-se 50 ml da solução extratora de NaOH a 1% e realizam-se agitações constantes (RESTREPO; SCHUCH, 2014; HENRIQUE, 2019).

Após a primeira série de sete giros para a direita e sete para a esquerda, deixa-se a solução em suspensão descansar por 15 minutos, repetindo-se, então, mais sete séries de giros intercalados em sentidos contrários. Por fim, após 60 minutos de descanso, efetua-se a terceira e última agitação do material. Lembrar que, para uma boa extração das substâncias do solo, cada série de agitação direita-esquerda deve ser repetido 7 vezes. Depois da última agitação, deixa-se a amostra em repouso por 6 horas e o extrato de solo está pronto (PILON; CARDOSO; MEDEIRO, 2018; MELO *et al.*, 2019b).

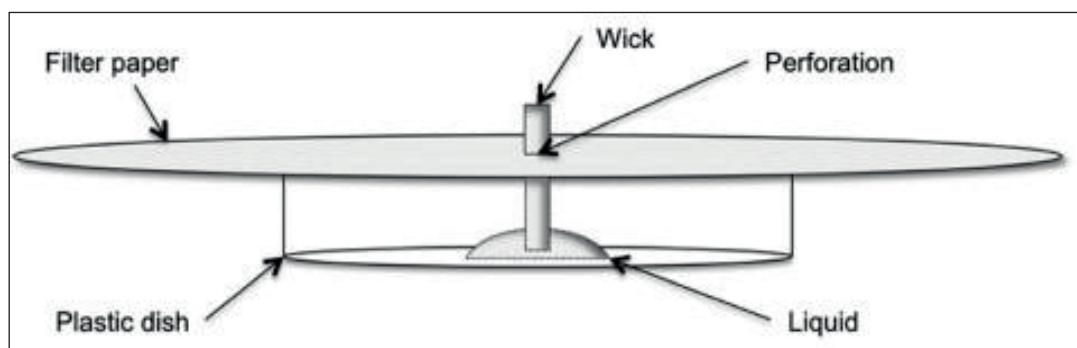
Preparo do cromatógrafo circular de Pfeiffer

Inicialmente, uma folha de papel filtro tipo Whatman de 150 mm de diâmetro, nº 1 ou 4, é dobrada ao meio e marcada com lápis grafite em três locais: ao centro, a 4 e 6 cm do centro em direção a borda da folha. Em seguida, efetuam-se furos com uma agulha nos três pontos marcados, formando assim “um molde” para utilizar como referência para marcar as folhas de papel filtro para uso na formação dos cromatogramas de solo (PINEIRO, 2011; RESTREPO; SCHUCH, 2014). Com o molde colocado sobre as folhas de papel filtro, serão

realizadas, com uma agulha fina, perfurações nos três pontos constantes na folha tipo molde. Depois de perfuradas, será aberto um furo de 2 mm no ponto central de cada folha e os pontos de 4 e 6 cm serão marcados com lápis grafite.

Uma segunda folha de papel filtro é quadriculada de 2 cm x 2 cm e depois de recortadas, essas quadrículas são enroladas num prego formando pequenos rolinhos ou cilindros de papel que serão alocados, posteriormente, no orifício central do papel filtro circular, onde se dá a absorção da solução de AgNO₃ e do sobrenadante de solo, respectivamente, para a formação do cromatograma do solo (RIVERA; SCHUCH, 2014). Ao verificar a figura 2, que representa a estrutura de um cromatógrafo, constatam-se as seguintes partes: papel filtro (filter paper), rolinho de papel (wick), placa de Petri de ‘plástico’ (plastic dish) e base central onde alocam o AgNO₃ e o extrato do solo (liquid).

Figura 2. Estrutura de um cromatógrafo de solo



Fonte: Kokornaczyk et al. (2017).

Realização do teste da cromatografia de Pfeiffer

Para impregnação da solução de nitrato de prata no papel filtro, 3 a 5 ml de AgNO₃ são adicionados com seringa hipotônica e agulha no centro da placa de Petri. Essa substância será absorvida pelo rolinho de papel inserido no centro do papel filtro, conforme observado na figura 2. Ao contactar com a solução, o cilindro de papel transfere o líquido da placa de Petri para papel filtro circular até pouco antes de atingir a marca de 4 cm, sendo este retirado imediatamente (BEZERRA, 2018). Em seguida, o rolinho de papel é retirado e o papel filtro impregnado com nitrato de prata será protegido com papel absorvente, nas duas faces, e acondicionado em caixa de papelão fechada, ficando no escuro por um período de 3 a 4 horas para secar.

A etapa seguinte consiste em realizar a impregnação do extrato de solo no papel filtro circular previamente impregnado com nitrato de prata. Através da seringa hipodérmica com agulha, 5 ml do extrato do solo, sem impurezas, devem ser sugados e alocados no centro da placa de uma placa de Petri de 12 cm de diâmetro (RESTREPO; SCHUCH, 2014; BEZERRA, 2018). O extrato do solo, dispensado no centro da placa de Petri e em contato

com a base do rolinho de papel, será transferido para o papel de filtro circular até atingir a marca de 6 cm. Na sequência, este será retirado e posto para secar, por um período de 1 a 2 dias, em local protegido da incidência direta de luz, formando assim o cromatograma. Porém, dependendo da temperatura ambiente e umidade do ar, esse período de secagem pode demorar até 10 dias (PINHEIRO, 2011). Depois de seco, o cromatograma deve ser etiquetado, indicando data e local de coleta, sendo posteriormente utilizado para estudos das propriedades do solo.

Com a implementação das etapas de impregnação com nitrato de prata e extrato de solo, está concluído o processo de obtenção do cromatograma. Após essas mencionadas etapas, o cromatograma deverá ser imerso em parafina aquecida e líquida, e retirado rapidamente. Esse procedimento visa promover a preservação do cromatograma para análises futuras (RESTREPO; SCHUCH, 2014). Ademais, pesquisadores recomendam tirar fotografias com máquinas digitais, pois, estas conservam os cromatogramas, permitindo ainda arquivar, imprimir ou fazer comparações antes e depois de uma ou várias ações realizadas no solo (PINHEIRO, 2011).

Importante mencionar que outros pesquisadores quando vão produzir o cromatograma, fazem a disposição do nitrato de prata e sobrenadante do solo dentro de uma pequena placa de Petri de 3 ou 5 cm de diâmetro que é alocada dentro e bem no centro de outra placa de Petri de 12 cm, conforme figura 3 abaixo (PINHEIRO, 2011; HENRIQUE, 2019). Essa alternativa, em relação ao método anteriormente apresentado, garante maior economia de reagentes e pode evitar desperdícios na realização da técnica de cromatografia circular de Pfeiffer.

Figura 3. Placa de Petri de 3 cm alocada no interior de placa de 12 cm



Fonte: Pinheiro (2011).

INTERPRETAÇÃO DO CROMATOGRAMA DE PFEIFFER

Indiscutivelmente, a interpretação de cromatogramas se apoia em conhecimentos básicos sobre de química, bem como sobre as partes que constituem o halograma (RIVERA;

PINHEIRO, 2011). Além disso, requer uma base teórica e experimentada para que assim o sujeito, seja ele um pesquisador ou um agricultor, compreenda os padrões recorrentes e aparentes nas imagens e possa relacioná-las com o estado real desses solos (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Para leitura e interpretação do cromatograma circular de Pfeiffer, as informações prévias relacionadas à amostra de solo e a paisagem da área de estudo, aos moldes da figura 4 abaixo, obtidas a partir do diagnóstico integral e sociotecnológico, dão maior precisão na análise das imagens obtidas na realização da técnica da cromatografia de Pfeiffer (RESTREPO; SCHUCH, 2014).

Figura 4. Paisagem observada na leitura da cromatografia do solo



Fonte: Rivera e Pinheiro (2011).

A descrição do cromatograma é realizada com base no tamanho, forma e cores reveladas em cada zona que o cromatograma apresenta. Além disso, a integração entre as zonas pode ser muito útil para uma interpretação mais representativa da qualidade do solo estudado.

De acordo com Rivera e Pinheiro (2011), o cromatograma é constituído por cinco zonas distintas, obedecendo a seguinte ordem, do centro para a borda do halograma: zona central, zona interna, zona intermediária, zona externa e zona periférica. Ainda conforme esses autores, será apresentada abaixo uma descrição básica sobre cada uma das zonas do cromatograma.

Zona central – Chamada também de zona de aeração ou de oxigenação. É o local por onde todas as substâncias presentes no solo circulam, pelo fenômeno de capilaridade, através do rolinho de papel alocado no centro do papel filtro cilíndrico do cromatograma. É a zona que ocorre a reação do nitrato de prata com alguns dos elementos presentes na amostra. Em solos extremamente destruídos pela mecanização pesada, pela aplicação de venenos e a incidência direta dos raios solares, essa zona não se manifesta.

Nos solos ainda em estágio de degradação, a zona central se apresenta com coloração preta, cinza ou acinzentada e se integra de forma homogênea com a zona interna. Quando a cor da zona central se apresenta branca muito bem definida, devido a reação do nitrato de

prata com substâncias ricas em nitrogênio, significa que o solo está recebendo excessivas doses de adubos nitrogenados.

Quando a zona central do cromatograma apresenta coloração branco cremosa e uma integração suave com a próxima zona, é um indicativo de bom solo, não compactado, com boa estrutura, abundância de matéria orgânica ativa e alta atividade microbólica e enzimática. Na figura 5, observam-se chromatograms com cores preta, branca e cremosa da zona central.

Figura 5. Zonas e cores do chromatograma de Pfeiffer



Fonte: Rivero e Pinheiro (2011).

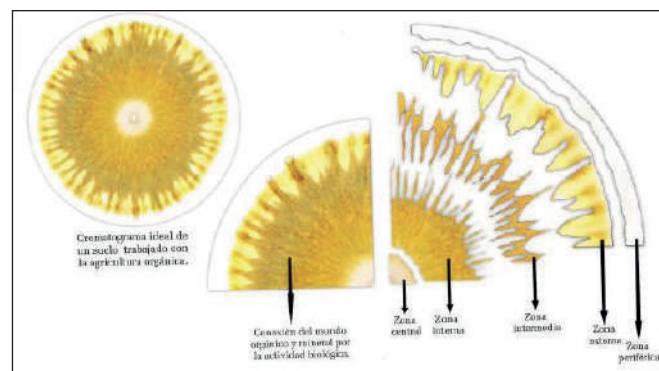
Zona interna – É o segundo anel, chamada de zona mineral porque nela ocorre a maioria das reações com os minerais. Os minerais depositam-se nesta área, bem como todas as substâncias pesadas contidas no extrato do solo. Indica as condições de desenvolvimento mineral. Quando apresenta um círculo linear, demonstra baixa ou ausência de vida no solo. Ela pode ou não estar integrada com as demais zonas. Quando sua borda é homogênea e uniforme, significa que o solo é muito intemperizado, altamente degradado, erodido e compactado. Além disso, apresenta pouca estrutura, baixa atividade biológica e ausência de matéria orgânica. Quando apresenta coloração dourada e formato de plumas, indica intensa harmonia biológica.

Zona intermediária – Também chamada de zona proteica ou da matéria orgânica, esta é a zona de integração com as outras zonas. Suas cores variam do preto, mínimo de atividade, até as cores ouro e laranja, indicando o máximo de atividade do solo. Nesta zona, desenvolve-se a formação dentada que determina a qualidade do chromatograma, isto é, a forma dos dentes e sua coloração deve estar integrada as outras zonas. Quando esta encontra-se totalmente integrada com a zona interna e a externa, significa alta atividade biológica e humificação da matéria orgânica.

Zona externa – É o quarto e último anel do chromatograma, sendo também chamada de zona enzimática ou nutricional. Quando apresenta cores que variam do castanho escuro ao tom ocre (variação entre tons desde amarelo dourado até marrom-amarelado claro),

indica boa presença de enzimas e nutrientes no solo. A expressão de bolsinhas e nuvens com bordadura em tons café claros e escuros, mostra alto valor biológico e presença de reservas nutricionais no solo. Em um solo muito bem trabalhado, em equilíbrio, essa zona indica alta atividade biológica, formação permanente de humus e boa agregação. Para melhor compreensão, a figura 6 demonstra a coloração ideal de um solo com boas condições de funcionamento do ecossistema.

Figura 6. Zonas do cromatograma de Pfeiffer de um solo ideal



Fonte: Rivero e Pinheiro (2011).

Zona periférica – Nesta zona, observa-se a figura bem formada, com borda totalmente ondulada e cheia de nuvens bem definidas. Isto ocorrendo, pode-se inferir que o solo apresenta boa disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Relevante registrar que, de maneira geral, o cromatograma proveniente de solos bem manejados, preservados e bem cuidados apresenta coloração suave, que passa gradualmente da tonalidade creme ao amarelado no centro. Depois, observa-se uma coloração mais dourada, escura e escura intenso na região de integração com a zona externa, conforme modelos constantes na figura 7. Dessa forma, tem-se um solo de alta fertilidade, alta atividade biológica e humificação da matéria orgânica, bem como boa estrutura física e excelente formação de agregados.

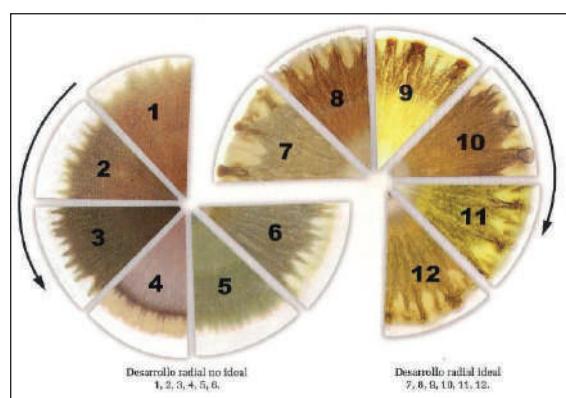
Figura 7. Cores de cromatograma de um solo ideal



Fonte: Rivero e Pinheiro (2011).

É pertinente ressaltar que, para efetuar boa recomendação técnica que supra as demandas do solo, devem-se realizar observações detalhadas do cromatograma, conjugando com os conhecimentos, experiências e tipos de manejo do solo que o produtor implementa na propriedade rural. Essas informações podem ser obtidas através da aplicação de questionário sociotecnológico na área de estudo, considerando os aspectos de cada situação particular que esteja sendo analisada (RIVERA, PINHEIRO, 2011; RESTREPO; SCHUCH, 2014). Para melhor entendimento e interpretação das cores e seus significados, pode-se verificar a evolução radial do cromatograma obtido em solos mal manejados e bem cuidados, observando a figura 8 abaixo.

Figura 8. Evolução radial do cromatograma de Pfeiffer em solos bem e mal manejados



Fonte: Rivera e Pinheiro (2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na implementação da técnica da cromatografia circular de Pfeiffer (CCP), devem-se observar as devidas concentrações recomendadas para os reagentes, as datas de validade, bem como evitar a exposição do nitrato de prata à luz para não oxidar. Além disso, é necessário lembrar que o papel filtro impregnado com AgNO₃ não deve ficar exposto a nenhum tipo de luz.

A CCP é um método eficaz e efetivo para avaliar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Essa tecnologia permite ao produtor rural realizar um monitoramento preciso sobre o efeito que as técnicas aplicadas na lavoura causam na vida do solo. Esta técnica, devido a facilidade de execução e compreensão, deve ser publicada e difundida entre agricultores, associações rurais, cooperativas agrícolas e inserida na rotina de Extensionistas Rurais para uso na avaliação da qualidade dos solos e na recomendação de práticas de recuperação de solos afetados pela exploração agrícola.

■ REFERÊNCIAS

1. AGUIRRE, S. E.; PIRANEQUE, N. V.; DIÁZ, C. J. Valoración del estado del Suelo en Zona de Bosque Seco Tropical Mediante Técnicas Analíticas y Cromatogramas. **Información Tecnológica**, v. 30, n. 6, p. 337 - 350, 2019.
2. BEZERRA, L. P. **Implantação de sistemas agroflorestais na agricultura familiar: um caminho para a transição agroecológica**. 2018. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal de São Carlos, Araras, SP, 2018.
3. BURLE, E. C.; FIGUEIREDO, R. T. Uso da cromatografia circular plana em diferentes concentrações para análise de solo e de compostos orgânicos. **Ciências exatas e tecnológicas**, v. 5, n. 2, p. 19 - 28, 2019.
4. DOMINGUES, S. et al. Revisão da cromatografia de Pfeiffer como método de avaliação qualitativa dos solos. **Congrega Urcamp**, v. 15, n. 15, p. 1.471 - 1.479, 2018.
5. EMBRAPA – Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Ciência a favor do campo: conheça nova tecnologia da Embrapa que faz avaliação biológica do solo**. 2020. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/embrapa-tecnologia- avaliacao-biologica- solo/#:~:text=A%20tecnologia%20consiste%20na%C2%A1lise,bioindicadores%20da%20sa%C3%BAde%20do%20solo>. Acesso em: 17 set. 2020.
6. GRACIANO, I. **Avaliação da saúde do solo por meio da cromatografia de Pfeiffer: aspectos metodológicos e aplicações**. Dissertação. 2018. 63 f. (Mestrado em Agronomia) – Universidade estadual do norte do Paraná, Bandeirantes, PR, 2018.
7. HENRIQUE, J. **Impacto de atividades antrópicas, provocadas pela inserção da cultura da soja sobre a microbiota e atributos físico-químicos de solos no bioma cerrado**. 2019. 129 f. Tese (Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte) - Universidade Federal de Tocantins, Palmas, TO, 2019.
8. KOKORNACZYK, M. O. et al. Analysis of soils by means of Pfeiffer's circular chromatography test and comparison to chemical analysis results. **Biological Agriculture & Horticulture**, v. 33, n. 3, p. 143 - 157, 2017.
9. MELO, D. M. A. et al., Cromatografia de Pfeiffer como indicadora agroecológica da qualidade do solo em agroecossistemas. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. e7653. 2019a.
10. MELO, D. M. A. et al. Caracterização qualitativa de solos através da cromatografia de Pfeiffer em agroecossistemas. In: RODRIGUES, T. A.; LEANDRO NETO, J.; GALVÃO, D. O. (org.). **Meio ambiente, sustentabilidade agroecologia**. 6^a ed. Ponta Grossa - PR: Atena, 2019b. p. 229 - 235.
11. NOVAES, W. O. F. et al. Estudo da cromatografia de Pfeiffer como alternativa agroecológica para análise de solos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, p. 7 - 12, 2018.
12. OLIVEIRA, W. S. et al. Métodos de interpretação para teste de qualidade em solos a partir da Cromatografia Circular Plana (FCC). **Brazilian Journal of Animal and Environmental**, v. 3, n. 3, p. 1107-1125, 2020.
13. PILON, L. C.; CARDOSO, J. H.; MEDEIROS, F. S. **Guia prático de Cromatografia de Pfeiffer**. Embrapa Clima Temperado. Documentos 455. Pelotas, RS. 2018. 16 p.
14. PINHEIRO, S. **Cartilha da saúde do solo (cromatografia de Pfeiffer)**. Porto Alegre: Salles, 2011. 120 p.

15. PINHEIRO, S. **Agroecologia 7.0 - Bombeiro agroecológico**: farinhas de rochas, biofertilizantes, biochar, agrohomeopatia e sideróforos. Porto Alegre: Juquirá Candiru Satyagraha, 663 p., 2018.
16. RESTREPO, J.; SCHUCH, D. S. Técnica da cromatografia de Pfeiffer: procedimentos metodológicos para análise da qualidade dos solos. In: SCHUCH, D. S. **Técnicas e metodologias aplicadas na recuperação de áreas degradadas**. Itajaí - SC: Univale, 2014. p. 113 - 138.
17. RIVERA J. R. SCHUCH, D. S. (org.). **Manual de Agricultura Orgânica**. 2014. Disponível em: http://www.amavi.org.br/sistemas/pagina/colegiados/consagri/arquivos/2014/Manual_AgriCULTURA_ORGANICA_Jairo_Restrepo_Rivera.pdf. Acesso em: 11 de jun. de 2020.
18. RIVERA, J. R.; PINHEIRO, S. **Cromatografía - Imagenes de vida y destrucción del suelo**. Cali: Feriva, 2011.
19. SIQUEIRA, I. **Avaliação da fertilidade e vitalidade do solo pela cromatografia de Pfeiffer e seu potencial para motivar manejos agroecológicos**. 2016. 37 f. Monografia (Trabalho de conclusão de especialização lato sensu). Pós - graduação em agricultura familiar e educação no campo, UFSM, Santa Maria, RS, 2016.
20. SIQUEIRA, I. et al. **A construção da insustentabilidade da agricultura**: uma história oculta, teses e modelos em disputa. In: PICCIN, M. B. (coord.). COSTA, M. I. E. et al. (org.). **Tecnologias de produção, cooperação e agroindústria**, v. III. Rio de Janeiro: Bonecker, 2017, p. 13 – 40.

“

Teores de macronutrientes e produção de biogás a partir da co-digestão de fontes orgânicas

- | João Pedro Santos do **Nascimento**
- | Romildo Nicolau **Alves**
IFRR
- | Josimar da Silva **Chaves**
- | Sandoval Menezes de **Matos**
- | Ronielly Barbosa **Soares**
- | Lucas Souza da **Silva**
- | Maria Lorryne de Araújo **Leal**
- | Hiago Souza **Silva**
- | Francisco de Sousa **Lima**

RESUMO

O Brasil apresenta grande potencial para produção de fontes orgânicas para uso na geração de energia. Considerando que o estado de Roraima não produz, através do modo convencional, energia suficiente para atender sua demanda, estudos foram realizados visando testar o potencial de materiais orgânicos na produção de gás em biodigestores de bancada. O presente trabalho objetivou avaliar a produção de biogás a partir de resíduos de gliricídia, capim elefante e esterco fresco de animais domésticos. O esterco dos animais utilizado na realização da pesquisa foi coletado em diferentes propriedades rurais próximas ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, campus Novo Paraíso. As análises químicas demonstraram que as fontes orgânicas diferem quanto aos teores de N, P, K e relação C/N. Observou-se, ainda, nesse trabalho que os resíduos de gliricídia e capim elefante inoculados com esterco bovino representam ótima opção para produção de biogás na região onde o estudo foi implementado, contudo, vale destacar que mais pesquisas devem ser desenvolvidas nessa área.

Palavras-chave: Roraima, Gliricídia, Capim Elefante, Energia Renovável.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande produtor de fontes orgânicas com composições químicas e qualidades diferentes (Alves *et al.*, 2011; Gomes 2018; Pereira *et al.*, 2020; Matos, 2020; Pedroza *et al.*, 2021). Um parâmetro importante na classificação da qualidade das fontes orgânicas são seus teores de nutrientes (Alves *et al.*, 2011). Alguns trabalhos de pesquisa quantificaram os teores de nutrientes em fontes orgânicas disponíveis no estado de Roraima (Gomes 2018; Pereira *et al.*, 2020; Matos, 2020). Pereira *et al.*, (2020) ao analisarem esterco de ovino, encontraram valores de N e P de 2,2 e 1,4%, respectivamente. Ainda no trabalho de Pereira *et al.*, (2020), um outro fator de destaque foi o elevado teor de sódio (Na) no esterco de ovino, 13800 mg/kg, que segundo os autores foi devido o sal adicionado na suplementação mineral desses animais.

Gomes (2018), ao analisar resíduos orgânicas, observou que o esterco de ovinos apresentou 2,6% de N e 0,9% de P, o capim elefante (*Pennisetum purpureum*) 0,9% de N e 0,4% de P e a gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.) 2,8% de N e 0,4% de P. Nesse mesmo trabalho, o autor verificou que o esterco de aves poedeiras apresentou 2,0% de N e 3,6% de P na composição química. Matos (2020), verificou 2,6% de N e 1,9% de P no esterco de ovino e 2,5% de N e 0,2% de P em folhas de gliricídia.

No caso do potássio, Pereira *et al.*, (2020), quantificaram teores de 6,9% no esterco de ovino. Gomes (2018) encontrou 1,8% na gliricídia, 2,1% no capim elefante, 5,0% no esterco de ovino e 2,6% no esterco de aves. Por sua vez, Matos (2020) verificou 2,6% no esterco de ovino e 2,0% em folhas de gliricídia.

Pedroza *et al.*, (2021) em trabalho realizado no estado de Tocantins verificaram que em camas de aviários preparadas com capim elefante napier (*Pennisetum purpureum*) e palha de arroz os valores de N variaram de 2,82 a 3,01%, de P de 3,68 a 3,79% e de K de 2,07 a 2,16%. Esses autores apresentam valores de N, P e K para o capim elefante napier que oscilaram de 2,95 a 3,0%, 2,40 a 3,87% e 1,10 a 3,65%, respectivamente.

As fontes orgânicas acima apresentadas podem ser utilizadas para geração de energia térmica, mecânica ou elétrica (Pedroza *et al.*, 2021). Em relação ao estado de Roraima, a energia elétrica é proveniente de termelétricas, que usam combustível de origem fóssil (diesel) como matéria-prima (Rocha *et al.*, 2019). O estado, portanto, possui limitações energéticas. Sabe, no entanto, que o uso de combustíveis fósseis é prejudicial para o ambiente, visto que eles estão diretamente relacionados ao aquecimento global (Pedroza *et al.*, 2021). De acordo com Pedroza *et al.*, (2021) e Angelidaki *et al.*, (2009), as fontes orgânicas quando submetidas a digestão anaeróbica podem produzir biogás e gerar energia, reduzindo a emissão de amônia para a atmosfera.

A digestão anaeróbica é um processo fermentativo realizado por bactérias que degradam a matéria orgânica e produzem o biogás. O processo fermentativo também produz o biofertilizante como produto final (Pedroza *et al.*, 2021). As fontes orgânicas podem ser os estercos e materiais vegetais. As fontes podem ser biodigeridas separadamente ou juntos (co-digeridos). No entanto, a co-digestão tem se mostrado promissora para produção de biogás (Pedroza *et al.*, 2021), sendo que a maior ou menor produção de biogás está diretamente relacionada à composição química desses materiais (Bedoic *et al.*, 2019).

Diferentes fatores influenciam no processo anaeróbico de produção de biogás quando se utiliza fontes orgânicas. De acordo com Angelidaki *et al.* (2009), as vitaminas e os nutrientes presentes são fundamentais para o desempenho das bactérias anaeróbicas. Também são importantes variáveis tais como: sólidos totais, sólidos voláteis, demanda química de oxigênio (DBO), tamanho de partículas, acidez (pH) e temperatura. Em um meio ácido as bactérias metanogênicas param suas atividades, sendo um pH por volta de 6,5 ideal para a produção de biogás (Angelidaki *et al.*, 2009). As fontes orgânicas, sobretudo o esterco de aves e o esterco de ovinos apresentaram valores de pH ideal para a produção de biogás, valores acima de 6,5 (Gomes, 2018). A temperatura ideal para produção de biogás varia entre 39 e 40 °C (Angelidaki *et al.*, 2009). No entanto, em biodigestores instalados ao ar livre, a oscilação de temperatura entre o dia e a noite pode afetar esse processo (Pedroza *et al.*, 2021).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivos avaliar a qualidade química de fontes orgânicas disponíveis no Sul do estado de Roraima, bem como verificar o potencial de produção de biogás a partir da co-digestão do esterco bovino com gliricídia e capim elefante, utilizando biodigestores de bancada.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização

O trabalho foi desenvolvido pelo Núcleo de Ensino, Pesquisa, Extensão em Agroecologia (NEPEAGRO) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima (IFRR)/Campus Novo Paraíso. O Campus localiza-se na Vila de Novo Paraíso, Km 512, BR 174, no município de Caracaraí, Roraima, nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 1° 15' 01,46", longitude 60° 29' 12,30" e uma altitude de 83,09 m.

Coleta das fontes orgânicas e análises

As fontes orgânicas foram provenientes de propriedades rurais localizadas no sul do estado de Roraima. Os estercos de bovinos, ovinos, suínos e aves foram as principais fontes

orgânicas coletadas. Eles foram classificados de acordo com a suplementação alimentar que os animais recebiam. No momento da coleta, os proprietários informavam se os animais recebiam ou não suplementação alimentar. As amostras de esterco foram transportadas para o Laboratório de Análises de Solo e Planta do IFRR/Campus Novo Paraíso. Em seguida, subamostras foram utilizadas para determinação da umidade e matéria seca. A gliricídia e o capim elefante foram coletados no espaço agroecológico do NEPEAGRO do IFRR/Campus Novo Paraíso. Após a coleta a gliricídia e o capim elefante foram passados em uma forrageira, para aumento da superfície específica. O esterco fresco foi coletado de um criador local.

As subamostras foram pesadas e levadas à estufa de ventilação forçada a 65 °C, por 72 horas, até atingirem peso constante. Após a secagem, foram pesadas e trituradas em moinho tipo Willey e digeridas em bloco de digestão, utilizando a mistura de ácido sulfúrico (H_2SO_4) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 30%, conforme os autores Thomas *et al.*, (1967). Os extratos de digestão foram diluídos em balões de 50 ml, para quantificação o P por colorimetria (Murphy e Riley, 1962), o K por fotometria de chama (EMBRAPA, 2009). O C orgânico total foi determinado via úmida segundo Mendonça e Matos (2005). Os dados obtidos no experimento foram analisados estatisticamente através do programa SISVAR, versão 5.6 (Ferreira, 2011).

Fontes orgânicas utilizadas para produção de biogás

Para produção de biogás foram utilizadas folhas e galhos tenros de gliricídia (*gliricidia sepium*), folhas e talos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* (Jacq.) Steud.) e esterco fresco de bovino. Na Tabela I encontram-se os teores de N, P, K e relação C/N da gliricídia e do capim elefante analisadas por Gomes (2018).

Tabela I: Características químicas das fontes orgânicas de origem vegetal

Fonte	N	P	K	C	C/N
-----%-----					
<i>G. sepium</i> (Jacq.) Steud.	2,8	0,4	1,8	41,6	14,6
Capim elefante	0,9	0,3	2,1	30,9	34,4

Fonte: Gomes (2018).

Biodigestor

Para avaliação da produção de biogás, utilizou-se o biodigestor de bancada (Figura I), construído com tubo de PVC de 200 mm de diâmetro com 60 cm altura., com tampões na parte inferior e superior. Na parte superior colocou-se um pedaço de cano de 50 mm de diâmetro com um tampão para abastecimento do biodigestor com as fontes orgânicas utilizadas. No tampão superior também foi inserido um registo de saída de gás para quantificação

do mesmo. Na parte inferior do cano de 200 mm, foi colocado um cano de 25 mm com um registro de PVC de 25 mm para coleta do material digerido.

Figura I. Modelo de biodigestor utilizado no estudo



Tratamentos

Foram utilizados três tratamentos: esterco de bovino (EB); glircídia + EB e capim elefante + EB, com três repetições. 50% do volume de cada biodigestor utilizado no experimento foi preenchido com matéria orgânica, sendo o restante destinado para compor a câmera de gás. Os materiais orgânicos antes de ser alocados no biodigestor foram diluídos em água na relação de 1:1 (v/v).

Medição do biogás e pH

O volume de biogás foi medido utilizando o deslocamento da coluna de água. Utilizou-se um frasco de 2 L, com água pela metade. Na tampa do frasco fizeram-se dois orifícios, onde foram instaladas duas mangueiras, de 2 mm de diâmetro. Uma mangueira conectava-se ao biodigestor e dentro do frasco ela ficava acima do nível da água. A outra mangueira conectava o frasco a uma proveta graduada de 1 L, sendo que essa mangueira ficava em contato com água do frasco. Por deslocamento da coluna d`água, devido à pressão causada pelo gás, quantificou-se o volume do gás produzido.

No momento de quantificação do volume do gás, coletou-se uma amostra do material dos biodigestores para determinação do pH. A amostra foi levada para laboratório e determinou-se o pH, utilizando um phgâmetro HI 2221, marca HANNA. Os dados foram tabulados e construídos os gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fontes orgânicas

O esterco foi coletado proveniente de animais suplementados e não suplementados. Na Tabela II encontra-se a caracterização química do esterco bovino com suplementação alimentar, onde observa-se baixo o teor médio de N. Já, em relação a P e K verificam-se concentrações baixa e adequada respectivamente. De acordo com Igue e Pavan (1984), o teor de fósforo deve ser superior a 1,0% e potássio maior que 0,5%. Pertinente registrar que, segundo Igue e Pavan (1984), bovinos suplementados devem apresentar valores de N acima de 2%.

O valor médio do C encontra-se dentro das exigências mínimas para produção de biogás, ou seja, acima de 20% para estercos. Valores próximos foram encontrados por Igue e Pavan (1984). Normalmente, os valores de C são abaixo dos 40% devido o processo de decomposição no rúmen do animal. A relação C/N mostrou-se baixa. Relação C/N acima de 30 pode ser considerada elevada segundo Kiehl (1995).

A relação C/N é fundamental para a produção de biogás visto que o mesmo influencia na vida microbiana dentro do biodigestor e, consequentemente, no processo fermentativo do material orgânico.

Tabela II: Teores (%) de N, P e K em esterco de bovinos com suplementação

Esterco	N	P	K	C	C/N
%					
EB1⁽¹⁾	1,92	0,57	3,19	31,90	25,5
EB2	2,17	0,44	3,96	32,0,	26,8
EB3	1,17	0,19	0,25	34,60	23,1
EB4	1,07	0,13	1,43	22,90	16,8
EB5	2,07	1,23	2,79	21,70	21,2
EB6	1,19	0,19	0,87	32,00	21,9
EB7	1,67	0,28	3,30	24,30	20,5
EB8	1,73	0,24	2,38	25,50	21,4
Média	1,70±0,15⁽²⁾	0,26±0,13	2,58±0,46	28,70±1,77	21,7±1,10

⁽¹⁾EB: Esterco bovino. ⁽²⁾Desvio padrão da média.

Na Tabela III, os teores médios de N, P e K se mostraram dentro das exigências mínimas para produção de biogás, que normalmente é quantificado em esterco bovino proveniente

de animais sem suplementação. Igue e Pavan (1984) apresentam valores médios de N, P e K para esterco de curral de bovinos de 1,4% de N, 0,71% de P e 0,97% de K. O que chama a atenção na Tabela III são valores de C dos estercos bovinos EB1, EB2 e EB5 que ficaram baixo. Isso, no entanto, fez com as relações C/N ficassem baixas.

Tabela III. Teores (%) de N, P e K em esterco de bovinos sem suplementação

Esterco	N	P	K	C	C/N
-----%-----					
EB1⁽¹⁾	0,36	0,09	0,31	3,70	3,65
EB2	0,74	0,12	0,56	16,89	12,14
EB3	1,74	0,25	3,41	30,04	23,72
EB4	1,26	0,34	1,55	23,14	17,87
EB5	1,08	0,29	2,05	14,95	12,87
Média	1,08±0,23⁽²⁾	0,25±0,05	1,55±0,56	16,89±4,39	12,87±3,33

⁽¹⁾EB: Esterco bovino. ⁽²⁾Desvio padrão da média.

Os teores de N no esterco de ovinos (1,4%) (Tabela IV) se mostraram abaixo do verificado por Pereira *et al.*, (2020), Matos (2020) e Gomes (2018). Esses autores verificaram concentrações de N que variaram de 2,2% até 2,6%. O teor de P já apresentou valor abaixo do encontrado por Pereira *et al.*, (2020), Gomes (2028) e Matos (2020). Os valores de C e da relação C/N assemelham-se aos citados por Kiehl (1995). Em relação ao teor médio de K (1,71%)(Tabela IV) foi abaixo do analisado por Pereira *et al.*, (2020), que obteve teor de 6,9%. No entanto, não diferiu do quantificado por Matos (2020), que foi de 2,6%.

Tabela IV. Teores (%) de N, P e K em esterco de ovinos sem suplementação

Esterco	N	P	K	C	C/N
-----%-----					
EO1⁽¹⁾	1,44	0,45	1,71	28,30	10,70
EO2	1,17	0,33	2,38	33,59	20,02
EO3	1,74	0,34	0,80	22,64	20,02
Média	1,44±0,16⁽²⁾	0,34±0,04	1,71±0,45	28,30±0,31	20,0±3,1

⁽¹⁾EO: Esterco de Ovino. ⁽²⁾Desvio padrão da média.

Na Tabela V, os teores de N, P e K provenientes dos animais criados nas propriedades rurais dos agricultores com baixo nível tecnológico. Aos quais são fornecidos alimentos com baixos teores de nutrientes. Esse baixo nível tecnológico no manejo alimentar dos animais reflete nos teores de N, por exemplo, sendo obtido teor médio de 1,67%, abaixo dos teores citados por Kiehl (1995) para estercos de suínos. Igue e Pavan (1984) apresentam teor de 2,37% para o esterco de suínos, bem mais próximo do verificado neste estudo.

Os teores de P obtidos no estudo (Tabela V) foram menores em relação aos teores apresentados por Igue e Pavan (1984), de 2,06%. Enquanto o teor de K obtido (1,36%) ficou próximo ao teor apresentado por Igue e Pavan (1984), de 1,62%.

Tabela V. Teores (%) de N, P e K em esterco suíno sem suplementação

Esterco	N	P	K	C	C/N
-----%-----					
ES1 ⁽¹⁾	1,67	0,24	0,49	24,20	10,7
ES2	1,76	0,24	2,87	30,22	23,9
ES3	1,48	0,16	1,36	18,18	16,5
Média	1,67±0,08⁽²⁾	0,24±0,03	1,36±0,69	24,20±3,47	16,5±3,8

⁽¹⁾ES: Esterco suíno. ⁽²⁾Desvio padrão da média.

Não houve coleta de estercos de suínos suplementados, pois não há propriedades onde a criação desses animais forneça ração balanceada.

Nas Tabelas VI e VII encontram-se os teores de N, P, C e relação C/N para esterco e aves coletado nas diferentes propriedades do Sul do estado de Roraima. Os teores médios de N, independentemente do manejo alimentar (com suplementação ou sem suplementação) obtidos no estudo, tiveram próximos entre si, sendo 1,72% em animais com suplementação e 2,17% em animais sem suplementação. Quando comparadas as concentrações de minerais entre aves, observa-se alta correlação entre a nutrição e a deposição de nutrientes nas excretas.

O baixo teor de N nas aves que recebem suplementação em sua alimentação se dá pelo fato desses animais ingerirem rações comerciais que utilizam aminoácidos sintéticos a fim de reduzir a proteína bruta (PB) da ração. A redução dos níveis mínimos de PB tem como objetivo diminuir o gasto metabólico do processo de digestão e amenizar a excreção de N, que de acordo com (Reece, 1980), favorece melhores condições ambientais, que proporciona mais saúde animal, visto que o teor de N nas fezes está na forma de amônia (NH_3) que é tóxica para os mesmos.

Os teores de N obtidos ficaram abaixo dos mencionados por Igue e Pavan (1984), que citam que os teores de N em estercos de aves podem apresentar valores acima de 3% de N. Os teores de P obtidos foram menores do que os citados por Gomes (2018), que apresentou valor de 3,6% de P ao trabalhar com esterco de aves de postura no sul do estado de Roraima. Os teores de K, C e relação C/N ficaram próximos dos valores apresentados por Gomes (2018) e Igue e Pavan (1984).

Tabela VI. Teores (%) de N, P e K em esterco de aves com suplementação

Esterco	N	P	K	C	C/N
-----%-----					
EA1 ⁽¹⁾	1,76	0,33	2,78	25,83	21,7
EA2	1,69	0,43	2,87	15,74	16,3
Média	1,72±0,03⁽²⁾	0,38±0,05	2,83±0,04	20,78±5,05	19,0±2,7

⁽¹⁾Esterco de aves. ⁽²⁾Desvio padrão da média.

Tabela VII. Teores (%) de N, P e K em esterco de aves sem suplementação

Esterco	N	P	K	C	C/N
	-----g/kg-----			--dg/kg--	
A1 ⁽¹⁾	2,10	0,39	0,86	23,10	22,1
A2	2,23	0,22	1,24	15,52	18,9
Média	2,17±0,06⁽²⁾	0,31±0,08	1,05±0,18	19,31±3,79	20,5±1,6

⁽¹⁾Esterco de aves. ⁽²⁾Desvio padrão da média.

Avaliação da produção de biogás

As duas fontes vegetais utilizadas no trabalho encontram-se caracterizadas na Tabela I. Observa-se que capim elefante apresentou um valor de N baixo (0,9%) quando se compara com os valores apresentados por Pedroza *et al.*, (2021) de 2,95 a 3,87% de N. O P também ao compará-lo com os valores de Pedroza *et al.*, (2021) encontra-se muito baixo. Ao contrário do K, que já se encontra dentro da faixa apresentada por (Gomes, 2018).

A gliricídia apresentou valores próximos aos quantificados por Matos (2020). Uma baixa relação C/N devido seu elevado teor de N. Esse elevado teor de N na gliricídia deve-se ao processo de fixação biológica de N (Gomes, 2018).

Na Figura II, encontra-se os valores de pH dos materiais em processo de biodigestão. Foi utilizado a técnica de co-digestão, que consiste em juntar duas fontes orgânicas. No presente trabalho, utilizou-se a gliricídia + esterco bovino e capim elefante + esterco bovino. Ao observar os valores de pH nos biodigestores, verifica-se que o esterco de bovinos manteve o pH sempre acima de 6,5. No entanto, teve uma leve acidificação visto que ele iniciou com valores próximos a 7,5. Essa acidificação normalmente ocorre dentro dos biodigestores. Os estercos animais possuem naturalmente valores de pH acima de 7,0 (Gomes, 2018).

Nas co-digestões, verifica-se que o pH iniciou levemente ácido e foi acidificando durante o processo de fermentação. A gliricídia foi a que mais se acidificou, chegando a valores abaixo de 6,0, pois apresenta teor de N maior e baixa relação C/N. O capim elefante também apresentou processo crescente de acidificação, mas bem menos elevado quando comparado com a gliricídia.

Figura II. Valores de pH nos biodigestores durante o período experimental

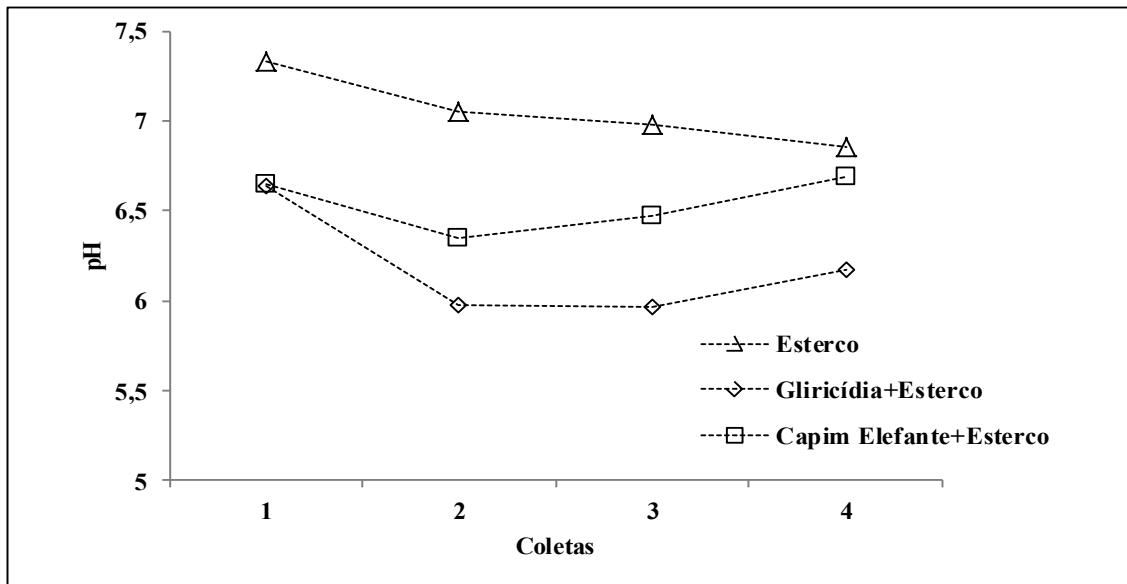
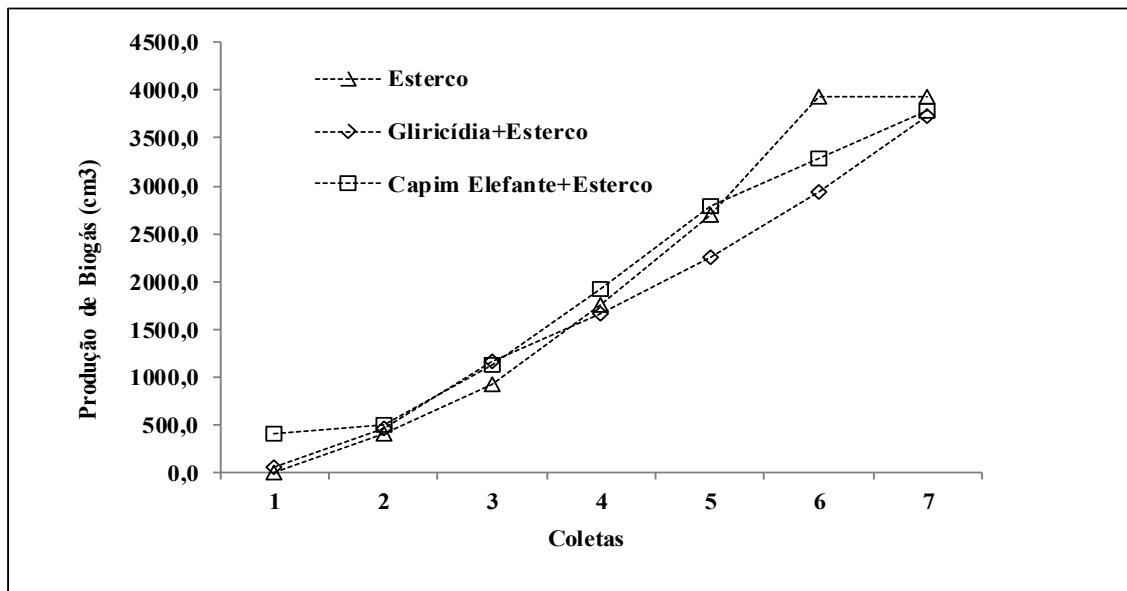


Figura III. Produção acumulada de biogás durante o período experimental.



A produção acumulada de biogás encontra-se na Figura III. Verifica-se que os materiais vegetais quando co-digeridos com esterco produzem biogás tanto quanto o esterco sozinho. Essas informações revestem de grande importância, uma vez que é possível manter a capacidade de produção de biogás utilizando menos esterco.

CONCLUSÃO

As fontes orgânicas utilizadas no estudo apresentaram diferenças quanto aos teores de nitrogênio, fósforo e potássio. Verificou-se que os animais suplementados normalmente apresentam estercos com maiores valores desses nutrientes. Em relação à produção de biogás, conclui-se que o processo de co-digestão utilizando gliricídia mais esterco de

bovinos fresco e capim elefante mais o esterco bovino fresco constituem excelente opção para produção de biogás.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelo auxílio financeiro (bolsa).

À Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação (PROPESQ) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima (IFRR).

Ao Núcleo de Estudo, Pesquisa, Extensão em Agroecologia (NEPEAGRO) pela disponibilização do espaço para montagem do experimento.

■ REFERÊNCIAS

1. ALVES, R. N.; MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H.; PEREIRA, W. E. Relação entre qualidade e liberação de N por plantas do semiárido usadas como adubo verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 15, 1107-1114. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011001100001>.
2. ANGELIDAKI, I.; ALVES, B. M. D.; BORZACCONI, L.; CAMPOS, J. L.; GUWY, A. J.; KALYU-ZHNYI, S.; JENICEK, P.; VAN LIER, J. B. **Defining the biomethane potential (BMP) of solid organic wastes and energy crops**: a proposed protocol for batch assays. **Water Science Technology**. 59:927–934. 2009. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.040>.
3. BEDOIC, R.; CUCEK, L.; COSIC, B.; KRAJNC, D.; SMOLJANIC, G.; KRAVANJA, Z.; LJUBAS, D.; PUKSEG, T.; DUIC, N. Green biomass to biogas - A study on anaerobic digestion of residue grass. **Journal of Cleaner Production** 213, 700-709. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.224>.
4. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília. 2009. 627p.
5. FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.
6. GOMES, G. C. **Produção e Qualidade de Compostos Orgânicos no Sul do Estado de Roraima**. Boa Vista: UERR, 2018. 58f. (Mestrado em Agroecologia). Universidade Estadual de Roraima. 2018.
7. IGUE, K.; PAVAN, M. A. **Uso eficiente de adubos orgânicos**. Anais do Simpósio sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira. Fundação Instituto Agronômico do Paraná. Brasília. 384-418. 1984.
8. KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492p.
9. MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo**: métodos de análises. 1. ed. Viçosa: ed. UFV, 2005. 107p

10. MURPHY, J.; RILEY, J. P. A. A modified simple solution method for the determination of phosphate in nature waters. **Analytica Chimica Acta**. v. 27, p. 31-36, 1962.
11. PEDROZA, M. M.; SILVA, W. G.; CARVALHO, L. S.; SOUZA, A. R.; MACIEL, G. F. **Methane and electricity production from poultry litter digestion in the amazonia region of Brazil: A large-scale study.** Waster and Biomass Valorization. Review. 2021. <https://doi.org/10.1007/s12649-021-01360-x>.
12. PEREIRA, H. R.; ALVES, R. N.; CHAVES, J. S.; NASCIMENTO, J. P. S.; SOARES, R. B.; SOUZA, L. S. Compostagem de serragem e adubação da cultura da abóbora no Sul do estado de Roraima. **Research, Society and Development**, v. 9, p. 1-18. 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9510>.
13. REECE, F. N; LOTT, B. D; DEATON, J. W. Ammonia in the atmosphere during brooding affects performance of broiler chickens. **Poultry Science. Ciência Avícola**, v. 59, p. 486-488. 1980. <https://doi.org/10.3382/ps.0590486>.
14. THOMAS, R. L.; SHEARRD, R. W. MOER, J. R. Comparasion of converntional and automated procedures for N, P and K analysis of plant material using a single digestion. **Agronomy Journal. Madison**, v. 59, p. 240-243, 1967.

“

Agricultura sintrópica: compartilhamento de saberes com assentados do movimento dos trabalhadores e trabalhadoras por direito

I Jamily da Silva **Fernandes**
UNESP

I Valdemiro **Conceição Júnior**
UESB

RESUMO

A adesão a sistemas de produção mais sustentáveis é um dos princípios defendidos pela agroecologia. Neste trabalho são apresentadas experiências de um projeto desenvolvido com membros de cinco assentamentos do Movimento dos Trabalhadores e Trabalhadoras por Direito (MTD) em Vitória da Conquista – BA. O projeto foi realizado com o objetivo de difundir os conhecimentos agroecológicos utilizando-se da agricultura sintrópica, bem como promover a inclusão de uma atividade produtiva, com alternativas sustentáveis de produção. O desenvolvimento deu-se por meio de reuniões com lideranças dos assentamentos, visitas técnicas às propriedades dos assentados, palestras sobre agricultura sintrópica e capacitação teórico-prática sobre implantação e manejo de agrofloresta. O projeto conseguiu alcançar seu objetivo principal de promover a união do conhecimento técnico da equipe ao conhecimento prático dos agricultores assentados e iniciar um processo de mudança de visão dos assentados a respeito da forma de produção sustentável baseada nos princípios agroecológicos.

Palavras-chave: Agroecologia, Agricultura Periurbana, Movimentos Sociais, Sintropia.

INTRODUÇÃO

O atual modelo de crescimento econômico tem gerando enormes desequilíbrios ambientais. Se, por um lado, nunca houve tanta riqueza e fartura no mundo, por outro, a miséria, a degradação ambiental e a poluição aumentam a cada dia (RITTER; CASTELAN; GRIGOLETTO, 2012). Diante dessa constatação, surge a concepção do desenvolvimento sustentável, buscando conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental e com o desenvolvimento social. Os princípios que norteiam o desenvolvimento sustentável estão intimamente ligados a agroecologia, a qual, Altieri (2012) definiu como sendo a aplicação de conceitos e princípios ecológicos no desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis e busca ser uma ciência interdisciplinar capaz de diagnosticar e apontar as diretrizes tecnológicas para a sustentabilidade.

A adesão a sistemas de produção sustentáveis, que conciliem a produção agrícola com a preservação ambiental, é um dos princípios defendidos pela agroecologia. A agroecologia integra as bases científicas ao processo de transição de modelos convencionais de produção para sistemas de agricultura de base ecológica. Nesses sistemas a forma de produção é considerada complexa, envolvendo diversos fatores. Dentre esses destaca-se, a importância da produção agrícola com a preservação da biodiversidade de espécies, onde as interações entre pessoas, cultivos, solos e animais é fundamental para que se obtenha o equilíbrio do sistema (VARGAS; FONTOURA; WIZNIEWSKY, 2013).

Dentro dessa perspectiva agroecológica, nos últimos anos, um dos modelos de produção que vem ganhando espaço é a chamada agricultura sintrópica. Esse conceito passou a ser amplamente conhecido a partir da divulgação das experiências desenvolvidas pelo Ernst Götsch. Apesar de ter iniciado suas experiências desde meados da década de 80, somente no ano de 2013 que Götsch estabeleceu em definitivo o termo “agricultura sintrópica”, definindo um dos princípios fundamentais desse modelo de agricultura, que visa o balanço energético positivo, o qual é medido pelo aumento da quantidade de vida estabelecida e favorecimento dos processos de sucessão (PASINI, 2017). A Agricultura Sintrópica se apresenta como uma agricultura baseada nos princípios de funcionamento/dinâmica da vida, seja ela florestal, savântica, ou de qualquer outro tipo de ecossistema (GREGIO, 2020). Esse modelo de agricultura propõe uma relação com respeito à agricultura e com a natureza, nas palavras de Götsch:

A agricultura, dessa forma, passa a ser uma tentativa de harmonizar as atividades humanas com os processos naturais de vida, existentes em cada lugar que atuamos. Para conseguirmos isto é preciso que haja em nós mesmos uma mudança fundamental, uma mudança na nossa compreensão da vida (GÖTSCH, 1997, p. 5).

A medida que suas experiências foram se tornando conhecidas, Ernst Götsch passou a ter “discípulos”, que se tornaram multiplicadores desse modelo de agricultura. Em Vitória da Conquista, no Território do Sudoeste Baiano - BA, o Núcleo de Permacultura do Bem (NUPEBEM), a partir da aprendizagem com as experiências do Ernst, se tornou um dos principais divulgadores desse modelo de agricultura. A agricultura familiar neste município é de grande expressão, com muitas limitações, no entanto, relacionadas principalmente às formas de manejo e a falta de assistência técnica, situação vivenciada também nos assentamentos periurbanos do Movimento dos Trabalhadores e Trabalhadoras por Direito (MTD).

O Movimento dos Trabalhadores e Trabalhadoras por Direitos, anteriormente chamado de Movimento dos Trabalhadores Desempregados, é um movimento social de classe, da classe oprimida. A base deste Movimento caracteriza-se pela fome, miséria, exploração de trabalho infantil, subdesemprego histórico, violência doméstica, alcoolismo, drogas, portanto, por um processo de desumanização (MACHADO; LEAL, 2014). No município de Vitória da Conquista, de acordo informações relatadas por com Menezes (2011), o MTD começou a se organizar a partir do final do ano de 2002, com uma alternativa organizada para a luta dos trabalhadores sem trabalho e moradia.

Estes assentamentos estão localizados no entorno da cidade, o mais distante a 5 km da sede, onde são desenvolvidas atividades agrícolas e devido a essa proximidade alguns assentados mantêm atividades laborais urbanas para composição da renda familiar. De acordo com Galvão (2017), esses assentamentos, por estar perto da cidade, permite que as pessoas continuem mantendo os vínculos com o mundo urbano, tem lotes bem menores que os assentamentos de reforma agrária, mas o suficiente para se produzir hortas, pequenos cultivos e a criação de pequenos animais e também tem área comunitária com espaço para fazer oficinas coletivas de artesanato, reciclagem, marcenaria e outras atividades não agrícolas.

Atualmente existem cinco assentamentos do MTD em Vitória da Conquista, os quais se encontram em uma realidade precária, com pouca visibilidade por parte dos órgãos públicos para o atendimento de suas necessidades básicas. Nesses assentamentos as famílias estabelecem pequenas áreas de cultivos, geralmente para consumo próprio, com pouca ou nenhuma instrução sobre como manejar os cultivos agrícolas de forma a conservar os recursos naturais de sua propriedade e, ao mesmo tempo, aumentar a produção e torná-la mais saudável. Normalmente também não aproveitam a vantagem da curta distância dos centros de consumo, o que lhes permitiria vender hortaliças e frutas frescas com maior facilidade. Tudo isso é agravado pelo fato de parte dos assentados terem origem urbana e assim pouca familiaridade com os processos produtivos agrícolas.

Este cenário foi o elemento motivador para que um grupo de alunos e professores, dos cursos de Engenharia Florestal e Agronomia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

(UESB) desenvolvessem um projeto de extensão em parceria com o Núcleo Permacultura do Bem (NUPEBEM). Esse teve como objetivo difundir os conhecimentos agroecológicos tendo como base a agricultura sintrópica, bem como fornece suporte técnico aos assentados, buscando a inclusão de uma atividade produtiva, com alternativas sustentáveis de produção. Assim, o presente relato visa apresentar as experiências desenvolvidas pelo projeto em questão e seus principais resultados.

DESENVOLVIMENTO

O projeto foi estruturado de forma a conduzir o entendimento gradativo dos assentados acerca do tema proposto, pautando-se no respeito e no diálogo. As atividades foram divididas em reuniões, visitas técnicas, palestras e capacitação prática no Sítio Sul, sede do NUPEBEM, situado no Bairro Espírito Santo, área urbana do município de Vitória da Conquista. No primeiro momento, o projeto foi apresentado e discutido em reunião com as lideranças dos cinco assentamentos, a saber: Assentamento Zumbi dos Palmares, Assentamento Carlos Lamarca, Assentamento Carlos Marighela, Assentamento Joana Darc e o Assentamento Dandara. Posteriormente, foram realizadas visitas a cada agricultor dos assentamentos, com objetivo de entender o modo de vida desses e fazer o reconhecimento dos sistemas de produção, a fim de adequar as atividades de acordo com as principais necessidades locais e possibilidades, ou vantagens, competitivas da agricultura realizada próximo ao centro consumidor.

Entendida a dinâmica de vida dos assentados, foram realizadas palestras em cada assentamento. Nessas eram abordados temas relacionados a sistemas de produção dentro do modelo agroecológico e formas de manejo que poderiam favorecer e melhorar o desempenho dos sistemas produtivos já estabelecidos. Foram apresentados ainda, e discutidos, os princípios adotados no modelo de produção denominado de agricultura sintrópica, para que eles já tivessem um entendimento prévio do sistema que permitisse um melhor resultado da atividade prática.

A atividade de maior impacto do projeto foi a capacitação em implantação e condução de agroflorestas. A capacitação foi realizada na sede do NUPEBEM, onde já existe um projeto de agricultura sintrópica em funcionamento. Essa etapa foi iniciada com o planejamento e imersão dos estudantes da equipe no processo de construção e manejo da agrofloresta (Figura 1), para que esses pudessem ser habilitados a atuar como facilitadores na capacitação prática dos assentados. Foram separados dois módulos dentro da agrofloresta para que os assentados pudessem aprender de forma prática como implantar e manejar uma agrofloresta de forma adequada.

Figura 1. Treinamento dos estudantes para implantação e manejo da agrofloresta.



Fonte: Acervo do projeto.

A capacitação foi dividida em etapas. A primeira foi a de reconhecimento, quando os participantes tiveram o primeiro contato com o sistema por meio de uma visita guiada dentro da agrofloresta (Figura 2). A visita guiada foi pensada e realizada com o propósito de que os participantes da capacitação pudessem ter uma ideia de como é uma agrofloresta e a partir dessa nova visão ter subsídios para discutirem e visualizarem possibilidades para suas propriedades.

A segunda etapa da capacitação contou com uma explanação sobre a saúde do solo, apresentando os principais indicadores da condição do solo e formas de melhorar a qualidade do solo dentro desses sistemas. Um dos fatores chave para um bom rendimento de uma agrofloresta é a cobertura do solo, a qual é feita com materiais orgânicos, criando um ambiente parecido com o das florestas favorecendo o desempenho das plantas que ali estiverem (SANTOS, 2017), essas informações foram passadas aos participantes durante essa etapa da capacitação.

No terceiro momento foram passadas noções sobre a biodiversidade e estratificação nos sistemas florestais, e como promover essas condições dentro da agrofloresta. Em relação a biodiversidade, Pasini (2017) relata que, a alta diversidade de espécies vegetais é uma característica marcante da agricultura sintrópica. A escolha das espécies que compõem o sistema segue a dinâmica e a lógica da sucessão natural, não se tratando somente de trabalhar com rotações de culturas ou consórcios de plantas. Os consórcios dentro da agrofloresta, assim como na natureza, devem ser o mais diversificado possível, contendo espécies de todas as etapas sucessionais (GÖTSCH, 1997). O bom funcionamento do agroecossistema está intimamente ligado à completa composição dos consórcios, o que possibilita aproveitar os espaços vertical e horizontal e as interações benéficas entre as espécies (GUIMARÃES; MENDONÇA, 2018). Em relação a estratificação, esta é entendida como a ocupação do espaço vertical da agrofloresta, é a estratégia para eliminar a competição por luz entre as plantas, para tanto a posição que cada espécie ocupa é determinada com base

em suas características ecofisiológicas e morfológicas (PASINI, 2017). As agroflorestas são planejadas para se ter, em cada etapa da sua vida, plantas ocupando os diferentes estratos (PENEIREIRO, 2003).

Figura 2. Capacitação sobre agrofloresta. A e B: Momento de reconhecimento da agrofloresta e demonstração de manejo; C: Explanação sobre biodiversidade e estratificação; D: momento prático, plantio e condução de agrofloresta.



Fonte: Acervo do projeto.

Além das questões anteriormente citadas, foi abordado também, a importância das sementes crioulas dentro de sistemas de base agroecológica. Sementes crioulas são aquelas sementes que não sofreram modificações genéticas por meio de técnicas, como de melhoramento genético, estas sementes são chamadas de crioulas ou nativas porque, geralmente, seu manejo foi desenvolvido por comunidades tradicionais, como indígenas, quilombolas, ribeirinhos e caboclos (TRINDADE, 2006). Ainda de acordo com esses autores, a grande diversidade genética existente nas variedades crioulas possibilitou que a seleção natural e a seleção praticada pelos agricultores promovessem a adaptação a distintos ambientes, mesmo distantes dos centros de domesticação. As variedades crioulas das principais culturas e das espécies regionais subutilizadas geralmente apresentam boas qualidades nutricionais e estão bem adaptadas às condições ecológicas locais e necessitam baixas quantidades de insumos agrícolas (NODARI; GUERRA, 2015).

A experiência foi finalizada com um momento de atividade de campo (Figura 2), quando os participantes puseram em prática os conhecimentos adquiridos realizando o manejo e plantio do módulo previamente separado dentro da agrofloresta para tal finalidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contato com a equipe de extensão, por meio de visitas, diálogos e capacitações, permitiu estabelecer uma relação de troca de saberes, experiências e conhecimentos com as famílias assentadas, mediante o respeito ao modo de vida já desenvolvido, bem como conhecimentos e saberes individuais. Nos contatos iniciais, foi percebido que, que mesmo os assentados que já desenvolviam uma relação mais estreita com a terra e que tinha a sua produção como principal forma de sobrevivência, adotavam técnicas de manejo que limitavam o desempenho dos sistemas produtivos. Como fator agravante, alguns desses agricultores que faziam uso de insumos químicos não tinham orientação de como fazer uso e armazenavam esses produtos de forma inadequada, geralmente dentro das próprias residências, onde ficavam em contato direto com a família, o que exigiu da equipe maior atenção quanto às orientações a essas questões que ainda necessitam serem trabalhadas.

As poucas resistências por parte dos assentados estavam relacionadas principalmente a alguns mitos presentes em relação aos processos produtivos, as quais foram sanadas, ao menos em parte, ao longo dos diálogos. A relação que se estabeleceu entre as partes estreitou a confiança e credibilidade no projeto, por parte dos assentados, o que tornou possível a introdução dos ideais da agroecologia e de produção sustentável, permitindo o repasse de conhecimento e assistência técnica, que proporcionou mudanças de pensamentos dos produtores assentados a respeito dos sistemas produtivos sustentáveis.

O contato externo durante a visita e capacitação sobre agrofloresta permitiu aos produtores a visualização de que é possível produzir de forma sustentável e garantir a segurança alimentar, por meio do cuidado e preparo do solo, se valendo de técnicas eficientes, respeitando a terra e a dinâmica da natureza. O interesse e a curiosidade dos participantes ao ver a diferente e eficiente forma de produção em uma agrofloresta já consolidada ajudaram a solidificar a confiança em produzir em sistemas como esses, com autonomia e liberdade.

O objetivo principal do projeto de promover a união do conhecimento técnico da equipe ao conhecimento prático dos produtores, em busca de um bem comum, a produção sustentável com respeito ao meio ambiente, de forma a agregar qualidade e valor aos produtos, foi alcançado de forma satisfatória. Entretanto, é necessário que os assentados continuem sendo assistidos, para que se fixe de forma eficaz esse tipo de produção, trabalhando ainda a questão da organização para a venda direta dos produtos aos consumidores, o que lhes permitirá maior qualidade de vida.

É válido destacar também, que essa experiência permitiu aos discentes envolvidos uma melhor formação, tendo em vista que estes puderam vivenciar experiências que farão parte do seu cotidiano enquanto profissionais, atrelado ao fato de que as atividades ultrapassaram o treinamento meramente técnico, agregando também questões sociais, diferencial importante

para a bagagem profissional. Somando-se a isso, a ação promoveu um estreitamento da relação entre universidade e comunidade não acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Aos assentados do Movimento dos Trabalhadores e Trabalhadoras por Direitos (MTD) em Vitória da Conquista - BA, pela receptividade e parceria na realização deste projeto.

Ao Núcleo de Permacultura do Bem (NUPEBEM), pela parceria na execução do projeto.

Aos professores, bolsistas e voluntários que contribuíram para o desenvolvimento do projeto.

A Pró - Reitoria de Extensão da UESB pelos recursos aportados que permitiram a realização das atividades de campo.

■ REFERÊNCIAS

1. ALTIERI, M., Agroecologia: Bases Científicas para uma Agricultura Sustentável. 3.ed. **Editora Expressão Popular** - São Paulo, AS-PTA, Rio de Janeiro, 400 p, 2012.
2. GALVÃO, J. L. S. Assentamentos em terras públicas e estatais em áreas pequenas e médias no entorno das cidades de Vitória da Conquista - BA: impasses e possibilidades. In: **SINGA – Simpósio Internacional de Geografia Agraria**, 2017. Curitiba/ PA. 2017.
3. GREGIO, J. V. Da degradação à floresta: A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch e sua aplicação nas Fazendas Olhos D' Água e Santa Teresinha, Piraí do Norte/BA. AMBIENTES: **Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 2, n. 2, p. 106, 2020.
4. GÖTSCH, E. Homem e natureza: cultura na agricultura. Recife: Centro Sabiá, 1997.
5. GUIMARÃES, L. A. O. P; MENDONÇA, G. C. Conceitos e princípios práticos da agrofloresta sucessional biodiversa (agricultura sintrópica). In: Carlos Antônio Pelúcio Silva Et al (Org.). **29 Semana agronômica do CCAE-UFES: plantando hoje as riquezas do futuro**. 2. ed. Alegre: Caufes, 2018. p. 108-123. Disponível em: <<http://periodicos.ufes.br/SEAGRO>>
6. MACHADO, R. C. F.; LEAL, G. F. A interpretação da condição de desempregadas e a possibilidade de luta coletiva pelo trabalho. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, v. 6, p. 214-226, 2014.
7. MENEZES, H. J. **Educação necessária para ir além Movimento dos Trabalhadores Desempregados do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe. 258 p. São Cristóvão, 2011.
8. NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. **Estudos avançados**, v. 29, n. 83, p. 183-207, 2015.
9. PASINI, F. S. **A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch: história, fundamentos e seu nicho no universo da Agricultura Sustentável**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Conservação) -Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 104 p, 2017.

10. PENEIREIRO, F. M. Fundamentos da agrofloresta sucessional. In: II Simpósio de Agrofloresta Sucessional, 2003, Aracaju. **II Simpósio de Agrofloresta Sucessional**. 2003.
11. SANTOS, P. P. **Efeito do histórico de manejo nas propriedades do solo em um sistema Agroflorestal sucessional no Cerrado**. Trabalho de Conclusão de Curso (Título de Engenheiro Florestal). Universidade de Brasília – UnB. Brasília. 2017.
13. VARGAS, D. L.; FONTOURA, A. F.; WIZNIEWSKY, J. G. Agroecologia: base da sustentabilidade dos agroecossistemas. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 17, n. 1, p. 173-180, 2013.
14. RITTER, A.; CASTELAN, S. E.; GRIGOLETTO, C. Agroecologia, desenvolvimento sustentável e educação ambiental. In: **SIFEDOC**, 2012, Pelotas. UFSM, 2012.
15. TRINDADE, C. C. Sementes crioulas e transgênicos, uma reflexão sobre sua relação com as comunidades tradicionais. In: **XV Congresso Nacional do Conpedi**. 2006. p. 15-18.

“

Qualidade microbiológica de hortaliças folhosas produzidas em cultivos agroecológicos e convencionais em propriedades rurais do território de identidade do médio sudoeste da Bahia

- I Alexandra Pereira dos **Santos**
IF Baiano
- I Carla da Silva **Sousa**
IF Baiano
- I Ívina Paula de Oliveira **Santos**
IF Baiano
- I Keila Souza **Correia**
UESB
- I Leonardo Milani Avelar **Rodrigues**
UESB
- I Rosana Moura de **Oliveira**
IF Baiano

RESUMO

Os benefícios advindos da ingestão de hortaliças na saúde têm impulsionado o aumento do consumo na dieta humana. As práticas adotadas nos sistemas de produção agrícola influenciam nas características dos solos e na qualidade das plantas cultivadas. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade microbiológica de hortaliças folhosas produzidas em propriedades convencionais e agroecológicas localizadas no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia. Foram coletadas amostras das hortaliças folhosas (alface, rúcula e couve-flor), do solo, da água utilizada na irrigação e dos adubos orgânicos nas áreas de cultivo em 12 (doze) propriedades, sendo 6 (seis) agroecológicas e 6 (seis) convencionais. Em todas amostras foi realizada a contagem total de mesófilos aeróbios, *Escherichia coli*, bolores e leveduras e *Salmonella* sp. Os dados obtidos foram analisados por análises multivariadas: análise de componentes principais (ACP) e análise de agrupamento hierárquico (AAH). Foram registrados maiores valores referentes a contagem destes microrganismos nas amostras coletadas nos sistemas convencionais indicando menor qualidade e segurança microbiológica das hortaliças. A contaminação microbiológica das plantas está relacionada a utilização de água contaminada por patógenos e de adubos orgânicos mal compostados nos cultivos, indicando a necessidade de se adotar boas práticas agrícolas em função dos riscos à saúde advindos do consumo de hortaliças contaminadas.

Palavras-chave: Patógenos Entéricos, Olerícolas, Produção Agroecológica.

INTRODUÇÃO

As hortaliças folhosas são fontes de contaminação por patógenos entéricos, principalmente através do consumo realizado in natura. No Brasil, a vigilância epidemiológica que monitora as doenças transmitidas por alimentos (DTAs) notificaram nos últimos anos, em média, 700 surtos por ano, com envolvimento de 13 mil doentes e 10 mil óbitos, sendo 2,6% dos casos são atribuídos ao consumo de hortaliças contaminadas (Brasil, 2018).

Os principais patógenos são *Salmonella* sp., coliformes e *Escherichia coli* que podem causar nos seres humanos febre, dor de cabeça, cólicas abdominais, diarreia, náuseas, vômitos e em casos mais graves, doença hemorrágica e ocasionando até morte (Silva et al., 2017; Brasil, 2018). Os estudos demonstram que a contaminação ocasionada por microrganismos patogênicos através do consumo de hortaliças folhosas, representa risco para a saúde humana (Maistrô et al., 2012; Ceuppens et al., 2014; Holvoet et al., 2014; Denis et al., 2016; Maffei et al., 2016b; Ssemmanda et al., 2017; Szcech et al., 2018).

A contaminação das hortaliças pode ocorrer em todas as etapas da cadeia produtiva, uma vez que as plantas são cultivadas em campos abertos, sujeitas ao contato com os reservatórios naturais de patógenos entéricos (Santarelli et al., 2018; Pang et al., 2018). Entretanto, a maioria dos estudos avaliam a qualidade microbiológica de hortaliças folhosas prontas para o consumo (Maistro et al., 2012; Losio et al., 2015; Klingbeil et at., 2016; Maffei et al., 2016b; Nousiainen et al., 2016) não levando em consideração os fatores de produção (solo de cultivo, fertilizantes orgânicos e a água utilizada na irrigação) como responsáveis pela contaminação destes alimentos.

O solo é o ambiente natural de ocorrência de muitos microrganismos, como *Salmonella* sp. e *Escherichia coli* que podem sobreviver a depender do tipo de solo, umidade e temperatura por até sete a quinze semanas (Olaimat e Holley, 2012). O uso de adubos orgânicos como os estercos, prática comum principalmente em cultivos agroecológicos de produção de hortaliças, é uma das principais causas de contaminação microbiológica das hortaliças (Kuan et al., 2017). Patógenos como *Salmonella* sp. e *Escherichia coli*, podem sobreviver por longos períodos no esterco dependendo da quantidade aplicada e das condições ambientais. Além disso, o esterco mal compostado pode contaminar a água de irrigação e o solo (Ceuppens et al., 2014; Maffei et al., 2016a).

A água de irrigação é também uma fonte de contaminação de hortaliças em virtude da presença de microrganismos patogênicos (Holvoet et al., 2014; Niguma et al., 2017), principalmente quando proveniente de poços, rios e lagos que são suscetíveis a contaminação pelo homem e por animais (Maffei et al., 2016b).

Durante o cultivo, as hortaliças tem contato direto com o solo, água utilizada na irrigação e adubos orgânicos, e em virtude do seu consumo ser realizado preferencialmente *in*

natura, a maioria dos estudos avaliam a qualidade microbiológica das plantas (Rodrigues et al., 2014; Klingbeil et al., 2016; Maffei et al., 2016a; Quansah et al., 2018; Santarelli et al., 2018; Szczech et al., 2018). Entretanto, comparado a outros países, o Brasil ainda dispõe de poucos estudos, que avaliam a qualidade microbiológica das hortaliças em sistemas agroecológicos em comparação com os sistemas convencionais. Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo avaliar a qualidade microbiológica de hortaliças folhosas e dos fatores de produção (solo de cultivo, água utilizada na irrigação e adubos orgânicos) em sistemas de cultivo convencionais e agroecológicos localizados em propriedades rurais na região Sudoeste da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de coleta das amostras

As amostras foram coletadas em 12 propriedades rurais (seis sob cultivo convencional e seis sob cultivo agroecológico) localizadas nos municípios de Itambé, Itapetinga, Macarani e Maiquinique, Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia. Os solos da região são predominantemente Argissolos Eutróficos, além de Chernossolos Háplicos, na faixa leste e Latossolos Distróficos, na faixa oeste, além de altitude variado de 100 a 1.000 m, precipitação de 500 a 950 mm e temperatura médias de 22°C (SEI, 2015)

Para identificar os sistemas de produção, foram coletadas informações sobre as práticas de cultivo adotadas nas áreas através da aplicação de questionário com os produtores e visitas às propriedades rurais. Foram selecionadas para o estudo, áreas que adotam sistema convencional e agroecológico de produção de hortaliças. As áreas sob sistema convencional utilizam adubo químico (NPK) e orgânico (resíduo de frigorífico + esterco bovino), além de agrotóxicos. As áreas sob sistema agroecológico utilizam apenas adubos orgânicos (esterco bovino), práticas conservacionistas como rotação de culturas e defensivos alternativos para o controle de pragas e doenças.

Nas propriedades com sistema agroecológico, a irrigação das hortaliças é realizada de forma manual (regadores) utilizando água proveniente de rio, enquanto que nas propriedades com sistema convencional, é utilizado sistema de irrigação por aspersão. As dimensões das áreas de produção variaram entre 0,04 a 0,08 ha. A diversidade de espécies cultivadas foi maior nas áreas sob manejo agroecológico (Tabela 1).

Tabela 1. Características das áreas em sistemas convencional e agroecológico de produção de hortaliças avaliadas no estudo.

Característica	Sistemas de Produção	
	Convencional	Agroecológico
Tamanho médio da área	0,08 há (785,50 m ²)	0,04ha (433,47 m ²)
Adubação	Composto (esterco bovino + resíduo de abatedouro + resto de culturas) e NPK	Esterco bovino
Manejo	Preparo manual e mecânico, uso de defensivos químicos, calagem.	Preparo manual, uso de defensivos alternativos, rotação de culturas
Irrigação	Sistema de irrigação -água de rio	Rega manual – água de rio
Espécies cultivadas	Alface, couve-folha, rúcula, coentro, cebolinha	Alface, couve-folha, coentro, cebolinha, tomate, rúcula, cenoura, jiló, quiabo

Coleta das Amostras

Foram coletadas 180 amostras das hortaliças alface (*Lactuca sativa* cv. Crespa), couve-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala*) e rúcula (*Eruca sativa*); 36 amostras de solo de cultivo; 36 amostras de água utilizada para irrigação das hortaliças e 36 amostras dos adubo orgânicos em 12 propriedades (6 sistema convencional e 6 sistema agroecológico), totalizando 288 amostras (Tabela 2).

Os resultados obtidos foram comparados com os limites estabelecidos pela Legislação Brasileira. Os órgãos oficiais não regulamentam um limite para contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e bolores e leveduras, entretanto a presença destes microrganismos é um indicativo das condições de cultivo e da vida de prateleira do produto final, sendo um importante fator a ser considerando no estudo da qualidade das hortaliças.

Tabela 2. Plano de amostragem, parâmetros microbiológicos e legislação normativa para amostras de solo, fertilizantes orgânicos, água de irrigação e hortaliças.

Local de Amostragem	Total de Amostras	Parâmetros Microbiológicos	Referências
Solo	36	Coliformes Termotolerantes 1.000 (NMP/g de MS); <i>Salmonella</i> sp, ausência e 10 g de MS Contagem total de aeróbios mesófilos, bolores e leveduras	Instrução Normativa nº 46 de 17/2014/MAPA NE*
Adubo orgânico	36	Coliformes Termotolerantes 1.000 (NMP/g de MS); <i>Salmonella</i> sp, ausência e 10 g de MS. Contagem total de aeróbios mesófilos, bolores e leveduras	Instrução Normativa nº 46 de 17/2014/MAPA NE
Água de Irrigação	36	E. coli/Coliformes: 2 x 10 ² UFC/100 ml; Contagem total de aeróbios mesófilos, bolores e leveduras	Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 – CONAMA NE
Hortaliças	180	<i>Salmonella</i> sp ausência em 25g; Coliformes a 45°C/g - 10 ² UFC/g Contagem total de aeróbios mesófilos, bolores e leveduras	RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 – ANVISA NE
Total	288	-	-

*NE: sem limites oficiais

A coleta das amostras foi realizada no período entre as 08:00 e 09:00 horas da manhã, conforme metodologia descrita por Rodrigues et al. (2014) com modificações. A coleta das plantas foi realizada através de corte da parte aérea logo acima do solo utilizando faca previamente higienizada com álcool etílico a 70%. Em seguida, o material foi acondicionado em sacos plásticos estéreis, identificados com o número da propriedade e data de realização da coleta. Em cada propriedade, foram coletadas 25 plantas aleatoriamente obtendo-se 5 (cinco) amostras agrupadas com cinco plantas de cada espécie (rúcula, alface e couve-flor). Para a realização das análises microbiológicas as folhas externas deterioradas das hortaliças foram removidas e descartadas e o restante foi cortado em pedaços.

Em cada propriedade, foram coletadas 3 (três) amostras de 10 L da água utilizada na irrigação dos cultivos em garrafas plásticas esterilizadas, totalizando 36 amostras. Antes de cada coleta, as saídas de água foram desinfetadas com álcool etílico a 70%. Foram coletadas 3 (três) amostras compostas contendo 400 g de solo nas áreas de cultivo e 3 (três) amostras compostas contendo 400 g do adubo orgânico nos locais de compostagem em cada propriedade.

As amostras coletadas foram armazenadas em caixas isotérmicas e transportadas para o Laboratório de Microbiologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, campus Juvino Oliveira em Itapetinga, para realização das análises microbiológicas.

Análises Microbiológicas

Foram separados 25 g de folha das hortaliças, do solo, do adubo orgânico e 25 ml de água utilizada para irrigação, e transferidas para Erlenmeyers contendo 225 mL de água peptonada tamponada a 0,1% (p/v) e esterilizadas. Após homogeneização, foram realizadas diluições decimais em séries consecutivas (10^{-1} a 10^{-8}) das suspensões obtidas, e com auxílio de alça de Drigalsky, foram distribuídas alíquotas de 50 μ L em placas de Petri contendo meio de cultura específico para cada microrganismo a ser cultivado (Tabela 3).

Tabela 3. Metodologia utilizada para quantificação de micro-organismos nas amostras de hortaliças folhosas, solo, água utilizada para irrigação e adubos orgânicos.

Análise	Método	Incubação	Reagentes
Contagem total de aeróbios mesófilos	ISO 4833-1:2013 -Contagem de placas	35°C / 48h	Ágar Padrão para contagem (Plate Count Agar – PCA)
<i>Escherichia coli/</i> coliformes fecais	APHA 08:2015	35°C- 24/48h	Agar Vermelho Violeta Bile (VRB), Caldo EC
Bolores e leveduras	ISO 21527-1:2008 Contagem de placas	30°C / 72 h	Ágar Batata Dextrose (BDA)
<i>Salmonella</i>		1.Pré-enriquecimento: 37°C / 18h	1. Água Peptona Tamponada;

Análise	Método	Incubação	Reagentes
	ISO 6579:2002/Corr 1: 2004	2. Enriquecimento seletivo: 2. 37°C/24h 3. Plaqueamento diferencial: 37°C / 24 h	2. Caldo Tetracionado (TT), Ágar Bismuto sulfito (BS); Ágar xilose lisina

Análise Estatística

Os resultados foram transformados em logaritmo (\log_{10} UFC/g ou ml) e analisados pelo programa estatístico: Statistical Analysis System (SAS)®. Foi aplicada a estatística multivariada: Análise componente principal (ACP) e a Análise de agrupamentos hierárquica (AAH) ou análise de clusters.

A ACP foi aplicada aos resultados de contaminação das hortaliças folhosas (alface, couve-folha e rúcula) e dos fatores de produção (solo de cultivo, água de irrigação e fertilizantes orgânicos) em dois sistemas de cultivo (convencional e agroecológico), com seis repetições. Os dados foram transformados em função das diferenças de magnitude. As associações entre os componentes principais e as variáveis originais foram mensuradas através do coeficiente de correlação de Pearson. Para a AAH os dados foram auto-escalados usando o método de ligação única e as distâncias euclidianas foram usadas para calcular as semelhanças e diferenças entre as amostras (Mingoti, 2017).

A variação dos teores dos microrganismos nas amostras de solo e fertilizantes e escorres dos componentes principais foram demonstradas utilizando o programa SigmaPlot v.11.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da quantificação de micro-organismos nas hortaliças folhosas (alface, couve-folha e rúcula) cultivadas em sistemas agroecológicos e convencionais são apresentados na Tabela 4. Independente do sistema de cultivo observa-se que todas as amostras apresentaram contaminação por patógenos entéricos. Esses resultados foram observados por outros autores, e pode ser atribuído ao fato destas plantas crescem próximas ao solo, o que contribui para que ocorra contaminação por bactérias fecais que podem colonizar a superfície das folhas formando biofilme (Maistro et al., 2012; Ceuppeus et al., 2014; Rodrigues et al., 2014; Szczech et al., 2018).

A contagem de microrganismos aeróbios mesófilos variou de 10^3 a 10^7 tanto para as hortaliças sob cultivo convencional quanto aquelas sob cultivo agroecológico. O maior percentual destes microrganismos ($n = 90$, 50%) foi registrado no intervalo de 10^3 - 10^4 e 10^6 - 10^7 para as hortaliças folhosas sob cultivo agroecológico e convencional respectivamente,

indicando menor contagem de microrganismos mesófilos aeróbios nas hortaliças produzidas agroecologicamente.

A contagem de *Escherichia coli* variou de 0 a 10^8 . Foram observados menores valores referentes a contagem de *E. coli* nas hortaliças sob manejo agroecológico, onde ($n = 60$, 33,33%) das plantas não apresentaram contaminação. Dentre as plantas cultivadas convencionalmente, apenas ($n = 10$, 5,55%) apresentaram valores nos limites estabelecidos pela legislação. Para bolores e leveduras a contagem ficou entre 10^3 e 10^8 . Menores valores referentes à contaminação por bolores e leveduras foi verificada nas hortaliças sob cultivo agroecológico ($n = 80$, 44,44%) das amostras entre 10^3 - 10^4 .

Tabela 4. Prevalência de microrganismos aeróbios mesófilos, *Escherichia coli* e bolores e leveduras em hortaliças folhosas (alface, rúcula e couve-flor) cultivadas em sistemas de produção agroecológicos e convencionais.

Contaminantes	Sistema de cultivo	Variação do número dos micro-organismos contaminantes (%)							
		0-10	10^1 - 10^2	10^2 - 10^3	10^3 - 10^4	10^4 - 10^5	10^5 - 10^6	10^6 - 10^7	10^7 - 10^8
Microrganismos aeróbios mesófilos	A ¹	-	-	-	50,00	11,11	22,22	16,67	-
	C ²	-	-	-	5,55	22,22	22,22	50,0	-
<i>Escherichia coli</i>	A	33,33	-	16,67	-	33,33	16,67	-	-
	C	-	5,55	5,55	11,11	38,89	27,78	5,55	5,55
Bolores e Leveduras	A	-	-	-	44,44	22,23	33,33	-	-
	C	-	-	-	16,67	2,22	50,0	5,55	5,55

¹A= agroecológico, ²C= convencional.

Com exceção das plantas de rúcula, as hortaliças cultivadas em sistema convencional apresentaram maior densidade populacional de micro-organismos aeróbios mesófilos, *E. coli*, bolores e leveduras em comparação às hortaliças cultivadas em sistema agroecológico (Tabela 5). Em um estudo conduzido por Kuan et al. (2017), os autores não observaram diferença significativa entre a contagem de microrganismos mesófilos, bolores e leveduras entre plantas de alface cultivadas em sistemas convencionais e orgânicos.

Nas hortaliças folhosas a contagem de aeróbios mesófilos, *E. coli*, bolores e leveduras variou entre $4,45$ e $6,11 \log_{10}$ UFC.g $^{-1}$; $2,42$ a $5,68 \log_{10}$ UFC.g $^{-1}$; $3,97$ a $5,35 \log_{10}$ UFC.g $^{-1}$, respectivamente, estando de acordo com resultados observados por Wießner et al. (2009) (Tabela 5). Segundo Szczech et al., (2018), a adubação orgânica utilizando adubos de origem animal pode aumentar a contaminação microbiana de hortaliças. No presente estudo, os cultivos em sistemas convencionais utilizam adubação química em combinação com diferentes materiais orgânicos que apresentaram maiores valores referentes à *E. coli* em relação aos fertilizantes utilizados no sistema de cultivo agroecológico, fato que pode explicar o maior grau de contaminação das hortaliças cultivadas convencionalmente (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios ± desvio padrão referente a contagem de micro-organismos aeróbios mesófilos, *Escherichia coli*, bolores e leveduras em amostras de alface, couve-folha e rúcula cultivadas em sistemas convencionais e agroecológicos em propriedades rurais no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia.

Microrganismos	Sistema de cultivo	Hortaliça folhosa		
		Alface	Couve	Rúcula
		(log ₁₀ UFC.g ⁻¹)		
Aeróbios mesófilos	Convencional	5,55±0,88	6,11±0,47	5,63±1,50
	Agroecológico	4,45±1,27	4,49±1,40	4,69±1,11
<i>Escherichia coli</i>	Convencional	5,68±2,23	4,50±0,86	3,93±1,67
	Agroecológico	3,76±1,26	2,42±2,72	2,49±2,75
Bolores e Leveduras	Convencional	5,26±1,43	5,35±0,61	4,77±0,87
	Agroecológico	3,97±0,61	4,65±0,98	4,71±0,75

Independente do sistema de cultivo adotado, os valores referentes a contagem de microrganismos aeróbios mesófilos, *E. coli*, bolores e leveduras na água utilizada para irrigação, no solo coletado nas áreas de cultivo e nos adubos orgânicos estão acima dos limites permitidos pela legislação (CONAMA, 2005; MAPA, 2014) (Tabela 6). Na contagem de microrganismos aeróbios mesófilos foi observado valores de 3,84 e 4,66 log₁₀UFC.ml⁻¹ na água utilizada para irrigação; 5,28 e 5,31 log₁₀UFC.g⁻¹ no solo das áreas de cultivo e 5,52 e 5,23 log₁₀UFC.g⁻¹ nos adubos orgânicos, nos cultivos agroecológicos e convencionais, respectivamente.

Os valores referentes à contagem de *E. coli* foram superiores apenas nos adubos orgânicos (4,49 log₁₀UFC.g⁻¹) utilizados para adubação das hortaliças nos sistemas convencionais (Tabela 6). Este resultado pode ser atribuído a má condução do processo de compostagem, resultando em contaminação do solo por microrganismos patogênicos como *Salmonella* sp. e *E. coli*. Esses microrganismos sobrevivem no solo e na água, podendo ainda se aderirem na superfície das folhas ou migrarem para seu interior através do sistema radicular, formando um biofilme, que dificulta a higienização e contribui para aumentar o grau de contaminação (Yaron e Römling, 2014; Fryling e Campel, 2017; Jang e Matthews, 2018; Szczech et al., 2018).

Estudos realizados por Islam et al., (2004a), demonstram que *E. coli* pode sobreviver no solo adubado com esterco compostado de forma inadequada por até 217 dias e em plantas de alface por 177 dias. Estes autores verificaram em outro estudo que *Samonella* sp. pode sobreviver por 231 dias em solos contaminados com estercos mal compostado e até 63 e 231 dias em alface e salsa, respectivamente (Islam et al., et al., 2004b).

Os valores referentes a contagem de bolores e leveduras foram menores no sistema agroecológico em comparação ao sistema convencional. Além dos adubos orgânicos, a água utilizada para irrigação dos cultivos pode ser um fator de contaminação de hortaliças. No presente estudo, a irrigação das hortaliças foi realizada utilizando fontes naturais sem controle sanitário e tratamento prévio. Esta é uma prática muito utilizada em produção de hortaliças quando a água provém de rios, córregos e lagos próximos as propriedades, o que pode ser um problema sanitário pois os microrganismos patogênicos podem sobreviver em águas de diferentes origens por longos períodos (Olaimat e Holley, 2012; Rodrigues et al., 2014).

Os produtores convencionais utilizam o sistema de irrigação por aspersão que pode aumentar os riscos de contaminação das culturas, uma vez que a água contaminada é depositada diretamente sobre a superfície das folhas (Olaimat e Holley, 2012; Klingbeil et al., 2016). Estudos demostram que os métodos de irrigação adotados nos cultivos influenciam no nível de contaminação das hortaliças por patógenos (Alum et al., 2011; Najaf et al., 2015).

Tabela 6. Valores médios ± desvio padrão referente a contagem de microrganismos aeróbios mesófilos, *Escherichia coli* e bolores e leveduras em amostras da água utilizada na irrigação, solo nas áreas de cultivo e adubos orgânicos em sistemas convencionais e agroecológicos em propriedades rurais no Território de Identidade do Médio Sudoeste da Bahia.

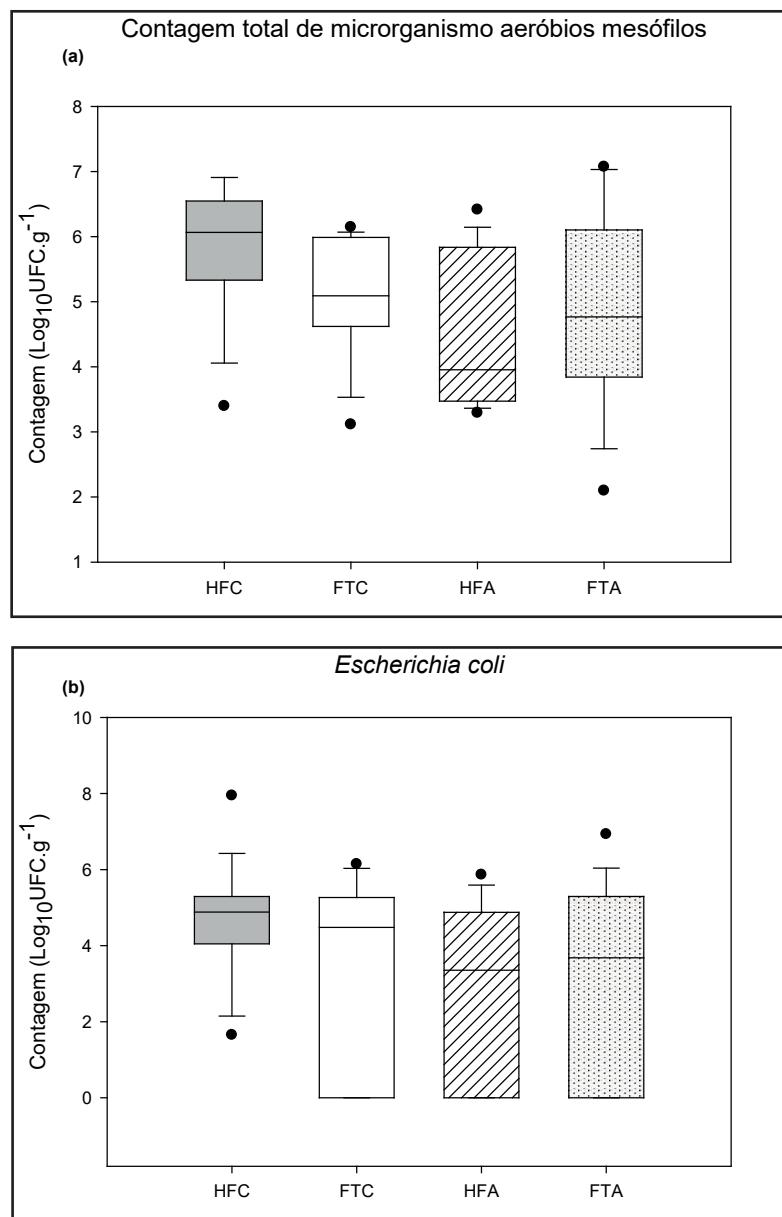
Microrganismos	Sistema de cultivo	Água utilizada na irrigação	Solo de cultivo	Adubos orgânicos
		(\log_{10} UFC.ml ⁻¹)	(\log_{10} UFC.g ⁻¹)	
Microrganismos aeróbios mesófilos	Convencional	4,66±0,94	5,31±0,76	5,23±0,91
	Agroecológico	3,84±1,47	5,28±0,86	5,52±1,66
<i>Escherichia coli</i>	Convencional	1,32±2,10	4,19±2,14	4,49±2,29
	Agroecológico	2,62±1,53	4,11±2,15	2,99±3,33
Bolores e Leveduras	Convencional	6,06±2,01	5,07±0,97	5,61±0,77
	Agroecológico	4,30±0,25	4,66±0,70	5,52±0,47

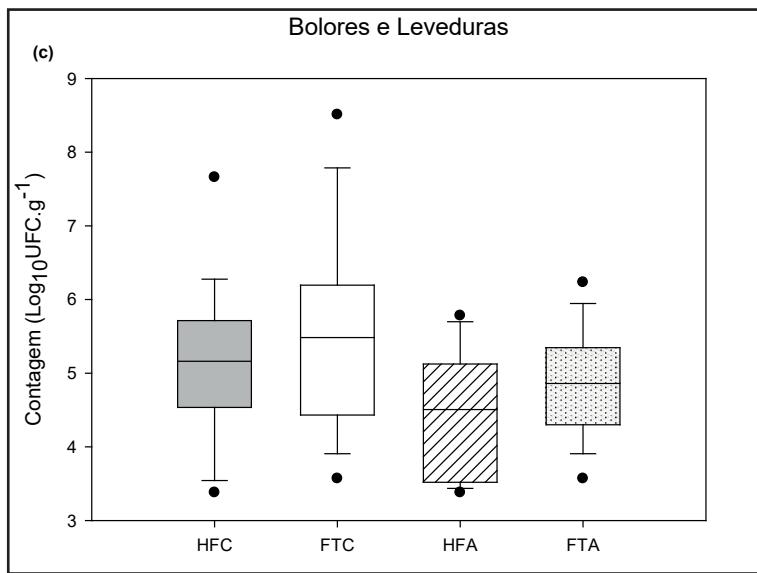
O esterco bovino é considerado a principal fonte de contaminação de hortaliças por *Samonella* e *E. coli* (Olaimat e Holley, 2012). Trabalhos indicam que a duração e a temperatura do processo de compostagem quando inadequada é um dos principais fatores que contribui para o aumento da contaminação das hortaliças por patógenos (Rodrigues et al., 2014, Szczech et al., 2018). O esterco compostado por um período curto ou em baixas temperaturas pode aumentar a proliferação de microrganismos patogênicos, contribuindo para o aumento da contaminação das hortaliças por microrganismos entéricos (Maffei et al., 2016a).

A variação da contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e *E. coli* nas hortaliças folhosas (HF) e dos fatores de produção (FT) foi maior nos sistemas agroecológicos, indicando que não existe uma padronização no processo de compostagem da matéria orgânica e na produção de hortaliças de forma a reduzir os níveis de contaminação (Figura 2A e B). Para

bolores e leveduras, os menores níveis de contaminação foram observados nos sistemas agroecológicos e as maiores variações na contagem de microrganismos foram constatada nos sistemas convencionais (Figura 2C).

Figura 2. Boxplot com a variação na contagem de microrganismo aeróbicos mesófilos (a), *Escherichia coli* (b) e bolores e leveduras (c) de amostra de hortaliças folhosas (HF) e fatores de produção (solo de cultivo, água utilizada na irrigação e adubos orgânicos) (FT) de sistemas de cultivos convencionais (C) e agroecológicos (A) de produção de hortaliças.





As hortaliças folhosas em cultivo convencional apresentaram contaminação por *E. coli* em todas as amostras analisadas variando de 50 (couve-folha e rúcula) a 100% (alface) de contaminação (Tabela 7). A alface apresentou maior nível de contaminação em comparação a couve-folha e a rúcula, que pode ser atribuída ao arranjo entrelaçado das folhas que proporciona condições ideais para a sobrevivência e crescimento dos microrganismos contaminantes (Rodrigues et al., 2014). Em estudos comparativos Illic et al. (2012), avaliaram 657 artigos sobre a contaminação de hortaliças folhosas, e observaram que 70% dos estudos são relacionadas a cultura da alface e dentre os microrganismos de maior ocorrência estão *E. coli* e *Salmonella*. A rúcula e couve-folha produzidas agroecologicamente apresentaram contaminação por *E. coli* em (n= 15, 50%) das amostras analisadas, resultados semelhantes foram registrados por Klingbeil et al., 2016 (45,5%) e Maffei et al. (2013) (40,0%).

O nível de contaminação por *E. coli* dos solos foi igual (n=15, 83,33%) nos dois sistemas estudados, contudo, a água utilizada para irrigação dos cultivos no sistema convencional apresentou menor contaminação por este patógeno (n=6, 33,33%). Os valores registrados foram menores do que os observados por Holvoet et al. (2014) na água de irrigação (57,8%) e maiores no solo das áreas de cultivo (37,0%). Autores observaram diferentes níveis de contaminação por este patógeno em água de irrigação na produção de hortaliças 59,2% (Holvoet et al., 2014), 84,8% (Decol et al., 2017), 100% (Rodrigues et al., 2014).

Os adubos orgânicos utilizados nos sistemas agroecológicos obtiveram menor índice de contaminação por *E. coli* (n=9, 50%). A *E. coli* é o único indicador de contaminação fecal em produtos frescos, porque os outros gêneros de coliformes são comuns em fontes não fecais, isso indica que as amostras coletadas, principalmente nos sistemas convencionais apresentam alto grau de contaminação fecal (Ceuppens et al., 2014; Holvoet et al., 2014).

Todas as hortaliças e fatores de produção analisados apresentaram presença de *Salmonella* sp., concordando com os resultados encontrados por Ceuppens et al. (2014).

Estes autores observaram presença de *Salmonella* sp. no solo de cultivo, na água utilizada para irrigação e nos adubos orgânicos em fazendas produtoras de alface. Além disso, diversos estudos demonstraram a contaminação por *Salmonella* sp. em hortaliças folhosas frescas (Oliveira et al., 2010; Losio et al., 2015; Szczech et al., 2018).

Tabela 7. Prevalência de *Escherichia coli* e *Salmonella* sp. em amostras de alface, couve-folha, rúcula, no solo das áreas de cultivo, na água utilizada para irrigação e nos adubos orgânicos utilizados nos sistemas de produção convencionais e agroecológicos.

Locais	<i>Escherichia coli</i> (%)		<i>Salmonella</i>	
	Convencional	Agroecológico	Convencional	Agroecológico
Alface	100,00 (n=30)	100,00 (n=30)	Presença	Presença
Couve-folha	100,00 (n=30)	50,00 (n=15)	Presença	Presença
Rúcula	100,00 (n=30)	50,00 (n=15)	Presença	Presença
Solo de cultivo	83,33 (n=15)	83,33 (n=15)	Presença	Presença
Água de irrigação	33,33 (n=6)	83,32 (n=15)	Presença	Presença
Adubos orgânicos	83,33 (n=15)	50,0 (n=9)	Presença	Presença

A Análise de Componente Principal (ACP) do conjunto de dados possibilitou uma visão geral sobre a contaminação microbiológica das hortaliças folhosas e dos fatores de produção nos sistemas de produção convencionais e agroecológicos (Tabela 8). As cargas das variáveis originais dos três componentes principais, a variância total e variância acumulada para as variáveis indicadoras de contaminação da água utilizada para irrigação, solo nas áreas de cultivo e adubos orgânicos de propriedades convencionais e cultivo agroecológico de produção de hortaliças estão apresentadas na Tabela 8. As variáveis dominantes para o primeiro componente principal (CP1) foram os microrganismos mesófilos aeróbios ($r=0,8606$) e *E. coli* ($r=0,9119$), respondendo por 51,88% da variância total. No componente principal (CP2) os valores referentes a bolores e leveduras ($r=0,9957$) corresponderam a 34,79% da variância total.

Tabela 8. Correlação entre os componentes principais e as variáveis indicadoras de contaminação da água de irrigação, solo de cultivo e adubos orgânicos nos sistemas agroecológicos e convencionais de produção de hortaliças.

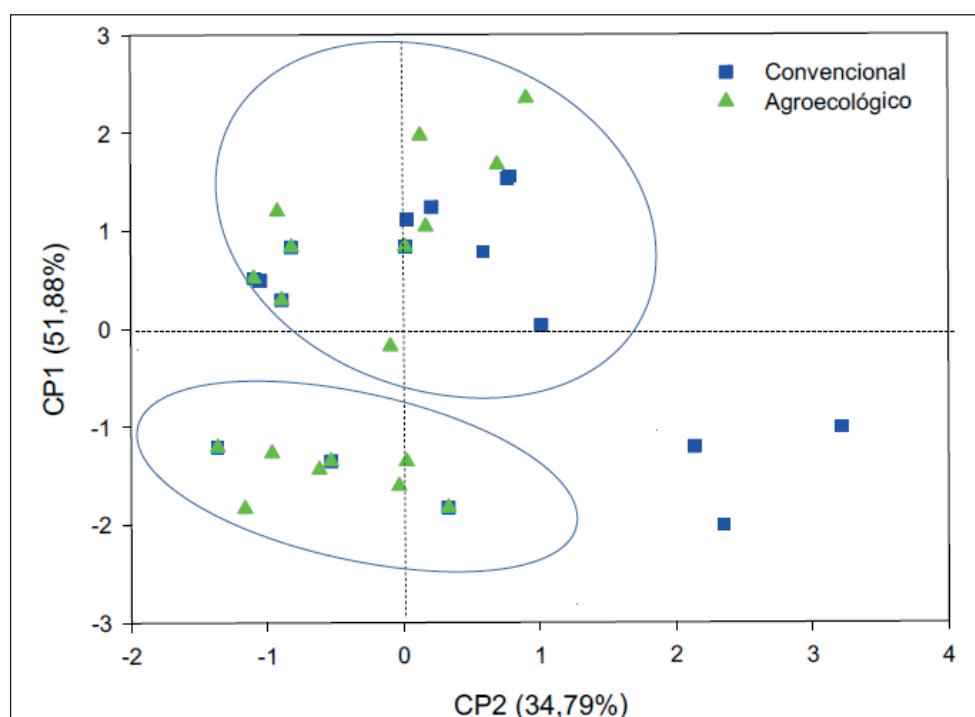
Variáveis	CP1	CP2	CP3
Microrganismo aeróbios mesófilos	0,8606	0,0883	-0,5011
<i>Escherichia coli</i>	0,9119	-0,1109	0,3051
Bolores e leveduras	0,0385	0,9957	0,0843
Variância total (%)	51,88	34,79	13,33
Variância acumulada (%)	51,88	86,67	100,00

O gráfico dos escores dos primeiros componentes principais (CPAs) dos solos das áreas de cultivo, água utilizada na irrigação e adubos orgânicos dos sistemas de cultivo convencional e agroecológico é representado na Figura 3. Não houve agrupamento entre os sistemas de cultivo (convencional e agroecológicos). De um modo geral, os fatores de produção apresentaram altos valores referentes a microrganismos. A presença de *E. coli*

nas amostras indica contaminação por matérias fecais, pois esses microrganismos são abundantemente encontrados em fezes humanas e de animais (Pang et al., 2018). Os menores valores referentes à contaminação por este patógeno foram observados nas áreas sob cultivo agroecológico, que pode ser explicado pela melhor qualidade microbiológica dos adubos orgânicos utilizados (Tabela 7).

Esses dados corroboram com os observados por Rodrigues et al. (2014) em fazendas com sistemas de produção de hortaliças onde há alto risco de contaminação microbiológica das plantas, em virtude da falta de controle do processo de compostagem e procedência da água utilizada na irrigação.

Figura 3. Análise de componentes principais da quantificação dos microrganismos aeróbios mesófilos, *Escherichia coli* e bolores e leveduras na água utilizada para irrigação, solo nas áreas de cultivo e adubos orgânicos de sistemas convencionais e agroecológicas de produção de hortaliças.



A ACP realizada para as amostras de hortaliças folhosas (alface, couve-folha e rúcula) demonstrou menor contaminação das plantas cultivadas nos sistemas agroecológicos, indicando melhor qualidade no processo produtivo. A CP1 foi responsável por 68,20% da variância total e está representada pela contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos e *E. coli*. O CP2 representou maior contagem de bolores e leveduras retratando 30,41% da variação total dos dados (Tabela 9).

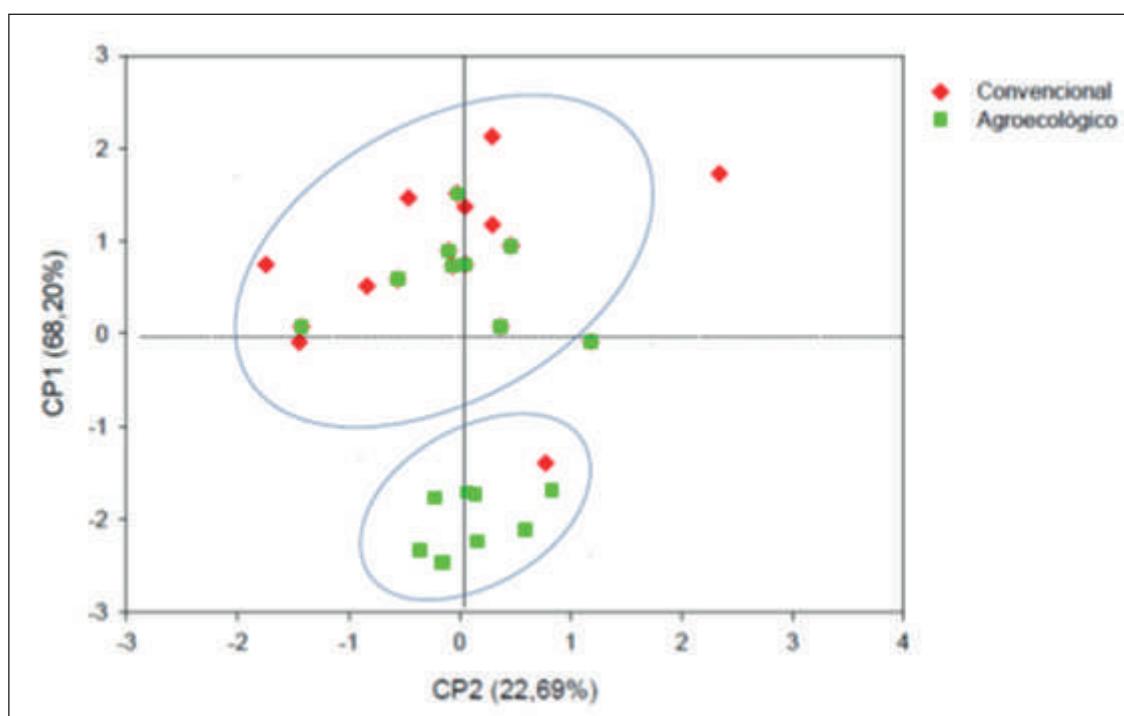
A menor contaminação das hortaliças cultivadas em sistemas agroecológicos pode ser atribuída a melhoria nutricional das plantas em virtude das práticas agroecológicas adotadas nestes sistemas, como rotação de culturas, adubação equilibrada, que contribuem para o aumento da resistência da planta e diminuição sobrevida e persistência destes

microrganismos no seu interior (Nicoletto et al., 2014; Sofo et al. 2016; Suja et al., 2017; Jang e Matthews, 2018).

Tabela 9. Correlação entre os componentes principais e as variáveis indicadoras de contaminação de hortaliças folhosas cultivadas em sistemas agroecológicos e convencionais de produção de hortaliças.

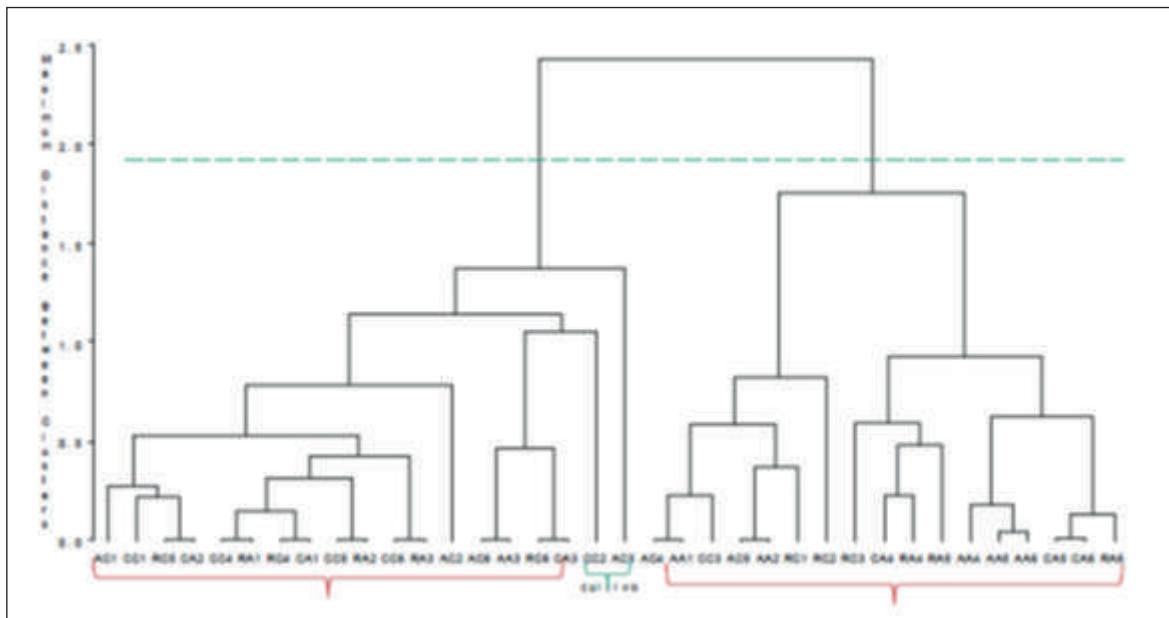
Variáveis	CP1	CP2	CP3
Microrganismo aeróbios mesofilos	0,8597	-0,4493	0,2427
<i>Escherichia coli</i>	0,9039	0,0002	-0,4277
Bolores e leveduras	0,6878	0,6994	0,1944
Variância Total (%)	68,20	30,41	0,91
Variância acumulada (%)	68,20	87,45	100,00

Figura 4. Análise de componentes principais da quantificação de microrganismos aeróbios mesofilos, *Escherichia coli* e bolores e leveduras nas hortaliças folhosas (alface, rúcula e couve-flor) cultivadas em sistemas de produção convencionais e agroecológicos.



Na análise de agrupamento, foi observada formação de dois grupos principais (Figura 5). O primeiro grupo formado pelas hortaliças folhosas alface, rúcula e couve-flor produzidas no sistema convencional e o segundo grupo formado pelas cultivadas em sistema agroecológico. Não houve um agrupamento por espécie de hortaliças e sistema de cultivo, confirmando os resultados observados na ACP (Figura 4).

Figura 5. Dendograma com o agrupamento das amostras de hortaliças folhosas: alface (AC1, AC2, AC3, AC4, AC5 e AC6 - convencionais e AA1, AA2, AA3, AA4, AA5 e AA6 - agroecológicas), couve-folha (CC1, CC2, CC3, CC4, CC5 e CC6 - convencionais e CA1, CA2, CA3, CA4, CA5 e CA6 - agroecológicas) e rúcula (RC1, RC2, RC3, RC4, RC5 e RC6 – convencionais e RA1, RA2, RA3, RA4, RA5 e RA6 - agroecológicas).



CONCLUSÃO

O sistema de cultivo e os fatores de produção influenciam na qualidade microbiológica das hortaliças folhosas alface, rúcula e couve-flor;

As hortaliças folhosas cultivadas em sistema agroecológico apresentam menor contaminação por patógenos entéricos que quando cultivadas em sistema convencional, indicando uma melhor qualidade e segurança alimentar;

O controle da qualidade dos adubos orgânicos e da água utilizada na irrigação dos cultivos são procedimentos necessários para reduzir a contaminação de hortaliças por patógenos entéricos;

A sanitização adequada antes do consumo in natura é uma medida necessária para reduzir os riscos à saúde advindos da ingestão de hortaliças contaminadas.

■ REFERÊNCIAS

1. ALUM, A.; ENRIQUEZ, C.; GERBA, C. P. Impact of drip irrigation method, soil, and virus type on tomato and cucumber contamination. **Food and Environmental Virology**. v. 3, p. 78–85, 2011.
2. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos**. Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Brasília: ANVISA, 2000.

3. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estabelecer o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção.** Instrução Normativa Nº 17, de 18 de junho de 2014. Brasília: MAPA, 2014.
4. BRASIL. Ministério da Saúde. **Surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil.** Brasília: MS, 2018. Disponível em: <https://antigo.saude.gov.br/images/pdf/2019/maio/17/Apresentacao-Surtos-DTA-Maio-2019.pdf>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2021.
5. CEUPPENS, S.; HESSEL, C. T.; RODRIGUE, R. Q.; BARTZ, S.; TONDO, E. C.; UYTTENDAELE, M. Microbiological quality and safety assessment of lettuce production in Brazil. **International Journal of Food Microbiology.** v. 181, p. 67–76, 2014.
6. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Das condições e padrões de qualidade das águas.** Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União nº 053, de 18 de março de 2005, alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011. Brasília: CONAMA, p. 58-63, 2011.
7. DECOL, L. T. et al. Microbial quality of irrigation water used in leafy green production in Southern Brazil and its relationship with produce safety. **Food Microbiology.** v. 65, p. 105-113, 2017.
8. DENIS, N.; ZHANG, H.; LEROUX, A.; TRUDEL, R.; BIETLOT, H. Prevalence and trends of bacterial contamination in fresh fruits and vegetables sold at retail in Canadá. **Food Control.** v. 67, p. 225-234, 2016.
9. FRYLING, R. J. V.; CAMPER, A. K. Escherichia coli O157:H7 attachment and persistence within root biofilm of common treatment wetlands plants. **Ecological Engineering.** v. 98, p. 64–69, 2017.
10. HAMMER, O. **Paleontological Statistics.** Version 2.16. Natural History, Museum University of Oslo. Disponível em: <http://folk.uio.no/ohammer/past/>. Acesso em: 18 de março de 2018.
11. HOLVOET, K.; SAMPERS, I.; SEYNNAEVE, M.; UYTTENDAELE, M. Relationships among hygiene indicators and enteric pathogens in irrigation water, soil and lettuce and the impact of climatic conditions on contamination in the lettuce primary production. **International Journal of Food Microbiology.** v. 171, p. 21–31, 2014.
12. IBANEZ, C. I.; GIL, M. I.; ALLENDE, A. Ready-to-eat vegetables: current problems and potential solutions to reduce microbial risk in the production chain. **Food Science and Technology.** v. 85, p. 284-292, 2017.
13. ILIC, S.; RAJI, A.; BRITTON, C. J.; GRASSO, E.; WILKINS, W.; TOTTON, S.; WILHELM, B.; WADDELL, L.; LEJEUNE, J. T. A scoping study characterizing prevalence, risk factor and intervention research, published between 1990 and 2010, for microbial hazards in leafy green vegetables. **Food Control.** v. 23, p. 7-19, 2012.
14. ISLAM, M. et al. Persistence of *Salmonella enterica* serovar *typhimurium* on lettuce and parsley and in soils on which they were grown in fields treated with contaminated manure composts or irrigation water. **Foodborne Pathogens and Disease,** v. 1, 2004a.
15. ISLAM, M.; DOYLE, M. P. D.; PHATAK, S. C.; MILLNER, P.; JIANG, X. Persistence of enterohemorrhagic *Escherichia Coli* 0157:h7 in soil and on leaf lettuce and parsley grown in fields treated with contaminated manure composts or irrigation water. **Journal of Food Protection.** v. 67, n. 7. p. 1365–1370, 2004b.

16. JANG, H.; MATTHEWS, K. R. Influence of surface polysaccharides of *Escherichia Coli* O157:H7 on plant defense response and survival of the human enteric pathogen on *Arabidopsis thaliana* and lettuce (*Lactuca sativa*). **Food Microbiology**. v. 70, p. 254-261, 2018.
17. KLINGBEIL, D. F.; MURTADA, M.; KURI, V.; TODD, E. C. D. Understanding the routes of contamination of ready-to-eat vegetables in the Middle East. **Food Control**. v. 62, p. 125–133, 2016.
18. KUAN, C.; RUKAYADI, Y.; AHMAD, S. H.; RADZI, C. W. J. W. M.; THUNG, T.; PREMARA-THNE, J. M. K. J. K.; CHANG, W.; LOO, Y.; TAN, C.; RAMZI, O. B.; FADZIL, S. N. M.; KUAN, C.; YEO, S.; NISHIBUCHI, M.; RADU, S. Comparison of the microbiological quality and safety between conventional and organic vegetables sold in Malaysia. **Frontiers in Microbiology**. v. 8, art. 1433, p. 1-10, 2017.
19. LACOMBE, C.; COUIX, N.; HAZARD, L. **Agricultural Systems**, v.165, p.208–220, 2018.
20. LOSIO, M. N.; PAVONI, E.; BILEI, S.; BERTASI, B.; BOVE, D.; CAPUANO, F.; FARINETI, S.; BLASI, G.; COMIN, D.; CARDAMONE, C.; DECASTELLI, L.; DELIBATO, E.; SANTIS, P.; PAS-QUALE, S.; GATTUSO, A.; GOFFREDO, E.; FADDA, A.; PISANU, M.; MEDICI, D. Microbiological survey of raw and ready-to-eat leafy green vegetables marketed in Italy. **International Journal of Food Microbiology**. v. 210, p. 88–91, 2015.
21. MAFFEI, D. F.; ALVARENGA, V. O.; SANT'ANA, A. S.; FRANCO, B. D. G. M. Assessing the effect of washing practices employed in Brazilian processing plants on the quality of ready-to-eat vegetables. **LWT - Food Science and Technology**. v. 69, p. 474-481, 2016a.
22. MAFFEI, D. F.; BATALHA, E. Y.; LANDGRAF, M.; SCHAFFNER, D. W.; FRANCO, B. D. G. M. Microbiology of organic and conventionally grown fresh produce. **Brazilian Journal of Microbiology**. v. 47, p. 99-105, 2016b.
23. MAFFEI, D. F.; SILVEIRA, N. F. A.; CATANOZI, M. P. L. M. Microbiological quality of organic and conventional vegetables sold in Brazil. **Food Control**. v. 29, p. 226-230, 2013.
24. MAISTRO, L. C.; MIYA, N. T. N.; SANT'ANA, A. S.; PEREIRA, J. L. Microbiological quality and safety of minimally processed vegetables marketed in Campinas, SP e Brazil, as assessed by traditional and alternative methods. **Food Control**. v. 28, p. 258-264, 2012.
25. MIR, S. A.; SHAH, M. A.; MIR, M. M.; DAR, B. N.; GREINER, R.; ROOHINEJAD, S.; Microbiological contamination of ready-to-eat vegetable salads in developing countries and potential solutions in the supply chain to control microbial pathogens. **Food Control**. v. 85, p. 235-244, 2018.
26. NAJAF, P.; SHAMS, J.; SHAMS, A. The effects of irrigation methods on some of soil and plant microbial indices using treated municipal wastewater. **Int J Recycl Org Waste Agriculture**. v. 4, p. 63–65, 2015.
27. NICOLETTO, C.; SANTAGATA, S.; ZANIN, G.; SAMBO, P. Effect of the anaerobic digestion residues use on lettuce yield and quality. **Scientia Horticulturae**. v. 180, p. 207–213, 2014.
28. NIGUMA, N. H.; PELAYO, J. S.; OLIVEIRA, T. C. R. M. Microbiological evaluation of lettuce produced by conventional and organic systems in farms of Londrina, PR. **Semina Ciências Agrárias**. v. 38, n. 1, p. 175-184, 2017.

29. NOUSIAINEN, L. L.; JOUTSEN, S.; LUNDEN, J.; HÄNNINEN, M. L.; FREDRIKSSON-AHOMAA, M. Bacterial quality and safety of packaged fresh leafy vegetables at the retail level in Finland. **International Journal of Food Microbiology**. v. 232, p. 73–79, 2016.
30. OLAIMAT, A. N.; HOLLEY, R. A. Factors influencing the microbial safety of fresh produce: a review. **Food Microbiology**. v. 32, p. 1-19, 2012.
31. OLIVEIRA, M; USALL, J.; VIÑAS, I.; ANGUERA, M.; GATIUS, F.; ABADIAS, M. Microbiological quality of fresh lettuce from organic and conventional production. **Food Microbiology**. v. 27, p. 679-684, 2010.
32. PANG, H.; MCEGAN, R.; MICALLEF, S. A.; PRADHAN, A. K. Evaluation of meteorological factors associated with pre-harvest contamination risk of generic Escherichia coli in a mixed produce and dairy farm. **Food Control**. v. 85, p. 135-143, 2018.
33. QUANSAH, J. K.; KUNADU, A. P. H.; SAALIA, F. K.; DÍAZ-PEREZ, J.; CHEN, J. Microbial quality of leafy green vegetables grown or sold in Accra metropolis, Ghana. **Food Control**. v. 86, p. 302-309, 2018.
34. RODRIGUES, R. Q.; LOIKO, M. R.; PAULA, C. M. D.; HESSEL, C. T.; JACXSENS, L.; UYT-TENDAELE, M.; BENDER, R. J.; TONDO, E. C. Microbiological contamination linked to implementation of good agricultural practices in the production of organic lettuce in Southern Brazil. **Food Control**. v. 42. p. 152-164. 2014.
35. SANTARELLI, G. A.; MIGLIORATI, G.; POMILIO, F.; MARFOGLIA, C.; CENTORAME, P.; D'AGOSTINO, A.; D'AURELIO, R.; SCARPONE, R.; BATTISTELLI, N.; DI SIMONE, F.; APREA, G.; IANNETTI, L. Assessment of pesticide residues and microbial contamination in raw leafy green vegetables marketed in Italy. **Food Control**. v. 85, p. 350-358, 2018.
36. SAS INSTITUTE. SAS/STAT procedure guide for personal computers: version 8.1. Cary, 1v. 1999-2000.
37. SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Perfil dos territórios de identidade da Bahia**. V.1. Salvador: SEI, 2015. 257p. (Série - Territórios de Identidade da Bahia).
38. SIGMAPLOT. **Scientific Graphing Software: SigmaPlot®**. Version 11. Disponível em: <https://www.bioprocessonline.com/doc/30-day-trial-software-sigmaplot-version-11-0001>. Acesso em: 26 de janeiro de 2019.
39. SILVA, S. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5 ed. São Paulo: Blucher, 2017. 560p.
40. SOFO, A.; LUNDEGÅRDH, B.; MÅRTENSSON, A.; MANFRA, M.; PEPE, G.; SOMMELLA, E.; DE NISCO, M.; TENORE, G. C.; CAMPIGLIA, P.; SCOPA, A. Different agronomic and fertilization systems affect polyphenolic profile, antioxidant capacity and mineral composition of lettuce. **Scientia Horticulturae**. v. 204, p. 106–115, 2016.
41. SSEMANDA, J. N.; REIJ, M.; BAGABE, M. C.; MUVUNYI, C. M.; JOOSTEN, H.; ZWIETERING, M. H. Indicator microorganisms in fresh vegetables from “farm to fork” in Rwanda. **Food Control**. v. 75, p. 126-133, 2017.

42. SUJA, G.; BYJU, G.; JYOTHI, A. N.; VEENA, S. S.; SREEKUMAR, J.; Yield, quality and soil health under organic vs conventional farming intaro. **Scientia Horticulturae**. v. 218, p. 334–343, 2017.
43. SZCZECZ, M.; KOWALSKA, B.; SMOLIŃSKA, U.; MACIOROWSKI, R.; OSKIERA, M.; MI-CHALSKA; A. Microbial quality of organic and conventional vegetables from Polish farms. **International Journal of Food Microbiology**. v. 286, p. 155–161, 2018.
44. WIEßNER, S.; THIEL, B.; KRÄMER, J.; KÖPKE A, U. Hygienic quality of head lettuce: effects of organic and mineral fertilizers. **Food Control**. v. 20. p. 881-886. 2009.
45. YARON, S.; RÖMLING, U. Biofilm formation by enteric pathogens and its role in plant colonization and persistence. **Microbial Biotechnology**. v. 7, p. 496–516, 2014.
46. YU, H.; NEAL, J. A.; SIRSAT, S. A. Consumers' food safety risk perceptions and willingness to pay for fresh-cut produce with lower risk of foodborne illness. **Food Control**. v. 86, p. 83-89, 2018.

“

Avaliação da fauna edáfica como indicadora de qualidade do solo, sob diferentes condições de cultivo, no Planalto Norte de Santa Catarina

- Vilmar Vinicius **Halabura**
- Fernanda Maria **Haiduk**

RESUMO

A qualidade do solo está relacionada com a diversidade biológica, tendo a fauna edáfica importante função no funcionamento e capacidade produtiva desse recurso. De modo geral, esses seres atuam como bioindicadores sinalizando, antecipadamente, a regeneração ou degradação do solo. O estudo foi realizado no Planalto Norte Catarinense, com instalação de armadilhas do tipo Provid, em 5 diferentes áreas, com 3 repetições cada, por 7 dias. Após a retirada destas, os indivíduos foram identificados e contabilizadas as médias e índices de diversidade e abundância. Observou-se baixa ocorrência de indivíduos da mesofauna. O pomar foi considerado um dos piores em relação à diversidade de espécies, observando-se predomínio de formigas. Semelhante ao observado nas áreas de pousio e pastagem. A mata nativa e grama apresentaram melhores índices de diversidade, indicando melhor qualidade do solo. A metodologia usada foi eficiente, porém recomenda-se a avaliação por um período de tempo maior.

Palavras-chave: Agricultura Familiar, Atividade Biológica, Bioindicador.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos muito tem se falado sobre física e química do solo, porém a qualidade do mesmo depende não só dessas duas propriedades, mas também da biológica. Isso porque, a diversidade da fauna edáfica tem importância tanto no aspecto ecológico como para a qualidade (BARETTA, 2003). Recentemente tem-se avançado os estudos sobre o papel da comunidade biológica no funcionamento do solo, que demonstram a relação direta da biodiversidade e da atividade biológica com às funções e características essenciais para a produtividade dos solos.

Esses organismos possuem diferentes estratégias alimentares e desempenham diversas funções importantes, como decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, regulação da população de fungos e bactérias e criação de galerias, além de servirem como bioindicadores de qualidade do solo.

Porém, ainda não existe um bioindicador do solo que permita avaliar sua qualidade de maneira rápida, econômica e eficiente. Entretanto, o uso de metodologias, como a instalação de armadilhas do tipo Provid, pode auxiliar na identificação de indicadores biológicos. Essas armadilhas são confeccionadas com garrafas pet, representando baixo custo e facilitando a sinalização, antecipadamente, da degradação ou a reabilitação do solo (AQUINO, 2006). Esse método se torna uma ferramenta facilmente empregada para o acompanhamento da qualidade do solo, podendo ser facilmente utilizada por agricultores familiares que buscam acompanhar esses atributos biológicos em sua propriedade.

Segundo Aquino (2006) para estabelecer um conjunto de biodiversidade que leva a resultados agrícolas desejáveis, como a regulação de pragas e doenças, decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, é um desafio. Portanto, é evidente a importância de estudos com enfoque na área da fauna edáfica, juntamente com a devida atenção de agricultores e profissionais da área, para o comportamento desses organismos no solo e visando um manejo integrado.

OBJETIVO

Identificar a relação entre a diversidade da fauna edáfica e os atributos qualitativos de diferentes sistemas de cultivo no Planalto Norte de Santa Catarina, além de difundir a utilização de armadilhas tipo Provid, para a constante avaliação e acompanhamento da fauna edáfica nas unidades de produção, sendo considerada uma ferramenta de autonomia para os agricultores, e podendo ser empregada em qualquer propriedade rural.

MÉTODOS

O estudo foi realizado no Centro de Educação Profissional “Vidal Ramos” (CEDUP), em Canoinhas, Planalto Norte de Santa Catarina (coordenadas 26°10'38"S; 50°23'24"W e com altitude de 765 metros). O clima da região, segundo Köppen, classifica-se como mesotérmico úmido (Cfa), sem estação seca, com verões frescos e precipitação pluviométrica média de 1.473,3 mm anuais.

Foram instaladas armadilhas, do tipo PROVID (ANTONIOLLI et al. 2006), em cinco diferentes locais do Cedup, sendo três repetições em cada um. Em cada armadilha foi colocada uma solução composta por 200 mL de álcool 70% para conservação dos insetos, 100 mL de água e detergente neutro. As mesmas permaneceram no campo por um período de sete dias (de 5 a 12 de maio de 2019).

As áreas avaliadas foram: Área A) Grama, sombreada, roçada frequentemente; Área B) Mata nativa; Área C) Pousio com vegetação de gramíneas rasteiras; Área D) Pomar de citros com vegetação de gramíneas rasteiras; Área E) Pastagem com vegetação rasteira e predomínio de gramíneas.

Após a retirada das armadilhas, foi realizada a identificação e contagem dos invertebrados capturados. Para avaliação dos resultados foram utilizados os índices Shannon-Wiener ($H' = -\sum Pi \cdot \log Pi$, onde Pi é a proporção da espécie i na amostra) e índice de riqueza de Margalef ($IM = (S-1)/\ln N$, onde S é o número de espécies presentes e N o número total de indivíduos da amostra) (MARTINI E PRADO, 2010).

RESULTADOS

De acordo com os dados analisados chegou-se aos resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1.. Grupos da fauna do solo e média de indivíduos identificados nas áreas experimentais

	Grupos da fauna do solo											
	Hym	Ves	Ara	Cole	Iso	Coll	Isop	Dip	Ner	Orth	Hem	Blat
Área A	9,0	6,6	0,3	1,3	0,3	10,0	1,6	7,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Área B	8,0	1,0	0,0	3,3	0,6	0,0	0,0	11,0	0,0	1,0	0,0	0,3
Área C	491,0	2,6	0,6	0,3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
Área D	1069,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,3
Área E	106,0	0,6	1,6	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0

Hym= Hymenoptera; Ves= Vespidae; Ara= Aranae; Cole= Coleoptera; Coll= Collembola; Dip= Diptera; Ner= Nematoda; Orth= Orthoptera; Hem= Hemiptera; Blat= Blattodea; Iso = Isopoda; Isop = Isoptera.

Tabela 2. Índices de abundância (AB), diversidade de Shannon (H'), riqueza de Margalef (IM) e total de grupos (TG)

	AB	H'	IM	TG
Área A	36,60	0,73	0,92	4,30
Área B	25,30	0,60	1,42	5,60
Área C	496,30	0,03	0,53	3,30
Área D	1071,00	0,01	0,14	2,00
Área E	111,00	0,11	0,55	3,60

DISCUSSÃO

Observou-se baixa ocorrência de grupos da mesofauna (organismos entre 0,2 a 2 mm de diâmetro) nas áreas estudadas. Essa categoria exerce um papel primário sobre os processos de transformação da matéria orgânica, ciclagem dos nutrientes e agregação do solo.

Dentro dessa categoria, os colêmbolos são os principais indicadores de qualidade do solo, e sua ocorrência foi observada nas áreas A e E. Essa questão pode estar relacionada com o fato de esses seres preferirem locais com maior teor de matéria orgânica, e no caso da mata nativa, pela quantidade de serapilheira, já que desempenham importante função no processo de decomposição, regulando as populações microbianas e fragmentando material orgânico (HUBER E MORSELLI, 2011).

Essa característica é desejável para a atividade agrícola, já que a ciclagem dos nutrientes garante maior disponibilidade de minerais para as plantas, reduzindo a necessidade de aplicação de insumos químicos. Além disso, a presença de colêmbolos é percebida em solos com bom teor de umidade (SALES, BALDI E QUEIROZ, 2018), característica encontrada na área A, por ser em local sombreado, o que a difere das demais.

A ausência de algumas ordens como isoptera, heteroptera e outros grupos da mesofauna, comumente encontrado em área de pastagem representam a pouca diversidade edáfica e pode ser considerado um indicador do baixo nível de fertilidade do solo nesse local (SANTOS et al., 2008; SILVA et al., 2013). Outra questão que pode estar relacionada a isso é a alta densidade do solo observada, inclusive, no momento de instalação das armadilhas. E favoreceu a presença hymenoptera (formigas), indicando solo compactado.

Para melhoramento da diversidade e população em pastagens degradadas, uma boa alternativa é a implantação de sistemas silvipastoris. Dias et al. (2007) em avaliação da influencia de espécies leguminosas arbóreas nesses sistemas, observaram presença de até 602 indivíduos.m⁻² e diversidade de até 10 grupos. Por outro lado, em pastagem sem árvores verificaram a presença de apenas 2 indivíduos de um único grupo (coleóptera). Além disso, outra alternativa é a implantação de SILP, com o cultivo de leguminosas no verão e pastagem no inverno, por exemplo a crotalária, ótima fixadora de nitrogênio(SANTOS et al., 2008).

Observou-se menores índices de Shannon-Wiener nas áreas C, D, e E (Tabela 2), o que evidencia a baixa diversidade e má distribuição dos grupos, com o predomínio do grupo Hymenoptera (formigas), que apesar da preferência por forragem de leguminosas (SANTOS et al., 2008), foram abundantes nessas áreas, de gramínea. No entanto, segundo Dias et al. (2007) as formigas tendem a ser mais abundantes em locais com maior insolação, característica encontrada nessas áreas.

Já para o Índice de Margalef, que estima a diversidade e riqueza específica, todas as áreas apresentaram baixo nível, pois estão abaixo de 2,0, valor mínimo para solos diversos e ricos (TONIETTO et al., 2017).

De modo geral, a área B (mata nativa) teve a menor abundância, porém também teve a maior diversidade, o que indica o melhor solo avaliado. Essa diversidade se deve a alta quantidade e qualidade da matéria orgânica, por ser um ambiente com alta diversidade de plantas, solo estruturado, baixa ação antrópica e, consequentemente, a presença de serapilheira, atraiendo maior diversidade de espécies da fauna do solo. A macrofauna edáfica é altamente sensível a interferências antrópicas, como o tipo de manejo e práticas culturais, sendo que sua exclusão do solo reduz a taxa de decomposição e a liberação de nutrientes da serapilheira.

A menor diversidade se observou na área D (pomar de citros), que apresentou apenas 4 grupos, considerando-se todas as armadilhas. Os índices de Shannon-Wiener e de Margalef nessa área foram 0,01 e 0,14 respectivamente. Essa baixa diversidade se deve a presença de um só tipo de substrato. Por fornecerem pouco nitrogênio, as gramíneas apresentam maior relação C/N (carbono/nitrogênio), desfavorecendo a diversidade da fauna do solo (SANTOS et al. 2008).

Observou-se maior abundância na área D, porém houve maior dominância de formigas. As menores abundâncias foram observadas nas áreas A e B, porém houve maior diversidade de grupos e uniformidade de indivíduos entre eles, o que indica maior qualidade desses solos em relação aos demais.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que a prática de identificação da qualidade do solo por meio da diversidade da fauna edáfica, utilizando armadilhas ProviD é uma técnica simples, rápida e barata que pode ser feita por qualquer agricultor. Mesmo não sendo tão precisa, possibilita uma noção das propriedades biológicas do solo.

As áreas de mata nativa e de grama apresentaram maior diversidade da fauna edáfica, relacionando esse fato com melhores condições de umidade, matéria orgânica e densidade. Já as áreas de pousio, pomar e pastagem, apresentaram menor diversidade da fauna

edáfica, sendo relacionada com a alta relação C/N da matéria orgânica, baixa umidade do solo e no caso da pastagem, compactação.

Os resultados obtidos no estudo representam uma baixa diversidade de espécies capturadas, o que também pode estar relacionado com o pouco tempo que as armadilhas permaneceram no campo, sendo recomendada a repetição desse estudo por um período maior.

■ REFERÊNCIAS

1. ANTONIOLLI, Z. I. et al. **Método alternativo para estudar a fauna do solo**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 407-417, 2006.
2. AQUINO, A. M. **Fauna do Solo e sua Inserção na Regulação Funcional do Agroecossistema**. Miolo Biota, p. 47-76. 2006.
3. BARETTA, D. et al. **Fauna edáfica avaliadas por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense**. Revista Ciência Agroveterinária, Lages, v.2, n.1, p.97-106, 2003.
4. BERUDE, M. C. et al. **A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora**. Encyclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.11, n.22, p.14-28, 2015
5. DIAS, P. F. et al. **Efeito de leguminosas arbóreas sobre a macrofauna do solo em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia. v.37, n.1 , p. 38-44, 2007.
6. HUBER, A. C. K.; MORSELLI, T. B. G. **Estudo da Mesofauna (Ácaros e Colêmbolos) no processo da vermicompostagem**. Revista da FZVA. Uruguaiana, v.18, n. 2, p. 12-20. 2011.
7. MARTINI, A. M. Z., PRADO P. I. K. L. **Índices de Diversidade de espécies**. PPGECB-UESC. 2010.
8. SALES, E. F.; BALDI, A.; QUEIROZ, R. B. **Fauna edáfica em sistema agroflorestal e em monocultivo de café conilon**. Revista Brasileira de Agroecologia. v.13, n.5, p.200-209. 2018.
9. SANTOS, G. G. et al. **Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF v. 43, n. 1, p. 115-122, 2008.
10. SILVA, R. F., et al. **Fauna edáfica influenciada pelo uso de culturas e consórcios de cobertura do solo**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v.43, n.2, p. 130-137, abril/junho 2013.

“Sistema agrícola tradicional e certificação orgânica: o caso dos guaranazais nativos das comunidades tradicionais do Alto Urupadí, Maués (AM)

- | Orlando da Conceição Machado **Aguiar**
UFAM
- | Nathaly Pinheiro **Rabelo**
UFAM
- | Sophia Kathleen da Silva **Lopes**
UFAM
- | Suzy Cristina Pedroza da **Silva**
TCE
- | Stephany Farias **Cascaes**
UFAM
- | Cloves Farias **Pereira**
UFAM
- | Lídia Letícia Lima **Trindade**
UFAM
- | Luiz Antônio Nascimento de **Souza**
UFAM
- | Miquel Victor Batista **Donegá**
UFAM
- | Therezinha de Jesus Pinto **Fraxe**
UFAM

RESUMO

O cultivo de guaraná nativo enfrenta um grande desafio em evidenciar a qualidade orgânica dos seus sistemas agrícolas, saberes e tecnologias tradicionais, principalmente quando buscam a certificação orgânica. O trabalho buscou documentar o processo de certificação para grupo de agricultores tradicionais como uma estratégia para a inserção e desenvolvimento de mercado para produtos da biodiversidade e a promoção do desenvolvimento rural sustentável. O estudo foi realizado na região do rio Urupadí, com um grupo de 15 agricultores que participaram do processo de Certificação por Auditoria no município de Maués, no Amazonas, Brasil. A pesquisa realizada foi do tipo descritivo-exploratória, com adoção de coleta de dados, pesquisa bibliográfica e análise documental. Os principais resultados indicam que no rio Urupadí, a agricultura é do tipo tradicional, que envolve uma diversidade de plantas cultivadas e espécies florestais, com tecnologias, habitats e práticas distintas. Os saberes e as práticas incluem a construção cultural do roçado, que é construído com mudas nativas de guaraná. A valorização de troca de conhecimentos entre os técnicos e agricultores, respeitando os aspectos sociais e culturais de cada propriedade foram evidenciadas as etapas de certificação orgânica. O manejo tradicional alinhando com a certificação em grupo foi entendido como uma inovação social e seus produtos considerados exóticos poderão ser vendidos no mercado internacional. Contudo, a certificação em grupo se integra em um esquema mais amplo que garantiu mais eficiência e organização nas unidades de produção e rompimento com a estrutura dos atravessadores que exploram secularmente as comunidades tradicionais na Amazônia.

Palavras-chave: Comunidade Tradicional, Certificação, Produção Orgânica, Agroecologia.

INTRODUÇÃO

Pode-se dizer que o fenômeno da modernização da agricultura se iniciou com o surgimento da Revolução Industrial, quando a mecanização, as sementes melhoradas, os fertilizantes e, posteriormente, os pesticidas, cresceram exponencialmente no mundo. É lógico que, somente no século XX, os riscos desencadeados pela modernização da agricultura alcançaram um patamar até então desconhecido (BECK, 2010).

Para Altieri (2004), a modernização da agricultura, geralmente chamada de Revolução Verde, não apenas produziu o pacote tecnológico que foi aceito como algo positivo e utilizado de maneira indiscriminada pela agricultura convencional, como ocasionou impactos com alto custo ambiental e social vivenciados até os dias atuais.

A partir dos anos 1990, tornaram-se significativas as iniciativas das Nações Unidas sobre o desenvolvimento sustentável, embora o movimento em torno de formas não-convenicionais de agricultura marca o início do século XX, com diferentes abordagens de agricultura que podem ser chamadas de agricultura sustentável (JESUS, 2005).

A compreensão da forma com que se constrói a agricultura sustentável tem de ser encontrada no paradigma da agroecologia. Para Guzmán (2005), a agroecologia possui uma dimensão global, voltando-se a uma perspectiva para além dos limites da propriedade, ligada a compreensão das múltiplas formas de dependência que a política e a economia provocam nos agricultores.

O que há de especial na agroecologia é a possibilidade de incorporar na análise a matriz comunitária, segundo Guzmán (2005, p. 104), definida como: “a matriz sociocultural que proporciona uma práxis intelectual e política à sua identidade e à sua rede de relações sociais.” (GUZMÁN, 2005, p. 104).

Uma das características do enfoque agroecológico é a compreensão dos agroecossistemas tradicionais, que não se resume apenas ao fato dos agricultores tradicionais cultivarem alimentos sem acesso aos insumos agroquímicos, mas pelo fato de desenvolverem um sistema agrícola de auto-regulação e sustentabilidade (ALTIERE, 2004).

Da mesma forma, nas comunidades tradicionais localizadas na região do rio Urupadí, no município de Maués, o cultivo de guaraná adquire um significado especial, uma vez que os agricultores utilizam mudas nativas extraídas da floresta para compor seus roçados ou *guaranazais*¹. Isso demonstra que os lugares de seleção das mudas nativas funcionam como um centro de diversidade genética (ALTIERI, 2004), sobretudo porque é na escolha das plantas que serão cultivadas localmente, que começa a saga para a construção do sistema agrícola tradicional de cultivo de guaraná nativo.

¹ O itálico será para os termos nativos utilizados pelos agricultores.

Nesse sentido, os agricultores tradicionais desenvolvem suas atividades em sistemas agrícolas com produtividade sustentável, a partir de um conjunto de saberes e de conhecimentos comprometidos na preservação da biodiversidade dos agroecossistemas tradicionais. Por outro lado, para que os produtos provenientes dos sistemas agrícolas tradicionais sejam classificados como orgânicos precisam de uma avaliação de conformidade da qualidade (MEDAETS; CECHIN, 2019).

No Brasil, a certificação orgânica é uma obrigatoriedade para garantir ao consumidor que determinado produto foi produzido de acordo com os regulamentos da produção orgânica. O Decreto Nº 6.323/2007, que disciplina medidas relativas aos processos de avaliação da conformidade orgânica, reconhece três organismos de avaliação: 1) Certificação por Auditoria, 2) Sistema Participativo de Garantia da Qualidade Orgânica (SPG) e 3) Organizações de Controle Social (OCS) (VRIESMAN *et al.*, 2012).

Conforme o Art. 6 da Instrução Normativa Nº 19/2009, a Certificação por Auditoria pode ser realizada por pessoa jurídica, de direito público ou privado, responsável pela avaliação de conformidade dos processos produtivos, em relação aos regulamentos técnicos da produção orgânica. A certificação pode ser individual, concedida para um produtor (pessoa física ou jurídica) vinculado a uma área produtiva, para um certo conjunto de produtos/atividades de produção. A certificação também pode ser em grupo. No caso do grupo, os agricultores devem fazer parte de uma organização formal como associação ou cooperativa, que possuam uma estrutura adequada e suficiente para o funcionamento de um sistema de controle interno que garanta o cumprimento dos regulamentos da produção orgânica.

Em relação a certificação em grupo, a Subseção VIII do Art. 43 da Instrução Normativa Nº 19/2009, estabelece que pode ser concedida apenas para pequenos produtores, agricultores familiares, projetos de assentamento, quilombolas, ribeirinhos, indígenas e extrativistas.

Num sentido amplo, a certificação em grupo enquadra a diversidade dos povos e comunidades tradicionais do Brasil, segundo alínea I do Art. 3 do Decreto Nº 6.040/2007, povos e comunidades tradicionais é definido como:

Grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição.

Por outro lado, a Convenção da Diversidade Biológica, tem sugerido o desenvolvimento de mercados para os produtos associados aos povos e comunidades tradicionais e seus

sistemas agrícolas tradicionais, inclusive, formas associadas à valorização através de selos e certificações que valorizam critérios ambientais e territoriais (TRICAUD *et al.*, 2016).

Diante deste cenário, percebe-se que os povos e comunidades tradicionais da Amazônia brasileira enfrentam um grande desafio em valorizar os seus produtos, provenientes dos sistemas agrícolas, saberes e tecnologias tradicionais.

Apesar dos benefícios da certificação orgânica, o serviço ainda é inacessível para os povos e comunidades tradicionais, devido ao custo, a dificuldades de orientação técnica especializada e o conjunto de normativas/regulamentos da legislação orgânica no Brasil (VRIESMAN *et al.*, 2012).

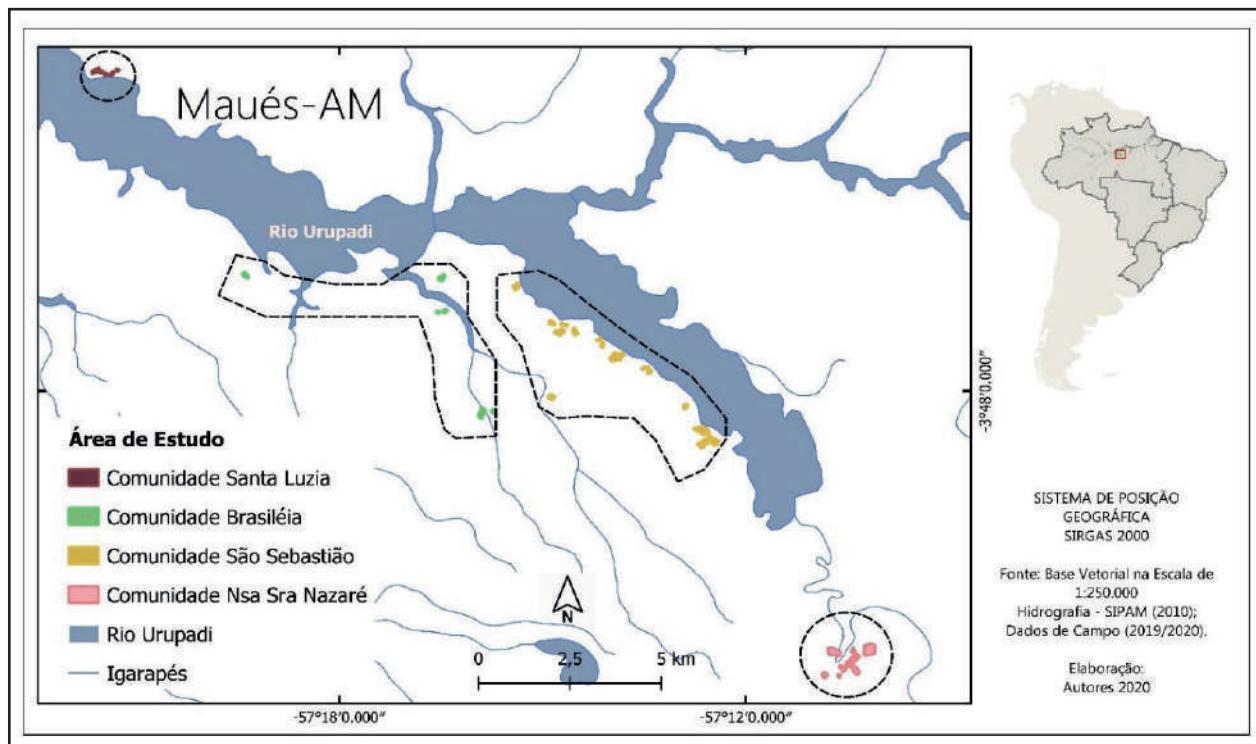
OBJETIVO

Descrever e analisar o processo de certificação orgânica dos agricultores das comunidades tradicionais afiliados à Associação dos Agricultores Familiares do Alto Urupadí (AAFAU). Desta forma, buscou-se sistematizar as etapas da certificação para que outros agricultores possam utilizar a estratégia de certificação de produtos agrícolas oriundos de sistemas agrícolas tradicionais para a inserção e o desenvolvimento de mercado para produtos da sociobiodiversidade.

MÉTODOS

O estudo foi realizado na região do rio Urupadí, no município de Maués, no Amazonas, Brasil. Fizeram parte deste estudo um grupo de 15 agricultores envolvidos no processo de Certificação por Auditoria, localizados nas comunidades tradicionais denominadas de Santa Luzia, São Sebastião, Nossa Senhora de Nazaré e Brasileia (Figura 1).

Figura 1. Localização das unidades de produção certificadas no rio Urupadí, Maués - Amazonas.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

A pesquisa realizada foi do tipo descritivo-exploratória (GIL, 2008), com adoção de coleta de dados, pesquisa bibliográfica e análise documental.

A pesquisa de campo teve como base o enfoque participativo utilizado pelo NUSEC (CASTRO *et al.*, 2019; FRAXE; MEDEIROS, 2008). Este tipo de abordagem admite o emprego de um conjunto de ferramentas para o fortalecimento da organização social e da conscientização sociopolítica das comunidades rurais rumo ao chamado desenvolvimento rural sustentável (GUZMÁN, 2005).

Foram utilizados três instrumentos de coleta de dados: 1) formulário para levantamento de dados socioeconômicos e produtivos, 2) observação participante e 3) diagnóstico rural participativo.

Após o campo, os dados foram sistematizados no google forms, armazenado no google drive, e analisados a partir de estatística descritiva utilizando o Excel e análise de conteúdo (DELLAGNELO; SILVA, 2005; FLICK, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sistema Agrícola Tradicional de Cultivo de Guaraná Nativo

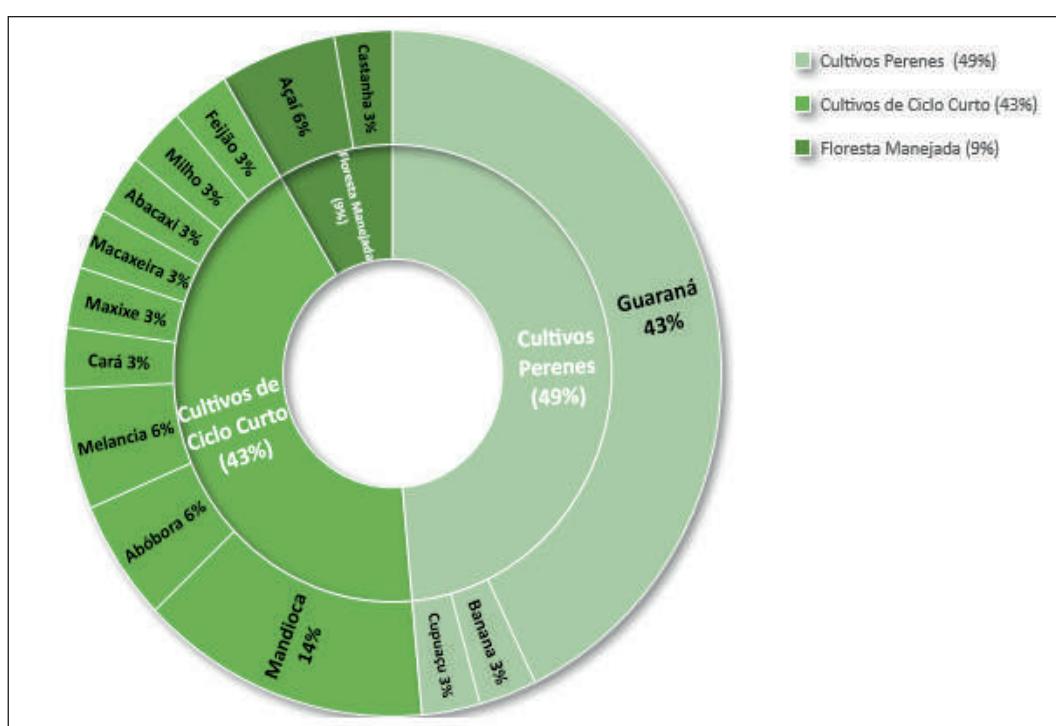
A análise do processo histórico de ocupação dos participantes da pesquisa mostrou que seus antepassados adentraram no rio Urupadí em busca dos recursos naturais. Muitos

partiam da cidade de Maués e outros vinham pelo rio Tapajós, principalmente do município de Itaituba, no Sudoeste do Pará. Muitos destes agentes sociais que vieram de outras localidades e se fixaram na margem esquerda do rio Urupadí, estabelecendo alianças com os povos e comunidades tradicionais. Por meio dessas alianças, criaram-se as condições para organização dos grupos de interesse, e consequentemente, à formação da sociabilidade nos termos McCallum (1998).

A consciência de pertencer a um determinado grupo de interesse e em uma determinada localidade levou as pessoas a fazerem parte da comunidade. Para os agricultores, cada comunidade possui uma área geográfica, dentro do qual são construídos critérios de acesso aos recursos naturais. E quando as regras não são respeitadas, são adotados os mecanismos de defesa das áreas comunitárias. É neste sentido que utilizamos a homologia do conceito de território com a noção denominada por Augé (1994) como lugar.

Neste lugar foram implantadas o que denominamos de sistema agrícola tradicional onde são cultivados os principais alimentos e as espécies florestais manejadas em uma mesma área. Neste sistema agrícola tradicional, as espécies vegetais utilizadas na comercialização e no consumo familiar estão agrupadas em culturas perenes (49%), culturas anuais (43%) e em algumas propriedades é possível verificar o uso manejado das áreas de florestas (9%) para a utilização do açaí e da castanha. Os *guaranazais* e as roças de mandioca ocupam a maior parte das áreas cultivadas nestas propriedades, seguidos em menor proporção das culturas de melancia e abóbora (Figura 2).

Figura 2. Principais Cultivos do Sistema Agrícola Tradicional do rio Urupadí.



Fonte: Banco de Dados RENESU/CAPES, 2020.

No rio Urupadí, a agricultura é do tipo tradicional, que envolve uma diversidade de plantas cultivadas ($n=12$) e espécies florestais ($n=2$), com tecnologias, habitats, práticas e intensidades distintas (CARDOSO, 2008). Essa classificação leva em consideração um sistema agrícola altamente eficiente no uso do solo para o cultivo agrícola, combinado com o manejo múltiplo dos ecossistemas florestais e animais, criando ecozonas (POSEY, 1997) entre o quintal e a floresta primária (florestas, capoeiras, roçados/roças, quintais entre outros).

Na comunidade Nossa Senhora de Nazaré, os agricultores se deslocam até a floresta primária onde estão as plantas de guaraná, conhecidas como *planta-mãe*. Nos meses de outubro e novembro, a *planta-mãe* floresce no estrato superior da floresta e os frutos caem no chão, nascem os *filhos de guaraná*, que são plantas não cultivadas nos termos de Posey (2001).

Os agricultores perceberam de forma distintas os *filhos de guaraná* que se espalharam por debaixo da *planta-mãe*: as de folhas mais largas, classificadas por eles como *planta fêmea*, e, portanto, as de interesses dos agricultores, por serem estas as plantas que serão mais produtivas; e as plantas de folhas mais estreitas, que serão de baixa produtividade, classificadas como *planta macho* (Figura 3). Isso demonstra que os saberes ecológicos tradicionais constroem historicamente um banco de agrobiodiversidade que devem ser preservados nos lugares no rio Urupadí.

Figura 3. Banco de mudas selvagens de guaraná dentro da floresta primária.



Fonte: Banco de Fotos RENESU/CAPES, 2020.

No estudo de Tricaud et al. (2016), os autores já descreveram essa busca da muda na floresta, uma vez que, o sistema de cultivo do guaraná dos agricultores de Maués, baseia-se na busca da muda de guaraná na floresta, prática milenar dos povos indígenas. No caso dos

guaranazais do povo Sateré-Mawé são formados por plantas nativas, coletadas na floresta a partir da seleção de *planta-mãe*, que eles deixam crescer e frutificar.

É na escolha das *plantas fêmeas*, no meio da floresta primária, que começa a saga para construção cultural do guaranazal. Assim, os saberes ecológicos tradicionais não deixam dúvida: os processos em que as plantas são classificadas, transplantadas, manejadas e cultivadas são carregados de significados culturais (CARDOSO, 2008 *Apud* EMPERAIRE, 2006).

Esses saberes ecológicos tradicionais envolvem uma cosmologia de como os *guaranazais* devem ser construídos, articulando conhecimentos e saberes atualizados de geração por geração sobre a *planta-mãe* e a domesticação de seus *filhos*. Assim, torna-se fundamental o uso cultural das sementes locais, mesmo que a legislação permita o uso desde que o agricultor comprove que não encontrou sementes orgânicas disponíveis no mercado. Para Cardoso *et al.* (2011), as sementes locais contribuem e constituem os recursos genéticos necessários para o desenvolvimento sustentável. Segundo estes autores, a legislação brasileira exige que os produtores orgânicos utilizem sementes produzidas pelo sistema orgânico. Eles afirmam que um grupo de agricultores como estes localizados no rio Urupadí podem produzir sua própria semente, principalmente de cultivares locais, como o guaraná.

Os saberes e as práticas também incluem a construção cultural do roçado, que constitui base para o cultivo que se dá nos meses de janeiro e fevereiro, quando as chuvas permitem um bom crescimento das mudas nativas. As práticas tradicionais de manejo das plantas podem ser baseadas na retirada das mudas nativas com o solo para preservação das raízes. Essas mudas são enroladas em folhas de bananeiras e abrigadas em *paneiros* e levadas até uma área úmida próximo do roçado, como igarapés e/ou córregos, possibilitando aos agricultores irrigá-las.

O plantio no roçado costuma ser uma atividade coletiva, com auxílio das mulheres e das crianças. Enquanto, os homens furam o solo e preparam uma mistura de terra preta e cinza, as mulheres transportam as mudas das áreas úmidas para o roçado. Depois do plantio, coloca-se palhas ou madeiras sobre as plantas com finalidade a proteção do sol excessivo da região, mas também a proteção das intensas chuvas amazônicas.

Com o plantio das mudas nativas é constituído o *guaranazal*, as plantas levarão de cinco a seis anos para começar a produzir. Nos primeiros anos começa com uma baixa produção, mas à medida que os anos passam as plantas passam a produzir mais frutos e sua manutenção é realizada periodicamente.

O *guaranazal* responde às condições culturais dos agricultores das comunidades tradicionais e às dinâmicas econômicas e políticas locais. Normalmente, o guaranazal como é uma cultura perene, não é abandonado pela família, diferentemente da roça de mandioca

que a extração dos tubérculos, necessita de um período de pousio para recuperação da fertilidade natural do solo.

Da Organização de Controle Social à Certificação em Grupo

A experiência dos agricultores tradicionais do rio Urupadí conta uma parte dessa história. O trabalho com a agricultura orgânica inicia em 2014, com a constituição da Associação dos Agricultores Familiares do Alto Urupadí (AAFAU), que passou a representar os seus afiliados na Feira da Produção Familiar da Universidade Federal do Amazonas (AGROUFAM), com a venda direta de guaraná em grãos, bastão, pó e licor.

Em 2015, o Núcleo de Socioeconomia da Universidade Federal do Amazonas (NUSEC), iniciou o projeto *Desenvolvimento Rural e Sustentabilidade em Comunidades Ribeirinhas do Amazonas*², com a finalidade de apoiar os agricultores da AGROUFAM na constituição de Organização de Controle Social (OCS)³ para venda direta de produtos orgânicos sem certificação.

Interessada nos resultados do projeto, a direção da AAFAU solicitou o apoio do NUSEC para a constituição de uma OCS no rio Urupadí. Toda a iniciativa desembocou na constituição da OCS AAFAU e no registro dos agricultores no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que permitiu a venda direta do guaraná como orgânicos na AGROUFAM.

Assim, por meio da OCS AAFAU, os agricultores do rio Urupadí passaram a ser reconhecidos no município de Maués como produtores orgânicos.

José Cristo de Oliveira, presidente da AAFAU, afirmava que: “com o papel [declaração de cadastro de produtor orgânico], a gente só precisa colocar aqui na barraca que o consumidor compra confiante na qualidade do produto”. Neste sentido, a conquista da Declaração de OCS AAFAU consolidou a valorização do sistema agrícola tradicional de cultivo de guaraná, a partir do reconhecimento da qualidade orgânica.

Em 2018, a direção da AAFAU recebeu a demanda de uma empresa interessada em comprar cinco toneladas de guaraná certificado. Na época, o negócio não foi realizado porque o guaraná não poderia ser comercializado, uma vez que não havia uma certificação orgânica, pois a modalidade OCS permitia apenas a venda direta sem certificação, ou seja, a comercialização deveria ser realizada apenas por agricultores. Neste caso, como a empresa estava interessada em exportar o guaraná para Europa e Estados Unidos, o produto precisava de uma nota fiscal e uma Declaração de Transação Comercial.

2 Disponível em: <http://www.nusec.ufam.edu.br/projetos>

3 Grupo, associação, cooperativa, consórcio com ou sem personalidade jurídica, previamente cadastrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, a que está vinculado o agricultor familiar em venda direta, com processo organizado de geração de credibilidade a partir da interação de pessoas ou organizações, sustentado na participação, comprometimento, transparência e confiança, reconhecido pela sociedade (INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 46, DE 6 DE OUTUBRO DE 2011).

Na busca de superar este problema de certificação, a AAFAU estabeleceu uma nova parceria com o NUSSEC com a finalidade de assessoramento no processo de certificação orgânica com objetivo de produzir um ambiente institucional necessário para a comercialização de quinze toneladas de guaraná das comunidades tradicionais, uma vez que a venda direta na AGROUFAM consistia apenas em 10% da produção da AAFAU.

Uma das primeiras ações pactuadas com os agricultores foi conhecer o mecanismo de garantia da qualidade orgânica, que permitisse a certificação para o mercado exterior. À medida que se aprofundaram a discussão sobre a certificação orgânica do guaraná, reconhecia-se a potencialidade da Certificação por Auditoria (Figura 4).

Figura 4. Reunião com os agricultores para apresentação da empresa interessada na compra da produção, bem como a discussão sobre as etapas da certificação por auditoria, realizada na comunidade Brasiléia, em 2019.



Fonte: @photo.cadismo (2019).

De modo a valorizar o sistema agrícola tradicional de cultivo de guaraná do rio Urupadí, a direção da AAFAU contratou a ECOCERT para a certificação por Auditoria, na modalidade Grupo. De acordo com a Instrução Normativa nº 19/2009, define-se grupo como: “um conjunto de pessoas organizadas de maneira formal ou informal que realiza ações coletivas de monitoramento mútuo e avaliação da conformidade das unidades de produção dos fornecedores”.

Na percepção cultural dos agricultores, a noção de grupo leva as pessoas a fazerem parte da comunidade. Aquilo que eles designam como comunitário para fazer parte do grupo para certificação orgânica, relacionam-se com o fator de identificação das pessoas.

Nesse caso, os agricultores fazem parte de um conjunto de famílias extensas, aparentadas pelas relações compadrio e vizinhança, possibilitando a consolidação do vínculo de sociabilidade para que se organizem em grupo. São essas relações de parentesco que

funcionam como o principal mecanismo de identificação das pessoas, expresso no respeito às regras sociais de produção e uso dos recursos naturais.

Etapas da Certificação em Grupo

O trabalho iniciou a partir de reuniões nas comunidades, com o grupo de agricultores, a fim de divulgar e esclarecer dúvidas em relação a Certificação por Auditoria, foi realizada a quantificação do número de agricultores interessados em certificar os seus produtos orgânicos. Iniciaram-se a construção das regras de participação no projeto de certificação da AAFAU.

Assembleia Geral da AAFAU

Decidiu-se quem podem fazer parte do Grupo, os agricultores que tiverem suas solicitações aprovadas em assembleia da AAFAU e quando o seu processo de produção for similar ao sistema agrícola tradicional, assumindo compromisso com os seguintes aspectos:

- Assumir compromisso de respeito às regras de produção orgânica e o funcionamento do grupo.
- Seguir o Plano de Manejo Orgânico sob a responsabilidade da AAFAU.
- Conhecer e cumprir a legislação da agricultura orgânica (BR, NOP e EOS).
- Cumprir o Manual de Procedimentos do sistema de controle interno.
- Viabilizar o acesso a todas as instalações, aos registros e documentos da unidade de produção, quer da própria unidade ou das demais que estiverem relacionadas com a atividade verificada.
- Responsabilizar-se individualmente pela garantia dos seus próprios produtos e, de forma participativa, pela garantia dos produtos dos demais membros do Grupo.
- Participar das reuniões do grupo.
- Participar das visitas de pares do grupo que pertence.
- Manter caderno de campo atualizado.

Diagnóstico das Propriedades

Com os agricultores interessados, iniciaram-se visitas técnicas a fim de elaborar um estudo de caso detalhado de cada propriedade. A direção da AAFAU em parceria com o NUSEC realizou o diagnóstico rápido dos problemas-chave das propriedades. Nesta fase, separa-se as propriedades em dois tipos: prontas para iniciar o processo de Certificação e aquelas que precisam ser melhoradas.

Os pontos fortes diagnosticados foram o cultivo de guaraná por meio da agricultura tradicional; nenhum insumo externo utilizado nas áreas de produção; sistema de rastreabilidade do guaraná municipal; áreas isoladas com bastante vegetação nativa; e, atuação coletiva do grupo. Os pontos a melhorar: dificuldade no registro do caderno de campo e realização de intercâmbio de experiências com grupos já certificados que, provavelmente, já tinham soluções para o problemas-chave, porque as experimentaram em sua propriedade.

Para a equipe técnica do NUSEC ficou a parte de identificar as melhorias que possam ser chaves para iniciar as conformidades ambientais e territoriais na propriedade. Em reuniões coletivas, os agricultores assinam o relatório e assumem compromisso de iniciar as mudanças (Figura 5). Neste espaço coletivo, também avaliam pontos melhorados nas propriedades.

Figura 5. Oficina de diagnóstico nas comunidades associadas à AAFAU, realizada em 2019.



Fonte: Projeto RENESU (2019).

Controle Social

Os agricultores construíram os critérios mínimos de controle social da qualidade orgânica de guaraná, tendo como referências práticas, saberes e tecnologia tradicionais, onde cada membro deve cumprir os regulamentos técnicos e permitir a realização de visitas de controle interno, do grupo, da certificadora, de órgãos fiscalizadores e de consumidores.

Os mecanismos de controle social do grupo estabelecidos foram:

- Participação no planejamento anual de plantio e funcionamento do grupo.
- Proteger as nascentes, as matas ciliares e reservas legais são questões necessárias para atender a legislação ambiental, bem como a proteção e preservação dos recursos naturais.

- É proibida a abertura de novos guaranazais em floresta primária.
- Fazer abertura de novos guaranazais somente em capoeira, desde que solicitada autorização.
- Não é permitido aos membros estabelecer novos guaranazais em outro lugar se não naquela aprovada pela AAFAU e indicada no plano de manejo orgânico.
- Não é permitido o uso de fogo na abertura de novos guaranazais e parcelas certificadas.
- O plantio de novas mudas de guaraná em parcelas certificadas deve ser comunicada na reunião de planejamento anual de plantio.
- Fazer consorciamento de plantas nos *guaranazais*, inclusive com urucum, ingá, embaúba, cajueiros e outros que podem ser utilizadas na adubação verde.
- É proibido o uso de agrotóxico na propriedade, em caso de dúvidas quanto ao uso de determinado produto, o agricultor deverá consultar os outros membros do grupo, caso persista a dúvida, a coordenação da AAFAU deverá ser consultada.
- Todos os membros devem proteger as matrizes de guaraná nativa existente na floresta, para poder retirar as mudas e domesticá-las.
- Selecionar mudas nativas de guaraná da floresta quando não tiver na proximidade de sua propriedade parcelas certificadas com plantas nativas. Se tiver parcelas certificadas, selecionar matrizes sadias e produtivas para fazer as mudas.
- Fazer os tratos culturais nos *guaranazais*, como capina, poda e adubação verde 2 vezes ao ano (entre janeiro e maio), fazendo a cobertura do solo com as podas e capinas, mantendo a matéria orgânica, conservando a umidade e minimizando as perdas de nutrientes.
- Os agricultores devem dar o seguinte destino para os resíduos da propriedade.
 1. restos vegetais devem ser incorporados ao solo;
 2. vidros, sacarias e caixas devem ser reutilizados ou retiradas da propriedade;
 3. carcaça de animais deve ser enterradas;
 4. lixo doméstico seco deve ser enterradas em um lugar específico, distante das parcelas certificadas, do rio e dos animais domésticos;
 5. pilhas e baterias devem ser retiradas das propriedades e entregues ao sistema de coleta pública na cidade de Maués;
 6. lixo doméstico orgânico deve ser incorporado ao solo, mediante a compostagem, para o uso em canteiros de hortaliças e frutíferas (exceto parcelas certificadas).
- Construir local específico para armazenar motores e peças, gasolinhas e diesel.
- Construir local específico para armazenar ferramentas e insumos usados no culti-

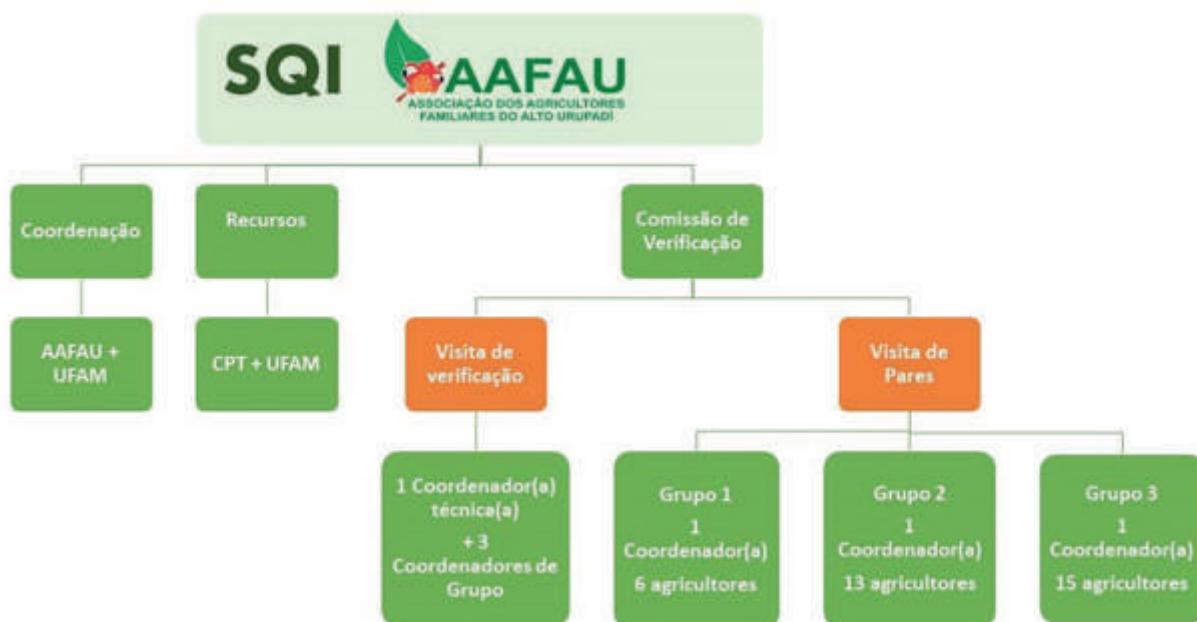
vo, colheita e beneficiamento de guaraná orgânico.

- Anotar o registro das atividades realizadas nos guaranazais no Caderno de Campo, com o objetivo de demonstrar o controle das atividades e garantir a rastreabilidade do produto fornecido pela propriedade. Quando o agricultor tiver mais de uma parcela certificada, serão numeradas as parcelas para facilitar o registro dos tratos culturais separadamente por área produtiva.
- Todos os membros devem ter seus barracões de torragem cercados (impedir a presença de animais domésticos) e com os seguintes materiais: tacho de barro e/ou ferro, gamela, paneiro, peneira e fumeiro, pilão de mão, bem como manter limpos os equipamentos e o local.
- Os *paneiros* e os sacos não podem entrar em contato com produtos químicos, pintura ou outros que possam contaminar o produto agrícola. Sempre que for colher, estas embalagens devem ser lavadas, com água limpa e detergente neutro e devem estar secas antes de realizar a colheita.
- Todos os membros devem ter suas ferramentas e equipamentos para o uso e não podem compartilhar (terçado, tesoura de poda, enxada, pá, carro de mão, foice, roçadeira, machado, bota, luva, chapéu e outros).
- Fazer um barracão específico para defumar os bastões de guaraná, de preferência com aproveitamento de árvores mortas.
- Antes da colheita, lavar os equipamentos com água limpa.
- O guaraná colhido deve ser amontoado em cima de assoalho limpo por até três dias para fermentação, que pode ser feita manual ou equipamento apropriado.
- É proibido pisar no guaraná para despolpar e nem o deixar no chão.
- Antes de cada torragem, lavar os equipamentos com água limpa.
- Guardar o guaraná torrado em sacos novos, de preferência de fibras naturais, como a juta.
- O saco de guaraná deve ser armazenado no Armazém comunitário. Neste local, o agricultor será identificado com o código único do sistema municipal de rastreabilidade de guaraná.
- Os armazéns comunitários devem ser um local organizado e limpo, ter monitoramento permanente de pragas e roedores.
- No local de armazenamento e na propriedade devem ser colocados os cartazes que indiquem ações relacionadas com a higiene pessoal.
- O armazém comunitário será de responsabilidade do grupo, que indicará uma coordenação de controle e segurança.
- A AAFAU designará uma coordenação responsável pela retirada dos sacos de gua-

raná do Armazém comunitário e transportará para a unidade de processamento na cidade de Maués.

- O membro que não levar o guaraná para o estoque comunitário, o guaraná não será recolhido pela AAFAU.
- O Sistema de Controle Interna da AAFAU (SQI) é responsável pela verificação dos problemas-chave e supervisão do Plano de Manejo Orgânico, de modo a garantir a qualidade orgânica do guaraná e a qualificação do grupo. Esse sistema pode ser visualizado pelo fluxograma a seguir (Figura 6).

Figura 6. Fluxograma do Sistema de Controle Interno da AAFAU.



Fonte: AAFAU (2019).

Controle de Produção

O controle da produção orgânica em nível comunitário é realizado pelos próprios agricultores, com a realização das visitas de pares. Os grupos são formados com agricultores de diferentes comunidades, que fazem visita em 100% das propriedades dos participantes do grupo para verificar se cada membro realizou as mudanças e está cumprindo todos os regulamentos técnicos e princípios previstos na legislação de orgânicos. Isso reduziu consideravelmente os riscos de contaminação das parcelas certificadas e tem contribuído para a adequação das estruturas de beneficiamento, com a realização de trabalhos coletivas para ampliação, adequação e reformas dos barracões de torragens do guaraná.

Controle de Qualidade

O controle da qualidade orgânica na região do Urupadí foi realizado pela Comissão de Verificação, sob a coordenação técnica do NUSEC, tendo como membros os 03 coordenadores dos grupos de agricultores e representantes de entidades parceiras. A comissão foi responsável pela visita de verificação para avaliação dos riscos de comprometimento da qualidade orgânica, com 01 visita anual, em 100% das propriedades certificadas.

No intervalo entre as Visitas de Verificação, a comissão realizava visitas de pares e capacitações dos membros, consistiam em intercâmbios, cursos, encontros, puxiruns e/ou trocas de experiência.

Organização de Armazenamento e Logística

A direção da AAFAU é responsável pelo estoque comunitário e o acompanhamento do processamento das unidades de processamento terceirizadas. Quanto ao produto, a AAFAU designa uma coordenação responsável pela retirada das sacas de guaraná dos armazéns comunitários. As sacas de guaraná torrados são novamente pesados para retirada de 400 gramas do produto, sendo 200 gramas para ser utilizado como contraprova e 200 gramas do peso dos sacos.

As sacas de guaraná são retiradas dos armazéns comunitários e transportadas em barco, conforme protocolo de transporte do guaraná orgânico da AAFAU, até a unidade de processamento, instalada na cidade de Maués.

A unidade de processamento é terceirizada pela AAFAU e possui um processo de certificação próprio. A AAFAU contratou o serviço da Cooperativa dos Produtores de Maués (COOPERMAUÉS) para a moagem e envase do guaraná. O pó de guaraná é envasado no dia da moagem em embalagens de 100 gramas, 500 gramas, 5 e 10 quilos. A COOPERMAUÉS é responsável pela rotulagem do guaraná em pó. Os rótulos trazem informações acerca da segurança e correta utilização e conservação do produto, além de indicar o peso, a data de envase, safra e lote de produção.

A experiência da construção coletiva dos armazéns comunitários tem permitido ao grupo uma organização para garantia da qualidade dos grãos, o que tem diminuído o risco de contaminação dos grãos.

Os agricultores também conseguiram adotar um sistema de rastreabilidade que tem permitido a identificação dos sacos com um número por produtor, que permite o controle da produção.

Avaliação das Propriedades pela Certificadora

Em 2019, a certificadora ECOCERT iniciou o processo de avaliação das propriedades, inspecionando 100% dos cultivos de guaraná, a fim de assegurar a conformidade orgânica do guaraná (Figura 7). Das propriedades selecionadas para certificação, 100% atenderam os critérios da certificadora, tornando-se mais organizadas para produção orgânica. Para Vriesman *et al.*, (2012), a Certificação por Auditoria torna a propriedade tecnicamente mais eficiente e organizada na produção orgânica.

Figura 7. Avaliação das propriedades pela certificadora.



Fonte: @photo.cadismo (2019).

Certificado de Conformidade Orgânica

Em 2020, após a realização das auditorias nas propriedades, a empresa constatou a capacidade do Sistema de Controle Interno da AAFAU de identificar e mitigar os riscos que comprometem a qualidade orgânica. Ao todo o processo de adequação a partir das auditorias contou com pelo menos 60 dias e a ECOCERT conferiu o certificado de conformidade orgânica para os 15 agricultores (Figura 8).

Figura 8. AAFAU recebeu os certificados de conformidade orgânica do guaraná para o mercado brasileiro.



Fonte: Cedido pelo AAFAU, 2019.

No primeiro momento a certificação orgânica surgiu da necessidade de se diferenciar do guaraná convencional e ampliar o acesso aos mercados. Os agricultores para obterem êxito na certificação em grupo, precisaram adequar a noção de grupo expresso na legislação e adequar aos conceitos nativos que se baseia nas relações de parentescos e grupos de interesse, constituindo um complexo processo de construções de sentido, nos termos de Gusmão e Carneiros (2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A certificação para grupos se integra em um esquema que garantiu mais eficiência e organização na produção orgânica, nos quais asseguraram o conhecimento da legislação orgânica, rastreabilidade e a gestão da propriedade.

O principal efeito dessa experiência foi a mobilização dos povos e comunidades tradicionais para implementação das melhorias necessárias para iniciar as mudanças sociais em suas unidades de produção. O resultado das mudanças sociais possibilitou um conjunto de saberes e práticas para produção orgânica, como a visitas de pares para diminuição dos riscos de contaminação das áreas de cultivo, o mutirão para implementar melhorias

nas unidades de produção, a rastreabilidade do processo produtivo, a gestão do armazém comunitário e a negociação com as empresas compradoras.

Ao que parece, com a certificação em grupo, abriu-se um grande leque de possibilidade de incorporação dos saberes ecológicos locais no controle social da qualidade orgânica. Em uma das fases deste processo de controle social, os agricultores realizam incursões nas unidades de produção dos seus pares, a fim de assegurar que estes estão condizentes com os critérios descritos nas regras comunitárias na produção orgânica do guaraná.

A certificação por auditoria foi viável para povos e comunidades tradicionais, desde que seja em grupo, o que possibilitaria a diminuição dos custos da certificação, diante de um cenário onde o serviço de assistência técnica para a agricultura orgânica ainda é inexistente no contexto da Amazônia brasileira.

Contudo, mais que ganho financeiro, o que está em jogo com a certificação orgânica é romper com a estrutura dos atravessadores que exploram secularmente os povos e comunidades tradicionais na Amazônia. Estes agentes da comercialização circulam na região disponibilizando suas mercadorias e levando o produto orgânico, porque os agricultores não dispõem de recursos financeiros durante a safra e acabam vendendo parte do produto para conseguir concluir a colheita.

Por fim, a certificação orgânica em grupo junto às comunidades tradicionais na amazônia brasileira valoriza as práticas tradicionais existentes de organização social, das trocas de experiências e da eliminação do uso do fogo, sem precisar passar pela lógica de pacotes de produtos químicos. É preciso ir alinhando o saber ecológico tradicional com as técnicas agroecológicas para o desenvolvimento da agricultura sustentável.

■ REFERÊNCIAS

1. ALTIERI, M. A. **Agroecologia:** a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 2004.
2. AUGÉ, M. **Não lugares:** introdução a uma antropologia da supermodernidade. Campinas: Papirus, 1994.
3. BECK, U. **Sociedade de risco:** rumo a uma outra modernidade. São Paulo: Editora 34, 2010.
4. CARDOSO, A. I. I., JOVCHELEVICH, P., MOREIRA, V. Nota: Produção de sementes e melhoramento de hortaliças para a agricultura familiar em manejo orgânico. **Revista NERA**, v. 14, n. 19, 2011.
5. CASTRO, A. P. et al. **Tecnologias Sustentáveis e Inclusão Social em Agroecologia e Produção Orgânica no Amazonas.** Manaus: Gráfica Moderna, 2019.

6. CARDOSO, T. M. **Etnoecologia, construção da diversidade agrícola e manejo da dinâmica espaço-temporal dos roçados indígenas no rio Cuiabá, baixo rio Negro, Amazonas.** Dissertação de Mestrado. Manaus, INPA/UFAM, 2008.
7. DELLAGNELO, E. H. L., SILVA, R. C. Análise de conteúdo e sua aplicação em pesquisa na administração. In: M. M. F. Vieira & D. M. Zovain (Orgs.). **Pesquisa qualitativa em administração: teoria e prática.** São Paulo: FGV, 2005. pp. 97-118.
8. FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa.** 3. ed. São Paulo: Artmed, 2009.
9. FRAXE, T. J. P.; MEDEIROS, C. M. **Agroecologia, Extensão Rural e Sustentabilidade na Amazônia.** Manaus: Fundação Universidade Federal do Amazonas, 2008.
10. GEERTZ, C. Uma Descrição Densa: por uma teoria interpretativa da cultura. In: **A Interpretação das Culturas.** Rio de Janeiro: LTC, 1989.
11. GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
12. GUSMÃO, L. A.; CARNEIRO, M.S. A Socioantropologia do Desenvolvimento e o Processo de Adoção de Inovações Tecnológicas: o caso das roças orgânicas na comunidade Três Poços. **Revista Raízes.** v.35, n.2, jul-dez, 2015.
13. GUZMÁN, E. V. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. **Agroecologia:** princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. pp.103-132.
14. JESUS, E. L. Diferentes abordagens de agricultura não-convencional: história e filosofia. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. **Agroecologia:** princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. pp.23-48.
15. MCCALLUM, C. Alteridade e sociabilidade Kaxinauá: perspectiva de uma antropologia da vida diária. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 13, 1998.
16. MEDAETS, J. P. P.; CECHIN, A. D. A ação coletiva como facilitador da inovação no manejo orgânico: o caso do Sistema Participativo de Garantia. **Estud. Soc. Agric.**, v. 27, n. 1, p. 118-136, 2019.
17. POSEY, D. A. Ethobiologia: teoria e prática. In: Ribeiro, B. (org). **Suma Etnológica Brasileira: Ethobiologia.** 3. Ed. Belém: UFPA, 1997.
18. POSEY, D. A. Interpretando e utilizando a “realidade” dos conceitos indígenas: o que é preciso aprender dos nativos? In: DIEGUES, Antonio Carlos; MOREIRA, André de Castro (Orgs.). In: **Espaços e recursos naturais de uso comum.** São Paulo: NUPAUB, 2001.
19. TRICAUD, S.; PINTON, F., PEREIRA, H. D. S. Saberes e práticas locais dos produtores de guaraná (*Paullinia cupana* Kunth var. *sorbilis*) do médio Amazonas: duas organizações locais frente à inovação. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, 11(1), 33-53, 2016.
20. VRIESMAN, A. et al. Assistência técnica e extensão rural para a certificação de produtos orgânicos da agricultura familiar. **Revista Conexão UEPG**, v. 8, n. 1, p. 138-149, 2012.

“

Aplicabilidade de resíduos da indústria sucroalcooleira como fertilizantes

I Vanessa M. M. **Menezes**
UFS

I Tammires L. C. **Santana**
UFS

I Breno F. **Menezes**
IFS

I Denise S. **Ruzene**
UFS

I Liamara **Perin**
IFS

I Daniel P. **Silva**
UFS

RESUMO

A demanda por práticas sustentáveis tem crescido de forma gradativa na agricultura e nos diversos processos industriais, que precisam procurar soluções eficazes em prol da proteção ao meio ambiente. Na agricultura, o uso de adubos químicos é necessário quando se deseja obter liberação rápida de material inorgânico para as plantas. Este manejo, apesar de ser eficaz quanto à produtividade da cultura de interesse, não pode ser considerado ecologicamente correto como quando comparado ao uso de adubos orgânicos, os quais tem como principal função a nutrição dos microrganismos presentes no solo que convertem a matéria orgânica em nutriente para as plantas. No caso dos processos industriais, em particular da indústria sucroalcooleira possui como meta o destino adequado da vinhaça e da torta de filtro, alguns de seus principais resíduos. Esses resíduos possuem quantidade de nutrientes vitais para o desenvolvimento das plantas. A vinhaça é rica em potássio e nitrogênio, enquanto a torta de filtro é conhecida por seu alto teor de fósforo, características desejáveis em biofertilizantes.

Palavras-chave: Fertilidade do Solo, Indústria Sucroalcooleira, Adubação, Torta de Filtro, Vinhaça.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos os descartes de resíduos oriundos das indústrias ocorreram de modo não controlado, sendo considerado como a etapa final de um processo industrial. Esse resíduo gerado acarretava malefícios para o ecossistema local devido à visão inerente à época, a qual não considerava esses efluentes como danosos ao meio ambiente. Com o passar dos anos e avanços na linha de pesquisa em prol à ambiental, leis ambientais foram criadas, e o setor industrial passou a ter a responsabilidade de tratar e até mesmo encontrar novos usos para seus resíduos.

Paralelamente, o início do processo de produção de compostos nitrogenados elevou o setor agrícola a uma produção em larga escala. Derivados da amônia, como a ureia, por exemplo, passaram a ser criados com o intuito de, entre outros fins, atender a grande demanda de alimentos necessários à população, sendo assim criados os conhecidos adubos químicos ricos em nitrogênio, fósforo e potássio, elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas.

Apesar do fornecimento imediato dos macronutrientes vitais ao crescimento e desenvolvimento de culturas agrícolas, os conhecidos adubos químicos não contribuem significativamente para a microbiota benéfica existente no solo. A inserção destes fertilizantes não provém o material orgânico adequado para que o solo obtenha a diversidade de nutrientes necessária, não apenas os macronutrientes, como também os micronutrientes, vitais para a saúde vegetal advindas da mineralização, provida pelos microrganismos. O que acaba ocorrendo é a “morte” deste meio, a favor do imediatismo da fertilidade do solo e obtenção de produtos oriundos da agricultura.

A adubação orgânica, por outro lado, proporciona os nutrientes necessários na forma orgânica, a qual é sintetizada e transformada em fonte inorgânica (minerais), de fundamental importância para o desenvolvimento das plantas naquele meio. Estes fertilizantes podem ser oriundos de diversas fontes, como: esterco de animais, restos de alimentos, ou até mesmo resíduos industriais, os quais estão ganhando cada vez mais destaque no cenário agroecológico.

Partindo deste princípio, o presente trabalho tem como objetivo correlacionar o crescimento da fertilidade do solo com o aumento da atividade microbiana no mesmo, por intermédio de um correto procedimento de adubação, identificando a importância de estudos com base em alguns dos principais resíduos da indústria sucroalcooleira, a vinhaça e a torta de filtro.

DESENVOLVIMENTO

Fertilidade do solo

O solo, quando usado para agricultura, fica sujeito aos efeitos das chuvas ácidas, erosão, acidificação por meio de adição de compostos inorgânicos nitrogenados e sequestro de cátions do meio após as colheitas (ADUGNA; ABEGAZ, 2016). Os compostos ocorrentes no solo, tanto na forma mineral quanto orgânica, reagem com a adição de fertilizantes orgânicos e/ou inorgânicos, reagindo estes com o meio e podendo promover a salinização do ambiente, aumento da matéria orgânica ou até mesmo a lixiviação do solo (FUESS; RODRIGUES; GARCIA, 2017). Ding et al. (2020) perceberam que, na cultura do trigo, o manejo realizado no solo é de extrema importância em interações de salinidade x adubos, salinidade x irrigação, adubos x irrigação, e salinidade, a qual promoveu variações em três ambientes distintos, em relação às propriedades físicas e químicas, pH, matéria orgânica, condutividade hidráulica, densidade e teores de nutrientes e macronutrientes disponíveis no solo.

Segundo estudo de Conti et al. (2016), o manejo do solo afeta a interação entre matéria orgânica e a dinâmica de estabilização do solo. A respiração basal (respiração do solo, descrição do nível da atividade microbiana), mineralização da matéria orgânica e teores de carbono solúvel em água são dependentes de fatores como teor de umidade do solo e material orgânico adicionado, este último não compensando os problemas causados pela seca quanto à mineralização de compostos orgânicos (BASTIDA; TORRES; GARCÍA, 2017). O uso de compostos orgânicos sob diversas formas pode ajudar na conservação do solo, isso por intermédio do aumento da capacidade de captura e liberação de nitrogênio proveniente da comunidade microbiana favorecida (PEREG et al., 2018). No estudo de García-Orenes et al. (2016), após avaliação por um período de 10 anos, foi observado que o uso de compostos orgânicos gerou maiores teores de nitrogênio total, fósforo orgânico e carbônico orgânico total, quando comparados com os teores encontrados com a adição de fertilizantes químicos.

A integração de constante adição de nutrientes em sistemas de cultivo, segundo Bashagaluke et al. (2018), favorece o aumento da produção agrícola e perda de nutrientes do solo, sendo que este último ocorre com aplicação conjunta do biocarvão e adubo químico. Em experimento de Bonanomi et al. (2020) foi relatado como o manejo influencia na química do solo, retratado nesse estudo pelo uso de tratamento orgânico, que promoveu aumento de teores de matéria orgânica e carbono orgânico maiores em única aplicação do que quando em uso frequente, além do aumento do nitrogênio total e potássio, enquanto que o fertilizante sintético utilizado gerou aumento de magnésio e sódio, além de diminuição de níveis de potássio, cálcio, matéria orgânica e carbono orgânico. Ding et al. (2020), após uso de fertilizante fosfatado em conjunto com lodo de esgoto ou esterco de curral, observaram

redução de salinidade e densidade do solo e aumento de níveis de matéria orgânica, macronutrientes e condutividade hidráulica.

O uso de coberturas vivas, orgânicas e inorgânicas, segundo Qu et al. (2019), podem aumentar o teor de umidade do solo, sendo a casca de pinheiro, composto de lixo verde e grama benéficos para densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade, enquanto que composto de lixo verde também teve grande destaque no crescimento dos teores nutricionais, o que pode ser atribuído ao crescimento da atividade microbiana do solo. A cobertura viva (braquiária), segundo Rodrigues et al. (2021), teve desempenho superior ao milheto no que diz respeito à reciclagem de fósforo, o qual forneceu fósforo total e incrementou os níveis de fósforo lábeis (disponíveis).

Redução de chuvas ácidas, segundo Chen et al. (2020), pode promover mudanças na fertilidade do solo, juntamente com variadas fertilizações e mudanças em sistemas de cultivo, sendo este último mais vantajoso quando sob forma de sistema de dupla rotação do que em sistemas de monocultivo contínuo, sendo observados fatores como teores de matéria orgânica, fósforo e potássio, os quais foram os principais fatores limitantes da fertilidade do solo. O preparo convencional quando convertido a plantio direto desenvolve, além de outras propriedades da fertilidade, o carbono orgânico total. Zhang et al. (2021b) observaram que o carbono orgânico total não efetivou qualquer modificação nos níveis de fósforo após preparo do solo e adição de fertilizante nitrogenado por período de 50 anos.

Manejo de baixa densidade, de acordo com experimento de Bai et al. (2020), influenciou no aumento de níveis de carbono do solo da vegetação com estande (vegetação de idade e composição iguais), assim como o desbaste seletivo, sendo ações a serem analisadas para conservação de plantações ou adições de carbono no solo, ou até mesmo crescimento da fertilidade do solo. O contrário foi observado por Adam et al. (2020), que com o aumento de densidade de plantio e aumento de fertilização proporcionou crescimento acima de 200% em produção agrícola, e que as técnicas de manejo, quando utilizadas, possuem melhor resposta em solos os quais apresentem menores teores de fertilidade.

O manejo pode promover mudanças ecológicas no solo, sendo os microrganismos existentes no meio os indicadores biológicos de sua acurácia (MAHARJAN et al., 2017). A prática de irrigação e adição de nitrogênio, segundo Su-Mei et al. (2020), acarreta no aumento de atividades enzimáticas, crescimento dos teores nutricionais e ainda incrementa a produção agrícola de grãos de trigo. A adição de adubo orgânico contribui de modo superior ao fertilizante sintético nos níveis de crescimento microbiano no solo (BONANOMI et al., 2020).

Fertilidade do solo x microbiota

De acordo com Wobeng et al. (2020), o manejo do solo é de extrema importância, pois em caso de solos intemperizados, onde há baixos níveis de nutrientes inorgânicos devido a sua ínfima capacidade de reter fertilizantes inorgânicos, o uso de nutrientes advindos de compostos orgânicos tem a capacidade de prover comunidade microbiana saudável, a qual gera aumento do ciclo biogeoquímico e, consequentemente, liberação de nutrientes. Resultados de análise de co-inércia, obtidos por Zhang et al. (2020a) mostraram a correlação altamente significativa, de forma positiva, entre grande número de parâmetros da microbiologia e de dados de fertilidade.

Zhao et al. (2016) notaram quão influenciadoras são as condições ambientais nos grupos microbianos e atividade microbiana do solo, em que fatores como água e nutrientes podem interferir na composição da comunidade ali presentes, além de afetar suas funções. De modo análogo, foram notados por Bastida, Torres e García (2017), que a seca não afetou à diversidade dos grupos fúngicos e de bactérias, porém mudou a composição microbiana daquele meio. Alterações nas funções microbianas, segundo Gorobstsova et al. (2016), podem comprometer a fertilidade e funções ecológicas do solo, por meio do comprometimento dos processos bioquímicos inerentes desses microrganismos.

Tao, Hu e Chu (2020) constataram que a constante utilização de fertilizantes promoveu alterações físico-químicas no solo, podendo esta aplicação frequente ser a razão de alterações na estrutura dos grupos microbianos lá presentes. Para Zhao et al. (2021) o uso de *Bacillus megaterium*, em conjunto com soluções reduzidas de fósforo e potássio, auxiliou no aumento da diversidade das comunidades fúngicas e de bactérias. No caso de microrganismos benéficos, foram identificados os *Nocardoides*, *Streotimyces*, *Sordariales* e *Hypocreales* como grupos que obtiveram aumento de suas taxas, além da redução do volume de *Xanthomonas* patogênicos.

Os fertilizantes minerais liberam nutrientes de modo veloz ao solo, enquanto que o uso de compostos orgânicos gera lenta liberação de nutrientes, através do processo de decomposição (CANARINI et al., 2016). Sun et al. (2015), em estudo comparativo entre adubos químicos e orgânicos, concluíram que a qualidade do solo é proporcional à diversidade microbiana, sendo os fertilizantes químicos, apesar de impactar com aumento de rendimento de colheita, são responsáveis pela diminuição da variedade de microrganismos presentes no solo. Barros et al. (2017), por meio do uso concomitante da vinhaça e torta de filtro em solo, notaram que houve aumento de macro e micronutrientes, em especial nitrogênio, ferro, zinco e fósforo, o que indicou como a atividade microbiana é influenciada pelos nutrientes ali presentes.

Em estudo realizado por período de 3 anos de Jezierka-Tys et al. (2020) foi observado comparativo entre sistema orgânico e convencional, no qual notou-se que o sistema orgânico promoveu crescimento e diversidade da comunidade microbiana aumentando, consequentemente, a fertilidade do solo, enquanto que o sistema convencional aumentou a população fúngica do sistema, podendo este aumento gerar impactos negativos, quanto à biodiversidade do ambiente e seu estado fitossanitário, devido a presença de organismos patógenos. Solanki et al. (2020) notaram que sistema de monocultivo promovia redução de comunidades microbianas do solo, ao contrário de sistemas em consócio, que gerou aumento na diversidade de microrganismos naquele meio.

Em pesquisa por período de 2 anos, Wang et al. (2020) observaram que o uso de diferentes corretivos produzidos com resíduos influenciaram na composição química do solo que, por sua vez, gerou alterações nas propriedades microbianas do meio, tendo como destaque os gêneros *Sphingomonas*, *Pedobacter*, *Intrasporangium*, *Flavobacterium*, *Chitinophaga*, *Romboutsia*, *Geobacter*, entre outros. Lu et al. (2020) após aplicação de biocarvão e resíduo de plantas constataram que houve crescimento na agregação do solo, que gerou crescimento microbiano e aumento das atividades enzimáticas, não ocorrendo diversidade microbiana, porém aumento das comunidades benéficas e decréscimo de fungos patógenos.

Para Benidire et al. (2021) o uso de corretivos constituídos por inoculantes bacterianos e compostos organominerais no solo propiciou melhorias em propriedades biológicas, físico-químicas e bioquímicas, promovendo aumento no desenvolvimento das plantas e resposta oxidativa além de, após 30 dias de iniciado o experimento, aumento de pH do solo para faixa aceitável (próximo ao neutro). De modo semelhante foi observado em pesquisa de Singh et al. (2020), onde observaram efeitos positivos no crescimento de plantas após uso de inoculantes microbianos, os quais geraram melhorias no solo para disposição de nutrientes e, quando em contato com a raiz das plantas, melhora de mecanismos moleculares.

Em sistema florestal, como avaliado por Koutika et al. (2020), foram observados que o aumento nos teores de carbono encontrados no solo poderiam estar sendo favorecidos devido aos altos níveis de atividade microbiana existente no local. De modo semelhante, Fan et al. (2020) notaram que houve maiores níveis de carbono orgânico do solo do que em solo agrícola de controle porém, quando adicionados nutrientes, o carbono orgânico do solo aumentava de acordo com as concentrações de nutrientes adicionados, sendo estes nutrientes então considerados como fator limitante da atividade microbiana ocorrente no meio.

Ainda em meio florestal, Moghimian et al. (2020) perceberam que no entorno das toras derrubadas houve diferença no teor de biomassa microbiana de acordo com a profundidade do solo, variedade da árvore, nível de decomposição das toras derrubadas e posição de amostragem, podendo a crescente degradação da madeira liberar nutrientes e,

consequentemente, aumentar a fertilidade do solo. Gómez-Acata et al. (2016) notaram que os altos teores de matéria orgânica e pH nos solos de floresta de estudo favoreceu comunidades bacterianas que melhor se adaptam a ambientes com altos teores de materiais orgânicos.

A biomassa microbiana é de grande valia no aumento do carbono organomineral, e sua composição é influenciada pela umidade e concentrações de nutrientes no solo e carbono orgânico particulado (CANARINI et al., 2016). Além disso, segundo Huang, Huang e Fang (2020), alto teor de CO₂ afeta as frações de carbono orgânico do solo e sua relação com as propriedades microbianas do solo em microzonas da rizosfera contendo metais pesados.

Para Soares et al. (2020), a decomposição de material orgânico é correlacionada com a nutrição do solo, o que os levou a considerar que a degradação da matéria orgânica do solo é realizada pela atividade microbiana do meio, podendo esta ser influenciada pela composição química do solo. A taxa de decomposição, segundo Ochoa-Hueso et al. (2020), é proporcional ao fator de estabilização, o qual sugere que quanto maior o quantitativo inicial de restos de plantas, maior a decomposição desse material, que será lentamente transformado através de processos bioquímicos.

O sistema intensivo de cultivo em áreas agrícolas, segundo Dogan et al. (2020), promove o decréscimo dos níveis de matéria orgânica do solo, podendo acarretar no decaimento da atividade microbiana, esta favorecida pela respiração do solo (CO₂). Por outro lado, foram observados por Adugna e Abegaz (2016) maiores níveis de matéria orgânica, pH, capacidade de troca iônica, nitrogênio total e cálcio e magnésio trocáveis, em áreas florestais e de pastagens em relação à terras cultivadas.

Adubo químico

Nos tempos primórdios, em que não havia extenso número de pessoas no mundo, o ser humano utilizava a terra para plantio até desgaste de seus nutrientes, seguindo então para novas terras férteis, o que tornou-se impraticável após elevado crescimento populacional, em que foi necessário a criação de novas tecnologias para suprir esse constante consumo, sendo possível então a obtenção de maiores rendimentos de plantio durante todo o ano, por intermédio do uso de fertilizantes químicos, os quais são produzidos industrialmente e, que possuem ao menos um nutriente necessário para o desenvolvimento da cultura em questão e que esteja de forma disponível (assimilável) e em concentrações conhecidas (UNIDO/IFDC, 1998).

Khanom et al. (2021) verificaram que os agricultores locais do distrito de Kushtia (Bangladesh) tem como principal tipo de cultura os vegetais, sendo utilizados diversos fertilizantes para aumento de sua produtividade, como ureia, potássio, fosfato e fosfato diamônio. O uso desses fertilizantes gerou aumento nos teores de amônio, nitrato, carbono orgânico

do solo total e nitrogênio total, quando comparados com as amostras controle, indicando assim a influência exercida pelo uso de adubos químicos no crescimento de comunidades microbianas em solo com cultura vegetal.

Aumento em número de bactérias após uso de adubo químico também foi observado por Li et al. (2021), em que o uso de fertilizante NPK [nitrogênio, fósforo e potássio] promoveu grande aumento na quantidade de bactérias oxidativas de amônia em culturas de milho e trigo. O uso de fertilizante NPK em conjunto com adubo orgânico gerou menor desenvolvimento de bactérias oxidativas de amônia quando comparado ao uso somente do fertilizante químico sem adição de adubo orgânico, em diferentes profundidades analisadas do solo.

A respiração heterotrófica, de acordo com Zhang et al. (2021a), teve alta após o uso de adubo químico em plantação de bambu, além de aumento de nitrogênio total e potássio disponível após uso do adubo em conjunto com o biocarvão. As análises de biomassa microbiana também revelaram incremento após uso de adubo químico (361 mg/kg) e adubo em conjunto com biocarvão (369 mg/kg), acima do controle, que obteve teor de biomassa microbiana em torno de 336 mg/kg.

De modo semelhante, Jiao et al. (2021) após avaliarem os efeitos da aplicação de adubo químico, adubo químico com composto orgânico, e composto orgânico isolado, perceberam que o adubo químico com composto orgânico e a aplicação de apenas adubo químico apresentaram os maiores teores de biomassa microbiana (54,46% e 47,66%), acima das amostras controle (solo sem aditivo) (36,59%). As plantas que receberam adubo químico absorveram teores similares de nitrogênio, maiores teores de fósforo e menores teores de potássio, quando comparadas com àquelas com aplicação do composto orgânico. Além disso, Yin, Sui e Huang (2021) perceberam que a combinação de adubo químico com inoculantes fúngicos promoveram o aumento dos teores de fósforo em mudas de berinjela e sorgo doce, quando comparado à amostra controle.

Dai et al. (2021) propuseram o uso de diferentes proporções entre adubos químico e orgânico com propósito de prover aumento no rendimento de arroz precoce e tardio, os quais obtiveram valores em torno de 8,3%, 4,5% e 6,4% para arroz precoce com uso de 30% N inorgânico + 70% N orgânico + PK, 70% N inorgânico + 30% N orgânico + PK, e 50% N inorgânico + 50% N orgânico + PK, respectivamente, enquanto tiveram para arroz tardio aumentos respectivos de 9,6%, 6,7% e 8,0% em comparação com o tratamento utilizando apenas fertilizante inorgânico, além de haver maior crescimento das atividades enzimáticas com aumento da porcentagem incutida de adubos orgânicos.

Após tratamento com uso de biocarvão e adubo químico durante período de 1 ano, a amostra controle que possuía pH de 4,94, obteve aumento para 5,18 com o uso do biocarvão e decréscimo para 4,62 com uso do adubo químico, este último não apresentando aumento

significativo para carbono orgânico no solo e estoque de carbono orgânico no solo, ao contrário do biocarvão, que obteve aumento de 9,9% para carbono orgânico do solo e 5,1% de estoque de carbono orgânico do solo (ZHANG et al., 2021a).

Ao contrário dos resultados obtidos por Zhang et al. (2021a), Fan et al. (2020) descobriram após uso de diferentes nutrientes em solos agrícolas e de floresta por período de 180 dias que quando foram testadas amostras de agregados de terras agrícolas com adubo químico sem a adição de palha, ocorria o aumento da mineralização do carbono orgânico do solo, sugerindo que esse aumento gera rápida deterioração do carbono orgânico no solo, sem obtenção de resíduo de cultura, sendo este problema contornado após a adição de palha.

Adubo orgânico

O adubo orgânico, também conhecido como fertilizante orgânico, é proveniente de qualquer material que possua natureza orgânica, podendo vir de esterco bovinos, suínos e de galinhas, além de esgoto humano, sendo excelentes fontes de fósforo e nitrogênio e com grande carga de matéria orgânica. Podem também ser originados de material vegetal, tendo como exemplo o “esterco verde”, especialmente leguminosas como trevos e alfafa, sendo então aradas fora da estação, para serem utilizadas como fonte de matéria orgânica disponível para outras plantas, promovendo diversas melhorias, além de aumento de nutrientes (CHIRAS, 2001).

O uso de adubos orgânicos mantém o rendimento promovido pelo solo e aumenta a fertilidade do solo, gerando a ciclagem de nutrientes e, consequentemente, transformações nas populações microbianas e seus processos, tendo o nitrogênio como influenciador para a fertilidade biológica e sustentabilidade naquele ambiente (GARCÍA-ORENES et al., 2016). Liu et al. (2021a) observaram um aumento de 3,9% no pH, além de aumento de 15,6% no carbono orgânico do solo, 8,3% para nitrogênio total, 2,0% para fósforo total, 3,1% para potássio total, 20,2% para nitrogênio disponível, 2,3% para fósforo disponível e 5,2% para potássio disponível após uso de adubo orgânico em solo.

Os elementos observados em maior concentração em adubo orgânico e solo observados por Margenat et al. (2020) foram cobre, boro, zinco, bário, manganês e estrôncio, sendo que os teores de zinco e cobre foram muito maiores do que as obtidas por meio da adubação química em plantação de alfaces. Quando os adubos químico e orgânico foram combinados, segundo Ning et al. (2021), ocorreu grande aumento no índice de fertilidade do solo, em relação a amostra controle e à aplicação fertilizante químico, nos 4 locais onde foram testados, alcançando valores mínimos de 57,66% e máximo de 129,50%. Morugán-Coronado et al. (2019), obtiveram altos teores de carbono orgânico total e nitrogênio total, quando os fertilizantes orgânicos foram comparados com o fertilizante químico em seu experimento.

A utilização de resíduos bio-orgânicos (grão gasto e inoculação de sementes de *azospirillum*) de modo crescente modificaram de modo significativo sementes após semeadura em período de 10 a 21 semanas, modificando propriedades químicas como relação C:N, relação N:P, nitrogênio total, fósforo, carbono orgânico do solo, ferro, zinco, manganês, cobre e boro. A utilização desses resíduos em condições ótimas possuem a capacidade de gerar aumento na mineralização do solo, devido ao crescimento de nutrientes cedidos por eles e aumento nas atividades enzimáticas no solo (HAFEZ; POPOV; RASHAD, 2021).

El-Mogy et al. (2020) obtiveram excelentes resultados após aplicação de esterco de coelho em seus experimentos, com aumento de teores de carbono orgânico de 27,4% no primeiro ano e 27,3% no segundo ano, níveis de nitrogênio de 1,6% no primeiro ano e 1,4% no segundo ano, e maiores teores de carbono orgânico do solo e nitrogênio orgânico do solo em relação a esterco de galinha, composto e adubo orgânico. A fertilidade do solo de experimento de Conz et al. (2021) foi mantida por período de 2 safras por meio somente de aplicação de esterco de aves e inserção de biomassa de ervas daninhas, de modo contrário à quando ocorria co-aplicação de esterco de aves e feijão caupi, que promoveram teores excessivos de nitrogênio no solo analisado.

O uso da vermicompostagem promove baixa relação C:N e elevados valores nutricionais, tendo a criação do composto feito a partir do esterco de porco e adicionadas minhocas para fabricação do vermicomposto, este apresentando um composto de qualidade superior aos compostos criados tradicionalmente e de grande valia para o crescimento de plantas, sendo considerada uma boa solução para os resíduos orgânicos (RAZA et al., 2021). Khan et al. (2021) criaram compostos com diferentes quantidades de torta de semente *Eruka sativa*, turfa de frango e torta de moringa oleífera, os quais resultaram nos melhores teores de nitrogênio, fósforo, potássio, zinco e ferro, quando comparados ao adubo químico, além de valores de pH e condutividade elétrica influenciados pelas concentrações dos compostos, tendo valores de condutividade elétrica entre 240 e 280 µS/cm, quando comparados ao controle (230 µS/cm).

Suleiman et al. (2018) observaram que a aplicação de diversos rejeitos orgânicos mudou as estruturas microbianas e suas respectivas funções, tendo particularidade em seu estudo o crescimento da microbiota dependente do metabolismo de nitrogênio. Para Urra et al. (2020), em relação aos fertilizantes químicos, o uso de aditivos orgânicos gerou aumento significativos da respiração basal do solo e da biomassa microbiana, além de crescimento nas atividades da arilsulfatase e níveis de nitrogênio com potencial para serem mineralizáveis.

As propriedades microbianas do solo podem atuar como grandes indicativos de possíveis transformações biológicas ocorrentes em ecossistemas florestais (KOOCH; MEHR; HOSSEINI, 2020). O uso prolongado da combinação entre adubos orgânicos e inorgânicos,

segundo Ning et al. (2021), modificou de modo significativo a estrutura microbiana do grupo fúngico saprotrófico e aumento nos quantitativos desses fungos, quando comparados ao uso apenas do adubo químico, sendo este crescimento a razão pouco provável de surgimento de microrganismos patógenos no ambiente devido ao índice de fertilidade do solo e às proporções, em especial, entre C:N e N:P.

Haque et al. (2019) perceberam que o uso de matéria orgânica sob diferentes fontes gerou maior rendimento de grãos durante as duas estações utilizadas em experimento do que quando comparados com o uso de fertilizantes inorgânicos nas mesmas condições, além de contribuir com a saúde do solo e do meio ambiente. Margenat et al. (2020), apesar de observarem teores de fertilidade semelhantes para os adubos orgânicos utilizados, obtiveram maiores rendimentos em cultivo de alface após uso de lodo de esgoto, quando comparados ao uso de esterco suíno e resíduos orgânicos sólidos municipais.

Em experimento comparativo entre adubo químico e orgânico em cultura de arroz, Liu et al. (2021a) perceberam que o uso de adubo orgânico teve aumento significativo de biomassa total em período de aumento de grãos (2,7%) e amadurecimento de grãos (4,5%), não tendo diferença significativa em relação ao fertilizante químico nos valores de acúmulo de biomassa total durante o estágio de desbaste. Apesar disso, os maiores valores de redução de biomassa total obtida pelos adubos orgânicos foram durante a fase de perfilhamento, com teor de 3,9%.

Quando aplicados durante longo período de tempo, os fertilizantes orgânicos podem acionar bactérias que são responsáveis pela mineralização do fósforo orgânico, como *Streptomyces*, *Nocardia* e *Gordonia*, o mesmo não acontecendo após a adição contínua de aditivos químicos, os quais podendo coibir o desenvolvimento de grupos de bactérias funcionais phoD-harboring (LIU et al., 2021b). Para El- Mogy et al. (2020), a adição de adubos orgânicos apresentaram aumento na população de fungos e bactérias durante todas os períodos de amostragem, diferindo das amostras contendo apenas adubos químicos.

A influência da adição de aditivo orgânico é notada no experimento de Zhang et al. (2020a), em que o uso de biocarvão aumentou o carbono orgânico do solo, carbono orgânico labil e a presença de *Actinomyces*, acarretando na diminuição significativa da proporção bactérias/*Actinomices* e fungos/*Actinomices*. De modo semelhante, Ullah et al. (2020) perceberam que o uso do biocarvão pode alterar o pH e a comunidade microbiana do meio, influenciando assim no crescimento ou não de plantas, sendo essa correlação com as bactérias o indício de que o aumento no uso de biocarvão gera crescimento da população bacteriana no solo e, consequentemente, interferindo nas propriedades físico-químicas.

O uso de bactérias no solo, de acordo com Wang et al. (2021), foi significativo na adição de nutriente e sua estabilidade, apresentando maiores níveis nutricionais do que as

amostras não inoculadas. O nível médio de inoculação com uso da *Bacillus megaterium* e *Pseudomonas fluorescens* incrementaram os teores de fósforo disponível no solo, e a inoculação em alto nível com *Azospirillum brasilense* e *Azotobacter chroococcum* proporcionaram aumento de nitrogênio disponível no solo.

Resíduos industriais

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas a respeito da aplicação dos resíduos industriais, como o caso do cromo (III) e amônio nitrogenado a partir do lodo de curtume (KONG et al., 2020) e tratamento da lama vermelha advinda da produção de óxido de alumínio (LYU et al., 2021). Nas agroindústrias tem-se como exemplos o uso da *Saccharomyces cerevisiae* advinda do soro do leite para a produção de bioetanol (BENIWAL et al., 2021), uso do bagaço gerado em indústria de suco de maçã como adsorvedor de azul de metileno (BONETTO et al., 2021), sementes de açaí como subproduto para indústrias, devido às fibras, lipídeos e antioxidantes presentes em sua constituição (MELO et al., 2021), ou até mesmo o bagaço da cana-de-açúcar, na conversão de sua biomassa lignocelulósica em açúcar (LUCAS et al., 2021).

Em relação a adubação, Chow e Pan (2020) criaram biossólido, obtido por meio do tratamento térmico e do pH do lodo de esgoto que, quando adicionado a 10%, apresentou altos teores nutricionais e de crescimento em cultura de milho e cenoura, além de nenhuma presença de metais pesados no meio devido ao tratamento prévio. A adição de lodo de esgoto em composto de bioresíduo, usado por Picariello et al. (2021), promoveu crescimento da biomassa microbiana, matéria orgânica, atividade enzimática e atividade microbiana do solo, comprovando, deste modo, impacto positivo na qualidade biológica do solo.

Um outro exemplo de biorresíduo agroindustrial estudado é o lodo de abate de aves, avaliado durante 2 anos por Ozdemir et al. (2021), em que foi constatado seu benefício no quantitativo de nutrientes, redução do pH do solo, aumento dos teores de matéria orgânica, além do incremento da produção de grão-de-bico, maximizando produção de biomassa e de grãos. Outro biorresíduo desse tipo foi usado por Erana, Tenkegna e Asfaw (2019), os quais criaram um composto englobando resíduos de matadouros, indústria de processamento de vegetais, farinha de ossos e serragem de indústria. Este biorresíduo aumentou o pH, além de elevar os teores de carbono orgânico, nitrogênio, umidade e macronutrientes, e também resultou no aumento significativo de microrganismos (fungos e bactérias) e, consequentemente, efeitos benéficos na cultura utilizada (cebola), como circunferência do caule, pesos dos bulbos e rebentos da cebola.

No caso de combinação entre biofertilizante e lodo de estação de tratamento de efluentes, conforme apresentado por Jambhulkar e Kumar (2019), o resultado foi positivo em

comparação ao resíduo de minas de carvão, diminuindo de forma significativa os teores de metais pesados como zinco (49%), ferro (50%), cobre (47%), cromo (43%), chumbo (40%), manganês (50%), cádmio (35%) e níquel (51%). A presença de cromo nas mais diversas partes da planta *Euphorbia* (coletada em Azad Jammu e Kashmir, Paquistão), segundo Jabbar et al. (2019), indica que esse resíduo industrial é um fitorremediador que pode ser utilizado no caso de poluentes em solos.

Indústria sucroalcooleira: torta de filtro e vinhaça

Diversos estudos são realizados com o intuito de obter etanol e açúcar sob as mais diversas matérias-primas, como por uso da batata doce (SCHWEINBERGER et al., 2020), batata (SURESH et al., 2020) e sorgo doce (NAOURA et al., 2020). Dentro deste contexto, e de modo específico com a indústria sucroalcooleira, a produção de etanol e açúcar por meio do uso da cana-de-açúcar (COSTA et al., 2021; SPERANÇA; NASCIMENTO; PEREIRA, 2021) geram diversos resíduos, tendo como exemplos a palha de cana-de açúcar (RENCORET et al., 2017), bagaço da cana-de-açúcar (ALBARELLI et al., 2014), vinhaça (BERNAL et al., 2017) e torta de filtro (SUA-IAM; MAKUL, 2017).

O bagaço da cana-de-açúcar é obtido por meio do processo de extração do sumo da cana-de-açúcar, tendo como fatores influenciadores de sua composição o solo onde foi cultivada a cana-de-açúcar, até procedimentos operacionais de forma de extração da pala antes do corte, colheita, transporte e até mesmo limpeza da matéria-prima (RABELO; COSTA; ROSSEL, 2015).

Além das operações realizadas antes da chegada até a indústria, a torta de filtro, obtida da produção de açúcar e/ou etanol após a destilação da cana-de-açúcar, também sofre influência do grau de extração do sumo da cana, quantitativo de cal utilizada e variações na metodologia durante as operações unitárias de clarificação e filtração (SANTOS et al., 2020).

A vinhaça, por sua vez, é um subproduto obtido na produção do etanol por meio do processo de destilação, sendo produzido cerca de 12 litros de vinhotto por cada litro de etanol produzido, de composição constituída, basicamente, de água, matéria orgânica e sais inorgânicos (CASTRO et al., 2019).

Torta de filtro

Segundo a Usina Coruripe (2019), foram gerados no ano agrícola de 2018/2019 cerca de 381.098 ton de torta de filtro, o equivalente a 0,8 kg de torta/L de etanol, sendo 3.345 ton de adubo químico substituído por esse subproduto. Apesar da torta de filtro possuir bons teores de N, P₂O₅ e K₂O, de acordo com Moore, Nogueira e Kulay (2017), ela não possui o mesmo impacto do que a vinhaça, isso por ser um resíduo com menor produção industrial.

O teor de matéria orgânica da torta de filtro é dependente do solo, clima, variedade da cana-de-açúcar empregada, estágio de maturidade, entre outros (SANTOS et al., 2016). Os níveis de macronutrientes e micronutrientes são altamente influenciados pelo teor de matéria orgânica, a qual atua como dispositivo armazenador de nutrientes, favorecendo assim a nutrição das plantas por meio da torta de filtro (VASCONCELOS et al., 2020), além de influenciar na retenção de metais potencialmente tóxicos (SANTOS et al., 2016).

A aplicação da torta de filtro promove o aumento da atividade microbiana e, como consequência, promove a síntese dos ácidos orgânicos (BORGES et al., 2019). Além disso, gera aumento da biomassa microbiana (CREMONEZI et al., 2018), com desenvolvimento de bactérias e fungos (ACEVEDO-GÓMEZ et al., 2020), e crescimento de plantas (ARRUDA et al., 2019). Em experimento de 110 dias, Caione et al. (2020) observaram que a torta de filtro promoveu aumento microbiano superior aos compostos fosfatados utilizados, independente de receber adição ou não do biofertilizante de turfa líquida, após 45 dias após aplicação em início do estudo.

A torta de filtro pode ser utilizada para a extração do ácido húmico, e sua extração tem a capacidade de ser potencializada com o uso de vinhaça (BEHRAVAN et al., 2020). Outra possível aplicação para a torta de filtro pode ser observada em estudo de Raimondo et al. (2020), o qual utilizou a torta de filtro em consonância com actinobactérias para promover a remoção do lindando (composto usado como pesticida), encontrando melhores resultados por meio de torta de filtro de baixo teor de umidade.

Santos et al. (2016) estudaram o uso de torta de filtro de diferentes regiões do Brasil em sistemas mono e multi-elementais os quais demonstraram propriedades adsorptivas, restando mais de 90% de metais potencialmente tóxicos (Cr III, Ni II, Pb II, Cu II e Cd II). Santos et al. (2018), por intermédio da interação entre a matéria orgânica (obtida da torta de filtro) e metais potencialmente tóxicos (Cr III, Ni II, Pb II, Cu II e Cd II) observaram que 60 minutos é o tempo mínimo necessário para adsorção desses metais, independente de sua massa e de qual torta de filtro seja utilizada.

A torta de filtro, quando transformada em matéria-prima para a fabricação de compostos organominerais fosfatados pode ser opção, em substituição aos adubos químicos (BORGES et al., 2019), favorecendo a preservação do meio ambiente da produção de efluentes da indústria alcooleira (MOORE; NOGUEIRA; KULAY, 2017). Como fonte natural de fósforo, a aplicação da torta de filtro é vantajosa no cultivo da cana-de-açúcar (CREMONEZI et al., 2018), promovendo o crescimento de bactérias solubilizadoras de fosfato (CAIONE et al., 2020).

Vinhaça

O Brasil é líder mundial em produção de etanol advindo da cana-de-açúcar, com crescimento ascendente, produzindo cerca de 30,7 bilhões de litros no ano de 2018 (INTERNATIONAL SUGAR ORGANIZATION, 2019). A média de produção de vinhaça é de 12 litros de vinhaça/ litro de etanol, sendo a estimativa de 540 bilhões de litros de vinhaça no ano de 2030 (UNICA, 2020).

A vinhaça é um resíduo líquido, de coloração marrom escura e que possui um odor característico caramelizado (SHINDE et al., 2020), pode ser também obtida por matérias-primas como uva (SOUSA et al., 2019), beterraba (HARIRCHI et al., 2020), milho e cana-de-açúcar (FUESS; RODRIGUES; GARCIA, 2017). Os elementos químicos presentes em sua composição variam de acordo com a composição da matéria prima utilizada e pelo processo industrial empregado (SHINDE et al., 2020).

A vinhaça de cana-de-açúcar é comumente associada ao seu baixo pH (ALBANEZ et al., 2018; CORREIA et al., 2017; GARCIA et al., 2017) e altos teores de potássio (CORREIA et al., 2017; GARCIA et al., 2017; SULEIMAN et al., 2018), demanda química de oxigênio (DQO) e demanda biológica de oxigênio (DBO) (CORREIA et al., 2017; GARCIA et al., 2017; FERREIRA et al., 2011).

Silva et al. (2018) ao compararem a aplicação de adubo inorgânico com vinhaça, torta de filtro e bagaço de cana-de-açúcar obtiveram altos teores de sódio (em torno de $21,4 \pm 1,15$ g/kg para vinhaças A e B) e potássio (em torno de $106,5 \pm 49$ g/kg para vinhaças A e B), em relação ao adubo inorgânico, além de altos teores de potássio para a torta de filtro ($37,2 \pm 0,69$ g/kg de torta de filtro A). Esse aumento no teor de potássio também foi notado por Lourenço et al. (2020), além do aumento de teores de carbono e nitrogênio orgânicos.

O caráter ácido e a presença de metais em sua composição podem ser o motivo de sua toxicidade, podendo ser detectados metais como manganês, níquel, cobre (GARCIA et al., 2017), alumínio, ferro, zinco (SOUSA et al., 2019), chumbo, arsênio (COLIN et al., 2016), cromo e bário (CORREIA et al., 2017). Em estudo de González e Mejía (2015), em que avaliou-se o efeito gerado pela fertirrigação com uso da vinhaça durante 50 anos, confirmou-se a contaminação do lençol freático da região do México por altos níveis de manganês, presente no solo por meio da oxidação da matéria orgânica.

Esse resíduo quando lançado ao meio ambiente pode trazer grandes riscos, principalmente nos solos (FUESS; RODRIGUES; GARCIA, 2017). A salinidade, segundo Sanchez-Lizarraga et al. (2018), é a principal desvantagem da vinhaça, a qual pode prejudicar a mineralização do potássio e fósforo. O risco de salinização do solo pode ser acarretado por teores de potássio, encontrados na vinhaça, acima dos níveis necessários para crescimentos das

culturas (FUESS; GARCIA; ZAIAT, 2018), além de altos teores de sulfato, podendo assim a adição de calcário contribuir para esse efeito colateral (CORREIA et al., 2017).

Uma opção para redução dos riscos que a vinhaça causa ao meio ambiente é por intermédio de seu uso para a produção de biogás, em processos como digestão anaeróbica (NADALETI et al., 2020; MADALENO et al., 2020), cavitação hidrodinâmica (NAGARAJAN; RANADE, 2020) e co-digestão anaeróbia (MENG et al., 2020). A utilização da co-digestão anaeróbia com uso da vinhaça também pode ser utilizada para a produção de biohidrogênio (ALBANEZ et al., 2018).

Há diversas formas de tratamento da vinhaça como eletrocoagulação (SYAICHURROZI et al., 2020), nanofiltração, osmose reversa (MAGALHÃES et al., 2020) e uso de microorganismos (HARIRCHI et al., 2020; NAIR; TAHERZADEH, 2016; REIS et al., 2020; FERREIRA et al., 2011).

O uso da bactéria *Aeribacillus pallidus* pode auxiliar na redução de metais pesados e sólidos totais contidos na vinhaça (HARIRCHI et al., 2020). Enquanto que, a biodegradação da vinhaça por meio do fungo *Pleurotus sajor-caju* pode contribuir na redução de diversos fatores como cor, turbidez, demanda química de oxigênio, demanda biológica de oxigênio, sólidos totais, fenóis e condutividade elétrica, diminuindo assim a sua toxicidade (LOURENÇO et al., 2011).

Segundo Magalhães et al. (2020), o uso dos processos de nanofiltração ou osmose reversa pode transformar o uso da vinhaça tratada em material sustentável, podendo ser reutilizado para a fertirrigação. Silva, Moravia e Couto (2020) notaram que a água de reuso do sistema do processo de nanofiltração-ultrafiltração pode ser aplicada ao solo com menor custo de transporte que a vinhaça bruta, pois trata e concentra esse resíduo.

A junção de matrizes poliméricas (quitosana e pictina) com vinhaça auxilia na diminuição da evaporação, sendo uma boa opção para solos arenosos, além da incorporação de ferro e manganês nesses polímeros (CERRI et al., 2020). Por outro lado, o uso das bactérias *Bacillus subtilis* e *Bacillus pumilus* tem como benefícios a diminuição dos efeitos negativos da vinhaça e o aumento da fertilidade do solo (SANTOS; KANDASAMY; RIGOBELO, 2018).

Pelo uso da vinhaça é possível selecionar as comunidades microbianas do solo (DURRER et al., 2017), inclusive de fungos (NAIR; TAHERZADEH, 2016; LOURENÇO et al., 2020) influenciando em seu crescimento (NAVARRETE et al., 2015). Além disso, a vinhaça é um potencial biofertilizante para o solo devido aos altos teores de nitrogênio, dificilmente necessitando de algo para auxiliar no crescimento microbiano (COLIN, 2016). Em experimento de Suleiman et al. (2018) foi observado que o uso da vinhaça modificou a comunidade microbiana após uma semana desde sua aplicação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elevada produção de vinhaça e torta de filtro oriundos da indústria sucroalcooleira gera preocupação quanto ao seu descarte. Este trabalho demonstrou que o uso desses resíduos na agricultura é bastante promissor em especial quando relacionado a preocupações com a fertilidade e microbiota do solo. A torta de filtro é rica em fósforo e a vinhaça é rica em nitrogênio e potássio, os três principais macronutrientes necessários para a saúde da planta. O fato da torta de filtro ser considerado bom adsorvente pode ser uma possibilidade em relação ao potencial tóxico da vinhaça pela presença de metais, sendo este mais um ponto positivo quanto ao seu uso combinado. Apesar de lenta liberação de nutrientes quando no uso de adubos orgânicos, a aplicação desses resíduos, se realizado de modo apropriado, pode acarretar benefícios para a indústria, o agricultor e a sociedade como um todo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro de agências brasileiras de fomento à pesquisa como CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) sob o Código Financeiro 001, fundação brasileira do Ministério da Educação (MEC), CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), fundação brasileira associada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e à FAPITEC/SE (Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe).

■ REFERÊNCIAS

1. ACEVEDO-GÓMEZ, R. et al. Soil Quality of Ananas comosus Cultivation Land in the Papaloapan Basin Region of Mexico after Wastes Addition as Fertilizer Supplement. **Agriculture**, v. 10, p. 173–184, 2020.
2. ADAM, M. et al. Which is more important to sorghum production systems in the Sudano-Sahelian zone of West Africa: Climate change or improved management practices? **Agricultural Systems**, v. 185, p. 102920, 2020.
3. ADUGNA, A.; ABEGAZ, A. Effects of land use changes on the dynamics of selected soil properties in northeast Wellega, Ethiopia. **Soil**, v. 2, p. 63–70, 2016.
4. ALBANEZ, R. et al. Feasibility of biohydrogen production by co-digestion of vinasse (sugarcane stillage) and molasses in an ANSBBR. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 35, n. 01, p. 27–41, 2018.
5. ALBARELLI, J. Q. et al. Thermo-economic optimisation of integrated ethanol and methanol production in the sugarcane industry. **Chemical Engineering Transactions**, v. 39, p. 1741–1746, 2014.

6. ARRUDA, B. et al. The impact of sugarcane filter cake on the availability of P in the rhizosphere and associated microbial community structure. **Soil Use and Management**, v. 35, p. 334–345, 2019.
7. BAI, Y. et al. Selective thinning and initial planting density management promote biomass and carbon storage in a chronosequence of evergreen conifer plantations in Southeast China. **Global Ecology and Conservation**, v. 24, p. e01216, 2020.
8. BARROS, V. G. et al. Improved methane production from sugarcane vinasse with filter cake in thermophilic UASB reactors, with predominance of Methanothermobacter and Methanosaerica archaea and Thermotogae bacteria. **Bioresource Technology**, v. 244, p. 371–381, 2017.
9. BASHAGALUKE, J. B. et al. Soil nutrient loss through erosion: Impact of different cropping systems and soil amendments in Ghana. **PLoS ONE**, p. 1–17, 2018.
10. BASTIDA, F. et al. The impacts of organic amendments: Do they confer stability against drought on the soil microbial community? **Soil Biology and Biochemistry**, v. 113, p. 173–183, 2017.
11. BEHRAVAN, H. R. et al. Chemical and spectroscopic characterization of humic acids extracted from filter cake using different basic solutions. **Sugar Tech**, v. 22, n. 2, p. 311–318, 2020.
12. BENIDIRE, L. et al. Synergistic effect of organo-mineral amendments and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on the establishment of vegetation cover and amelioration of mine tailings. **Chemosphere**, v. 262, p. 127803, 2021.
13. BENIWAL, A. et al. Harnessing the nutritional potential of concentrated whey for enhanced galactose flux in fermentative yeast. **LWT**, v. 141, p. 110840, 2021.
14. BERNAL, A. P. et al. Vinasse biogas for energy generation in Brazil : An assessment of economic feasibility , energy potential and avoided CO₂ emissions. **Journal of Cleaner Production**, v. 151, p. 260–271, 2017.
15. BONANOMI, G. et al. Repeated applications of organic amendments promote beneficial microbiota, improve soil fertility and increase crop yield. **Applied Soil Ecology**, v. 156, p. 103714, 2020.
16. BONETTO, L. R. et al. Removal of methylene blue from aqueous solutions using a solid residue of the apple juice industry: Full factorial design, equilibrium, thermodynamics and kinetics aspects. **Journal of Molecular Structure**, v. 1224, p. 129296, 2021.
17. BORGES, B. M. M. N. et al. Organomineral phosphate fertilizer from sugarcane byproduct and its effects on soil phosphorus availability and sugarcane yield. **Geoderma**, v. 339, p. 20–30, 2019.
18. CAIONE, G. et al. Phosphorus sources combined with doses of organic compost increased the population of soil microorganisms and P level in the soil and plant and the dry matter of sugarcane. **Sugar Tech**, 2020.
19. CANARINI, A. et al. Soil microbial community resistance to drought and links to C stabilization in an Australian grassland. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 103, p. 171–180, 2016.
20. CASTRO, R. E. N. et al. Assessment of sugarcane-based ethanol production. In: BASSO, T. P. **Fuel ethanol production from sugarcane**. London: Intechopen, 2019.

21. CERRI, B. C. et al. Evaluation of new environmental friendly particulate soil fertilizers based on agroindustry wastes biopolymers and sugarcane vinasse. **Waste Management**, v. 108, p. 144–153, 2020.
22. CHEN, S. et al. Spatial and temporal changes of soil properties and soil fertility evaluation in a large grain-production area of subtropical plain, China. **Geoderma**, v. 357, p. 113937, 2020.
23. CHIRAS, D. D. **Environmental science**: creating a sustainable future. 6 ed. Sudbury, MA : Jones and Bartlett, 2001.
24. CHOW, H. Y.; PAN, M. Fertilization value of biosolids on nutrient accumulation and environmental risks to agricultural plants. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 231, p. 578, 2020.
25. COLIN, V. L. et al. Potential application of a bioemulsifier-producing actinobacterium for treatment of vinasse. **Chemosphere**, v. 144, p. 842–847, 2016.
26. CONTI, G. et al. Altered soil carbon dynamics under different land-use regimes in subtropical seasonally-dry forests of central Argentina. **Plant and Soil**, v. 403, n. 1–2, p. 375–387, 2016.
27. CONZ, R. F. et al. Soil fertility maintenance with organic amendments to orange fleshed sweetpotato. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 8, 2021.
28. CORREIA, J. E. et al. Comet assay and micronucleus tests on *Oreochromis niloticus* (Perciforme : Cichlidae) exposed to raw sugarcane vinasse and to phisicochemical treated vinasse by pH adjustment with lime (CaO). **Chemosphere**, v. 173, p. 494–501, 2017.
29. COSTA, M. V. A. et al. Ultrabrix: A device for measuring the soluble solids content in sugarcane. **Sustainability**, v. 13, p. 1227, 2021.
30. CREMONEZI, A. C. T. L. et al. Responses of microbial biomass, available phosphorus, and sugarcane yield after filter cake amendment in a tropical soil. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 4, p. 552–556, 2018.
31. DAI, X. et al. Partial substitution of chemical nitrogen with organic nitrogen improves rice yield, soil biochemical indicators and microbial composition in a double rice cropping system in south China. **Soil and Tillage Research**, v. 205, n. 12, p. 104753, 2021.
32. DING, Z. et al. The integrated effect of salinity, organic amendments, phosphorus fertilizers, and deficit irrigation on soil properties, phosphorus fractionation and wheat productivity. **Scientific Reports**, v. 10, p. 2736, 2020.
33. DOĞAN, K. et al. Spatial distribution of microbial activities in Arsuz plain soils (Hatay, Turkey). **Arabian Journal of Geosciences**, v. 13, p. 581, 2020.
34. DURRER, A. et al. The drivers underlying biogeographical patterns of bacterial communities in soils under sugarcane cultivation. **Applied Soil Ecology**, v. 110, p. 12–20, 2017.
35. EL-MOGY, M. M. et al. Comparative effects of different organic and inorganic fertilisers on soil fertility, plant growth, soil microbial community, and storage ability of lettuce. **Agriculture (Poľnohospodárstvo)**, v. 66, n. 3, p. 87–107, 2020.
36. ERANA, F. G.; TENKEGNA, T. A.; ASFAW, S. L. Effect of agro industrial wastes compost on soil health and onion yields improvements: study at field condition. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, v. 8, p. 161–171, 2019.

37. FAN, R. et al. Carbon sequestration in aggregates from native and cultivated soils as affected by soil stoichiometry. **Biology and Fertility of Soils**, v. 56, p. 1109–1120, 2020.
38. FERREIRA, L. F. R. et al. Evaluation of sugar-cane vinasse treated with Pleurotus sajor-caju utilizing aquatic organisms as toxicological indicators. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 74, p. 132–137, 2011.
39. FUÉSS, L. T.; GARCIA, M. L.; ZAIAT, M. Seasonal characterization of sugarcane vinasse: Assessing environmental impacts from fertirrigation and the bioenergy recovery potential through biodigestion. **Science of the Total Environment**, v. 634, p. 29–40, 2018.
40. FUÉSS, L. T.; RODRIGUES, I. J.; GARCIA, M. L. Fertirrigation with sugarcane vinasse: Foreseeing potential impacts on soil and water resources through vinasse characterization. **Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering**, v. 52, p. 1063–1072, 2017.
41. GARCÍA-ORENES, F. et al. Organic fertilization in traditional mediterranean grapevine orchards mediates changes in soil microbial community structure and enhances soil fertility. **Land Degradation and Development**, v. 27, p. 1622–1628, 2016.
42. GARCIA, C. F. H. et al. Toxicity of two effluents from agricultural activity: Comparing the genotoxicity of sugar cane and orange vinasse. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 142, p. 216–221, 2017.
43. GÓMEZ-ACATA, E. S. et al. Deforestation and cultivation with maize (*Zea mays L.*) has a profound effect on the bacterial community structure in soil. **Land Degradation and Development**, v. 27, p. 1122–1130, 2016.
44. GONZÁLEZ, L.; MEJÍA, M. Impact of ferti-irrigation with vinasse on groundwater quality. **Irrigation and Drainage**, v. 64, p. 400–407, 2015.
45. GOROBTSOVA, O. N. et al. Ecophysiological indicators of microbial biomass status in chernozem soils of the central Caucasus (in the territory of Kabardino-Balkaria with the Terek variant of altitudinal zonation). **Russian Journal of Ecology**, v. 47, n. 1, p. 19–25, 2016.
46. HAFEZ, M.; POPOV, A. I.; RASHAD, M. Integrated use of bio-organic fertilizers for enhancing soil fertility–plant nutrition, germination status and initial growth of corn (*Zea Mays L.*). **Environmental Technology & Innovation**, v. 21, p. 101329, 2021.
47. HAQUE, M. M. et al. Effect of long-term chemical and organic fertilization on rice productivity, nutrient use-efficiency, and balance under a rice-fallow-rice system. **Journal of Plant Nutrition**, v. 42, n. 20, p. 2901–2914, 2019.
48. HARIRCHI, S. et al. Efficacy of polyextremophilic *Aeribacillus pallidus* on bioprocessing of beet vinasse derived from ethanol industries. **Bioresource Technology**, v. 313, p. 123662, 2020.
49. HUANG, S.; HUANG, X.; FANG, B. Elevated CO₂ affects the soil organic carbon fractions and their relation to soil microbial properties in the rhizosphere of *Robinia pseudoacacia L.* seedlings in Cd-contaminated soils. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 20, p. 1203–1214, 2020.
50. INTERNATIONAL SUGAR ORGANIZATION. **Ethanol**. Disponível em: <<https://www.isosugar.org/sugarsector/ethanol>>. Acesso em 25 nov. 2019

51. JABBAR, A. et al. On the detection of heavy elements in the *Euphorbia indica* plant using laser-induced breakdown spectroscopy and laser ablation time of flight mass spectrometry. **Journal of Analytical Atomic Spectrometry**, v. 34, n. 5, p. 954–962, 2019.
52. JAMBHULKAR, H. P.; KUMAR, M. S. Eco-restoration approach for mine spoil overburden dump through biotechnological route. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 191, n. 12, p. 1–16, 2019.
53. JEZIERSKA-TYS, S. et al. Biological activity and functional diversity in soil in different cultivation systems. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 17, n. 10, p. 4189–4204, 2020.
54. JIAO, Y. et al. Allelopathy of uncomposted and composted invasive aster (*Ageratina adenophora*) on ryegrass. **Journal of Hazardous Materials**, v. 402, p. 123727, 2021.
55. KHAN, A. U. et al. Production of organic fertilizers from rocket seed (*Eruca sativa* L.), chicken peat and *Moringa oleifera* leaves for growing linseed under water deficit stress. **Sustainability**, v. 13, n. 59, 2021.
56. KHANOM, A. et al. Plants and microbes' responses to the net nitrification rates of chemical fertilizers in vegetable soils. **Applied Soil Ecology**, v. 158, p. 103783, 2021.
57. KONG, X. et al. Leaching behaviors of chromium (III) and ammonium-nitrogen from a tannery sludge in north China : comparison of batch and column investigations. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, p. 6003, 2020.
58. KOOCH, Y.; MEHR, M. A.; HOSSEINI, S. M. The effect of forest degradation intensity on soil function indicators in northern Iran. **Ecological Indicators**, v. 114, p. 106324, 2020.
59. KOUTIKA, L. et al. Organic matter quality of forest floor as a driver of C and P dynamics in acacia and eucalypt plantations established on a Ferralic Arenosols, Congo. **Forest Ecosystems**, v. 7, n. 40, 2020.
60. LI, X. et al. Dynamics of ammonia oxidizers in response to different fertilization inputs in intensively managed agricultural soils. **Applied Soil Ecology**, v. 157, p. 103729, 2021.
61. LIU, L. et al. The response of agronomic characters and rice yield to organic fertilization in subtropical China : A three-level meta-analysis. **Field Crops Research**, v. 263, p. 108049, 2021a.
62. LIU, W. et al. Active phoD -harboring bacteria are enriched by long-term organic fertilization. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 152, p. 108071, 2021b.
63. LOURENÇO, K. S. et al. Dynamics and resilience of soil mycobiome under multiple organic and inorganic pulse disturbances. **Science of the Total Environment**, v. 733, p. 139173, 2020.
64. LU, H. et al. Legacy of soil health improvement with carbon increase following one time amendment of biochar in a paddy soil - A rice farm trial. **Geoderma**, v. 376, p. 114567, 2020.
65. LUCAS, R. C. et al. The profile secretion of *Aspergillus clavatus*: Different pre-treatments of sugarcane bagasse distinctly induces holocellulases for the lignocellulosic biomass conversion into sugar. **Renewable Energy**, v. 165, p. 748–757, 2021.
66. LYU, F. et al. Efficient removal of Pb (II) ions from aqueous solution by modified red mud. **Journal of Hazardous Materials**, v. 406, p. 124678, 2021.

67. MADALENO, L. L. et al. The recycling of biodigested vinasse in an upflow anaerobic sludge blanket reactor is a feasible approach for the conservation of freshwater in the biofuel ethanol industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 262, p. 121196, 2020.
68. MAGALHÃES, N. C. et al. Role of nanofiltration or reverse osmosis integrated to ultrafiltration-anaerobic membrane bioreactor treating vinasse for the conservation of water and nutrients in the ethanol industry. **Journal of Water Process Engineering**, v. 36, p. 101338, 2020.
69. MAHARJAN, M. et al. Effect of land use and management practices on microbial biomass and enzyme activities in subtropical top-and sub-soils. **Applied Soil Ecology**, v. 113, p. 22–28, 2017.
70. MARGENAT, A. et al. Occurrence and human health risk assessment of antibiotics and trace elements in *Lactuca sativa* amended with different organic fertilizers. **Environmental Research**, v. 190, p. 109946, 2020.
71. MELO, P. S. et al. Açaí seeds: An unexplored agro-industrial residue as a potential source of lipids, fibers, and antioxidant phenolic compounds. **Industrial Crops & Products**, v. 161, p. 113204, 2021.
72. MENG, L. et al. Enhancement of bioenergy recovery from agricultural wastes through recycling of cellulosic alcoholic fermentation vinasse for anaerobic co-digestion. **Bioresource Technology**, v. 311, p. 123511, 2020.
73. MOGHIMIAN, N. et al. Downed logs improve soil properties in old-growth temperate forests of northern Iran. **Pedosphere**, v. 30, n. 3, p. 378–389, 2020.
74. MOORE, C. C. S.; NOGUEIRA, A. R.; KULAY, L. Environmental and energy assessment of the substitution of chemical fertilizers for industrial wastes of ethanol production in sugarcane cultivation in Brazil. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 22, p. 628–643, 2017.
75. MORUGÁN-CORONADO, A. GARCÍA-ORENES, F.; MCMILLAN, M.; PEREG, L. The effect of moisture on soil microbial properties and nitrogen cyclers in Mediterranean sweet orange orchards under organic and inorganic fertilization. **Science of the Total Environment**, v. 655, p. 158–167, 2019.
76. NADALETI, W. C. et al. National potential production of methane and electrical energy from sugarcane vinasse in Brazil: A thermo-economic analysis. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 8, p. 103422, 2019.
77. NAGARAJAN, S.; RANADE, V. V. Pre-treatment of distillery spent wash (vinasse) with vortex based cavitation and its influence on biogas generation. **Bioresource Technology Reports**, v. 11, p. 100480, 2020.
78. NAIR, R. B.; TAHERZADEH, M. J. Valorization of sugar-to-ethanol process waste vinasse : A novel biorefinery approach using edible ascomycetes filamentous fungi. **Bioresource Technology**, v. 221, p. 469–476, 2016.
79. NAOURA, G. et al. Characterization of semi-arid Chadian sweet sorghum accessions as potential sources for sugar and ethanol production. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1–11, 2020.
80. NAVARRETE, A. A. et al. Multi-analytical approach reveals potential microbial indicators in soil for sugarcane model systems. **PLoS ONE**, v. 10, p. e0129765, 2015.
81. NING, Q. et al. Saprotrophic fungal communities in arable soils are strongly associated with soil fertility and stoichiometry. **Applied Soil Ecology**, v. 159, p. 103843, 2021.

82. OCHOA-HUESO, R. et al. Microbial processing of plant remains is co-limited by multiple nutrients in global grasslands. **Global Change Biology**, v. 26, p. 4572–4582, 2020.
83. OZDEMIR, S. et al. A techno-sustainable bio-waste management strategy for closing chickpea yield gap. **Waste Management**, v. 119, p. 356–364, 2021.
84. PEREG, L. et al. Restoration of nitrogen cycling community in grapevine soil by a decade of organic fertilization. **Soil and Tillage Research**, v. 179, p. 11–19, 2018.
85. PICARIELLO, E. et al. Compost and sewage sludge for the improvement of soil chemical and biological quality of Mediterranean agroecosystems. **Sustainability**, v. 13, n. 26, 2021.
86. QU, B. et al. Effect of various mulches on soil physico-chemical properties and tree growth (*Sophora japonica*) in urban tree pits. **PLoS ONE**, v. 14, n. 2, p. e0210777, 2019.
87. RABELO, S. C.; COSTA, A. C.; ROSSEL, C. E. V. Industrial waste recovery. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Sugarcane: Agricultural production, bioenergy and ethanol**. Elsevier, 2015. p. 365-381.
88. RAIMONDO, E. E. et al. Enhanced bioremediation of lindane-contaminated soils through microbial bioaugmentation assisted by biostimulation with sugarcane filter cake. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 190, p. 110143, 2020.
89. RAZA, S. T. et al. Ammonia volatilization and greenhouse gases emissions during vermicomposting with animal manures and biochar to enhance sustainability. **International Journal of Environmental and Public Health**, v. 18, p. 178, 2021.
90. REIS, C. E. R. et al. Sugarcane by-products within the biodiesel production chain: Vinasse and molasses as feedstock for oleaginous fungi and conversion to ethyl esters. **Fuel**, v. 277, p. 118064, 2020.
91. RENCORET, J. et al. Delignification and saccharification enhancement of sugarcane byproducts by a laccase-based pretreatment. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 5, p. 7145–7154, 2017.
92. RODRIGUES, M. et al. Tillage systems and cover crops affecting soil phosphorus bioavailability in Brazilian Cerrado Oxisols. **Soil & Tillage Research**, v. 205, p. 104770, 2021.
93. SANCHEZ-LIZARRAGA, A. L. et al. Vinasse irrigation: effects on soil fertility and arbuscular mycorrhizal fungi population. **Journal of Soils and Sediments**, v. 18, n. 11, p. 3256–3270, 2018.
94. SANTOS, F. et al. By-products of the sugarcane industry. In: SANTOS, F. et al. **Sugarcane biorefinery, technology and perspectives**. Academic press, 2020. p. 21-48.
95. SANTOS, O. S. et al. The use of sugar and alcohol industry waste in the adsorption of potentially toxic metals. **Environmental Technology (United Kingdom)**, v. 37, n. 2, p. 279–291, 2016.
96. SANTOS, O. S. et al. Sugar and alcohol industrial waste as low-cost adsorbents: application in situ for remediation of potentially toxic metals. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 15, p. 1991–1998, 2018.
97. SANTOS, R. M.; KANDASAMY, S.; RIGOBELLO, E. C. Sugarcane growth and nutrition levels are differentially affected by the application of PGPR and cane waste. **MicrobiologyOpen**, v. 7, p. e00617, 2018.

98. SCHWEINBERGER, C. M. et al. Study of three drying methods in production of nutritious flours from the fermentation slurry of orange-fleshed sweet potato. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 9, p. 1–11, 2020.
99. SHINDE, P. A. et al. Distillery spent wash: An emerging chemical pool for next generation sustainable distilleries. **Journal of Water Process Engineering**, v. 36, p. 101353, 2020.
100. SILVA, D. R. et al. Thermal decomposition kinetics of sugarcane mills wastes. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 131, p. 811–822, 2018.
101. SILVA, S. C.; MORAVIA, M. C. S. A.; COUTO, C. F. Combined process of ultrafiltration and nanofiltration for vinasse treatment with and without pre-coagulation. **Journal of Water Process Engineering**, v. 36, p. 101326, 2020.
102. SINGH, D. P. et al. Stage-dependent concomitant microbial fortification improves soil nutrient status, plant growth, antioxidative defense system and gene expression in. **Microbiological Research**, v. 239, p. 126538, 2020.
103. SOARES, J. A. H. et al. Combined effects of soil fertility and vegetation structure on early decomposition of organic matter in a tropical riparian zone. **Ecological Engineering**, v. 152, p. 105899, 2020.
104. SOLANKI, M. K. et al. Assessment of diazotrophic Proteobacteria in sugarcane rhizosphere when intercropped with legumes (peanut and soybean) in the field. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, p. 1814, 2020.
105. SOUSA, R. M. O. F. et al. Hazardous impact of vinasse from distilled winemaking by-products in terrestrial plants and aquatic organisms. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 183, p. 109493, 2019.
106. SPERANÇA, M. A.; NASCIMENTO, P. A. M.; PEREIRA, F. M. V. Impurity in sugarcane juice as mineral content: A prospect for analysis using energy-dispersive X-ray fluorescence (EDXRF) and chemometrics. **Microchemical Journal**, v. 164, p. 105951, 2021.
107. SU-MEI, Z. et al. Effects of reduced nitrogen and suitable soil moisture on wheat (*Triticum aestivum L.*) rhizosphere soil microbiological , biochemical. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 19, n. 1, p. 234–250, 2020.
108. SUA-IAM, G.; MAKUL, N. Effect of incinerated sugarcane filter cake on the properties of self- -compacting concrete. **Construction and Building Materials**, v. 130, p. 32–40, 2017.
109. SULEIMAN, A. K. A. et al. Recycling organic residues in agriculture impacts soil-borne microbial community structure, function and N₂O emissions. **Science of the Total Environment**, v. 631–632, p. 1089–1099, 2018.
110. SUN, R. et al. Bacterial diversity in soils subjected to long-term chemical fertilization can be more stably maintained with the addition of livestock manure than wheat straw. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 88, p. 9–18, 2015.
111. SURESH, T. et al. Process intensification and comparison of bioethanol production from food industry waste (potatoes) by ultrasonic assisted acid hydrolysis and enzymatic hydrolysis: Statistical modelling and optimization. **Biomass and Bioenergy**, v. 142, p. 105752, 2020.

112. SYAICHURROZI, I. et al. Mechanistic models of electrocoagulation kinetics of pollutant removal in vinasse waste: Effect of voltage. **Journal of Water Process Engineering**, v. 36, p. 101312, 2020.
113. TAO, R.; HU, B.; CHU, G. Impacts of organic fertilization with a drip irrigation system on bacterial and fungal communities in cotton field. **Agricultural Systems**, v. 182, p. 102820, 2020.
114. ULLAH, Z. et al. Biochar impact on microbial population and elemental composition of red soil. **Arabian Journal of Geosciences**, v. 13, n. 757, p. 1–9, 2020.
115. UNICA – UNIÃO NACIONAL DA CANA DE AÇÚCAR. **Vinhaça**: biofertilizante e energia sustentável. Disponível em: <<https://unica.com.br/noticias/vinhaca-biofertilizante-e-energia-sustentavel/>>. Acesso em 20 nov. 2019.
116. UNIDO/IFDC. (Eds). **Fertilizer manual**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998. 615p
117. URRA, J. et al. Commercial and farm fermented liquid organic amendments to improve soil quality and lettuce yield. **Journal of Environmental Management**, v. 264, p. 110422, 2020.
118. USINA CORURIPE. **Relatório de sustentabilidade**. Disponível em: <<https://www.usinacoruripe.com.br/socioambiental#relatorio-sustentabilidade>>. Acesso em 18 nov. 2019.
119. VASCONCELOS, R. L. et al. Multivariate behavior of irrigated sugarcane with phosphate fertilizer and filter cake management: nutritional state , biometry , and agroindustrial performance. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, 2020.
120. WANG, M. et al. Steel slag and biochar amendments decreased CO₂ emissions by altering soil chemical properties and bacterial community structure over two-year in a subtropical paddy field. **Science of the Total Environment**, v. 740, p. 140403, 2020.
121. WANG, Z. et al. Microbial inoculants modulate growth traits, nutrients acquisition and bioactive compounds accumulation of Cyclocarya paliurus (Batal .) Iljinskaja under degraded field condition. **Forest Ecology and Management**, v. 482, p. 118897, 2021.
122. WOBENG, N. B. M. et al. Impact of legumes on soil microbial activity and C cycle functions in two contrasting Cameroonian agro-ecological zones. **Pedobiologia - Journal of Soil Ecology**, v. 81–82, p. 150662, 2020.
123. YIN, J.; SUI, Z.; HUANG, J. Mobilization of soil inorganic phosphorus and stimulation of crop phosphorus uptake and growth induced by Ceriporia lacerata HG2011. **Geoderma**, v. 383, p. 114690, 2021.
124. ZHANG, J. et al. Biochar applied to consolidated land increased the quality of an acid surface soil and tobacco crop in Southern China. **Jounal of Soils and Sediments**, v. 20, p. 3091–3102, 2020a.
125. ZHANG, S. et al. Contrasting short-term responses of soil heterotrophic and autotrophic respiration to biochar-based and chemical fertilizers in a subtropical Moso bamboo plantation. **Applied Soil Ecology**, v. 157, p. 103758, 2021a.
126. ZHANG, Y. et al. Effect of long-term no-tillage and nitrogen fertilization on phosphorus distribution in bulk soil and aggregates of a Vertisol. **Soil & Tillage Research**, v. 205, p. 104760, 2021b.

127. ZHANG, Z. et al. Housefly Larvae (*Musca domestica*) vermicompost on soil biochemical features for a chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*) farm Housefly larvae (*Musca domestica*) vermicompost on soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 51, n. 10, p. 1315–1330, 2020b.
128. ZHAO, C. et al. Soil microbial community composition and respiration along an experimental precipitation gradient in a semiarid steppe. **Scientific Reports**, v. 6, p. 24317, 2016.
129. ZHAO, Y. et al. The application of *Bacillus Megaterium* alters soil microbial community composition, bioavailability of soil phosphorus and potassium, and cucumber growth in the plastic shed system of North China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 307, p. 107236, 2021.

“

Termopotássio e fonolito como fontes alternativas para a fertilização de pastagens

I Lucas Gonçalves **Machado**
UFV

I Yara Karine Lima **Silva**
UFV

I Waner Gleider **Barbosa**
UFV

I Luiz Fernando Costa Ribeiro **Silva**
UFV

I André Mundstock Xavier **Carvalho**
UFV

RESUMO

O principal fertilizante fonte de potássio utilizado no Brasil é o cloreto de potássio. A dependência externa brasileira por fertilizantes potássicos e a demanda por fontes de K aplicáveis à produção orgânica e agroecológica estimula pesquisas em busca de Fontes alternativas de fertilizantes. Neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito de Fontes alternativas de K sobre características químicas do solo e sobre a produtividade e nutrição do capim braquiária. O experimento foi conduzido em um esquema fatorial (3 x 2) + 3, sendo três Fontes de potássio (cloreto de potássio, termopotássio e pó de fonolito), duas doses de K e três tratamentos adicionais. As Fontes afetaram positivamente a produção de matéria seca do capim braquiária e foram efetivas na liberação de K e Si. Em geral, para o período avaliado a liberação de nutrientes pelo termopotássio foi superior ao pó de fonolito e inferior ao KCl. O termopotássio e o fonolito são menos reativas que o KCl, mas sua aplicação resulta em menores chances de lixiviação de K mesmo que o KCl seja aplicado parceladamente. Estes fertilizantes são opções interessantes para a fertilização de pastagens, tanto pela menor necessidade de parcelamentos na adubação quanto para atender a demanda por fertilizantes potássicos de produtores orgânicos.

Palavras-chave: Pó de Rocha, Fontes Alternativas de Potássio, Termofertilizante.

INTRODUÇÃO

O desmatamento do bioma cerrado atingiu, recentemente, a casa dos 99 milhões de hectares, o que corresponde à cerca de 50% de sua área, segundo dados oficiais (MMA/IBAMA, 2011). A maior parte deste desmatamento está relacionado à conversão das diferentes fitofisionomias do cerrado em áreas agropastoris, sendo 54 milhões de hectares de pastagens e 21,5 milhões de hectares de agricultura (Sano et al., 2010). Os impactos ambientais associados à esta conversão são diversos, complexos e de difícil mensuração devido à rede de fenômenos ecológicos inter-relacionados às mudanças no meio físico, além de serviços ambientais que deixam de ser prestados ou são minimizados em extensas áreas do bioma. Dentre estes serviços estão, por exemplo, a polinização de culturas de interesse agrícola, o controle de populações de insetos-praga, a regularização da distribuição das chuvas no verão ou a simples melhoria da qualidade do ar pela redução de particulados sólidos em função da cobertura do solo.

O desmatamento também está fortemente associado à redução da infiltração de água no perfil do solo; ao aumento da erosão e assoreamento; e eutrofização dos cursos d'água. A redução na infiltração compromete também a reposição dos lençóis freáticos e assim compromete a essencial perenidade dos cursos d'água no período seco. Todas essas transformações também levam à prejuízos econômicos e sociais não computados, ainda que parcialmente, nos centros de custos das práticas e tecnologias agropastoris atualmente valorizadas. Nesse sentido, buscar alternativas de uso e manejo de solo visando melhor conciliar a produção agrícola com a manutenção dos ecossistemas e seus serviços é urgente.

Além da substituição do cerrado por pastagens não arborizadas é frequente o não uso de práticas conservacionistas de manejo nestas áreas, conduzindo à um processo gradual de degradação. A degradação de pastagem é um processo com alto potencial para causar assoreamento de nascentes, rios, represas e lagos, principalmente em regiões montanhosas (Luciano et al, 2009). Em regiões de cerrado onde atualmente predominam as pastagens os solos possuem, em sua maioria, baixa fertilidade natural e altos índices de saturação por alumínio. Tais atributos químicos estão relacionados à baixa produtividade por animal e por unidade de área, em função da quantidade e da qualidade das forragens. Somado à ocorrência de longos períodos de deficiência hídrica, esses fatores contribuem para uma menor cobertura vegetal do solo, favorecendo a erosão e comprometendo a infiltração de água no período chuvoso.

Alternativas com sistemas de integração lavoura-pecuária ou sistemas agrosilvipastoris tem buscado mudar o cenário das áreas destinadas a pasto no cerrado mineiro. Esses sistemas, no entanto, são dependentes de tecnologias que por vezes podem ter custos elevados, dificultando a adoção destas tecnologias por pequenos agricultores (Lopes et al,

2004). As árvores são componentes eficientes em processos de ciclagem de nutrientes e recuperação de áreas degradadas. Estudos apostam frequentemente em espécies arbóreas como sendo importantes para a recuperação de áreas degradadas pois reduzem o impacto da chuva no solo, aumenta a infiltração de água, mantém o teor adequado de matéria orgânica e pelo efeito agregador das partículas do solo (Franco et al, 2002).

As árvores em pastagens podem desencadear processos que irão permitir uma eficiente gestão dos recursos hídricos, o que inclui a redução da erosão e do assoreamento de mananciais no meio rural, propicia melhoria da qualidade, ampliação e a regularização da oferta de água em bacias hidrográficas (Chaves et al, 2005). Os proprietários adotando manejos conservacionistas em suas propriedades com vista à conservação do solo e água podem ainda entrar em programas de pagamento por serviços ambientais, como já ocorre em algumas regiões do país, e em alguns municípios previsto por Lei como é o caso de Extrema - MG (Lei nº2.482, de 13 de fevereiro de 2009). Nestas regiões recursos são transferidos, monetários ou não monetários, para aqueles que ajudam a conservar ou produzir tais serviços mediante a adoção de práticas agrícolas.

Além dos aspectos ligados ao ciclo da água, o aumento da biodiversidade pela manutenção planejada de árvores nativas está associado à elevação da biodiversidade animal, à otimização da ciclagem de nutrientes no solo e ao bem-estar animal associado à sombra. De forma direta, o clima atua sobre o animal, que busca constantemente se adaptar às condições ambientais na busca do bem-estar. Os bovinos em clima tropical, principalmente os que são criados em regime de pastos, estão expostos ao sol e à outras intempéries por várias horas ao dia e tornam-se susceptíveis a um estado permanente de estresse, resultando em alterações fisiológicas e comportamentais que comprometem seu desempenho produtivo (Ferreira, 2010).

METODOLOGIA

O estudo foi realizado nas dependências da Universidade Federal de Viçosa, Campus de Rio Paranaíba ($19^{\circ}12'35''$ S e $46^{\circ}7'57''$ O a 1.125 m de altitude). A pastagem da área experimental foi formada por gramíneas da espécie *Brachiaria* (syn. *Urochloa*). O solo da área experimental foi classificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como um Latossolo Vermelho-Amarelo com textura muito argilosa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados. Os tratamentos foram estruturados em um esquema fatorial (3×2) + 3, com quatro repetições, sendo três Fontes de potássio (cloreto de potássio (57 % de K_2O), termopotássio (3,9 % de K_2O ; 27,9 % SiO^2 ; 8,6 % P_2O_5) e pó de fonolito (8 % K_2O ; 54 % SiO^2 ; 6,74 % Na_2O)) aplicadas em duas doses correspondentes a 150 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K_2O (tratamentos T1 a T6), mais um

tratamento controle (0 kg ha⁻¹ de K₂O) (T7), um tratamento controle (0 kg ha⁻¹ K₂O) com a quantidade de fósforo nivelada com o tratamento termo- potássio na dose de 400 kg ha⁻¹ de K₂O (T8: Controle + P) e um tratamento controle positivo com aplicação de fonolito na maior dose juntamente com gesso na dose de 4 t ha⁻¹ ano⁻¹ (T9: Fon + Gesso).

Os fertilizantes fonolito e termopotássio foram aplicados ao solo em parcela única na implantação do experimento, no início da estação chuvosa da safra 2014/2015. O cloreto de potássio foi parcelado em 3 vezes iguais. As unidades experimentais foram constituídas por parcelas de 20,25 m² (4,5 x 4,5 m) e os ciclos vegetativos de aproximadamente 21 dias. Um gabarito de 0,25 m² foi utilizado para amostragem da produção de biomassa pela parte aérea, onde a forragem foi amostrada com uma altura de corte de 10 cm em relação ao solo.

As amostras foram trituradas em moinho tipo Willey e os teores de K, P, Si foram determinados conforme Metodologia descrita em Silva (2009) e Korndörfer *et al.* (2004). Ao final do ano agrícola foi coletado uma amostra de solo composta em cada uma das unidades experimentais e tiveram os teores de K, P, Si, Na disponíveis no solo determinados.

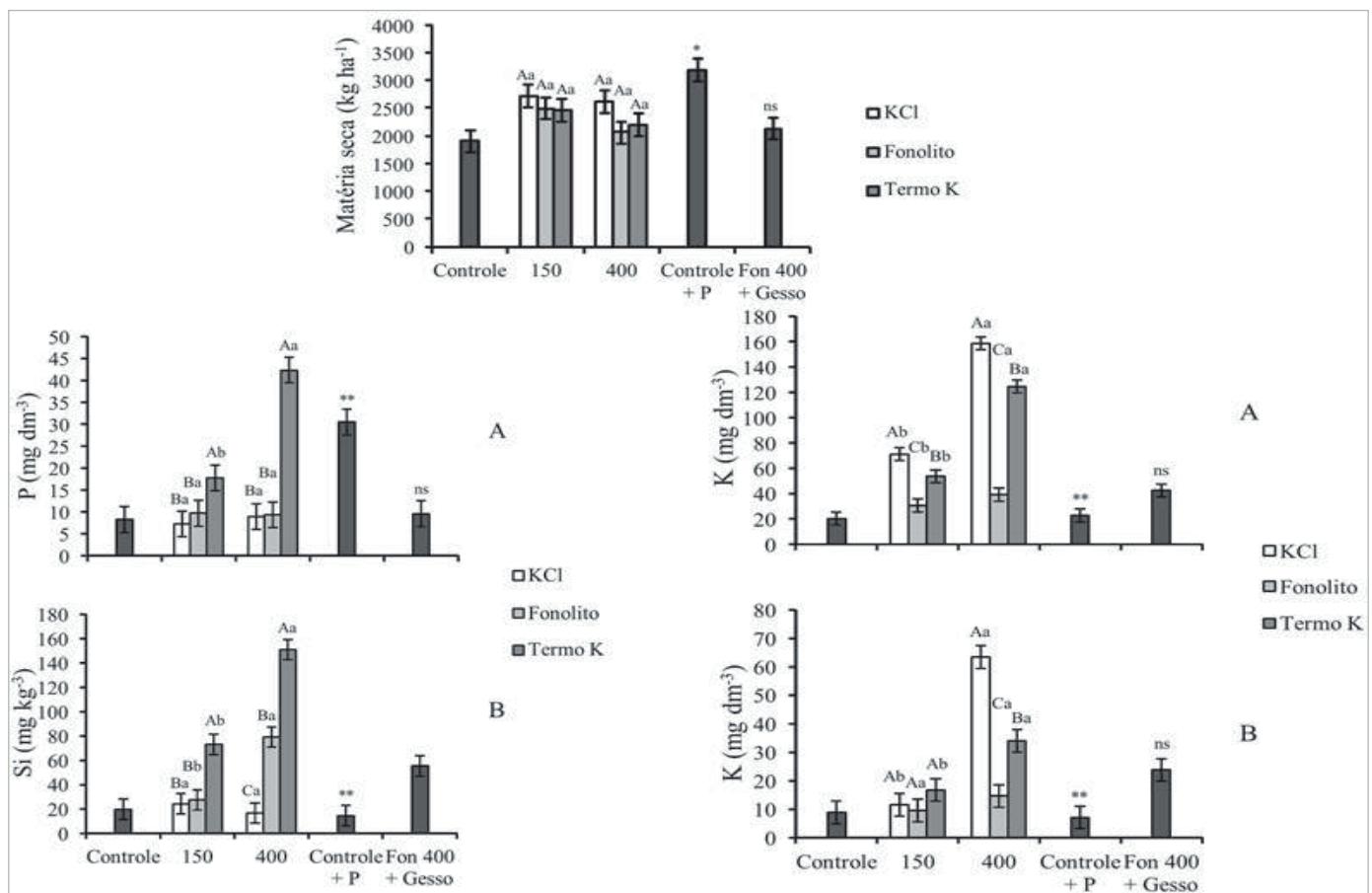
O Si disponível no solo foi extraído pelo extrator ácido acético 0,5 mol L⁻¹ e determinado por espectrofotometria de absorção molecular pelo método azul (Leite, 1997). Os demais elementos foram extraídos em solução Mehlich-1 (relação solo:extrator de 1:10), sendo que os elementos Na e K foram determinados por espectrometria de chama, o P foi determinado por espectrometria de absorção molecular conforme Donagema *et al.* (2011).

Os dados foram submetidos aos testes de Hartley, Jarque-Bera (Jarque & Bera, 1980) e ESD Generalizado (Rosner, 1983) para avaliação das condições de homogeneidade das variâncias, normalidade dos resíduos e presença de outliers, respectivamente. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade. Comparações adicionais foram avaliadas por contrastes de interesse testados pelo teste de Bonferroni modificado por Conagin (1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, as Fontes e doses de potássio aplicadas influenciaram positivamente a produtividade da forrageira em relação ao controle, embora não tenham diferido entre si (Figura 1). Este resultado sugere que o fonolito e o termopotássio podem ser opções interessantes para a fertilização de pastagens em sistemas de transição agroecológica (Figura 1).

Figura 1. Produção de matéria seca total, em três ciclos de corte, de capim braquiária em função da aplicação de diferentes doses e Fontes de potássio. Potássio disponível no solo nas camadas de 0-20 (A) e 20-40 (B) em função da aplicação de diferentes Fontes e doses de potássio. Fósforo (A) e silício (B) disponíveis no solo, na camada de 0-20 cm em função da aplicação de diferentes Fontes e doses de potássio. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre Fontes e minúscula entre doses não diferiram entre si pelo teste SNK a 5 % de probabilidade.



Na camada superficial, em ambas as doses aplicadas, as Fontes de K aumentaram significativamente o K disponível no solo em relação ao controle e na camada subsuperficial houve aumento da diferença entre o KCl e as Fontes de menor solubilidade (Figura 1). Este aumento do K em subsuperfície promovido pelo KCl demonstra a maior suscetibilidade às perdas por lixiviação desta Fonte mesmo quando aplicado na forma parcelada, tal como também apontado por Sharma e Sharma (2013). Dentre as Fontes avaliadas, apenas o termopotássio influenciou a disponibilidade de P no solo. Os fertilizantes fonolito e termopotássio promoveram incrementos na disponibilidade de Si no solo de até 301 e 665 % em relação ao controle, respectivamente (Figura 1).

Estes Resultados corroboram com os observados por Junior *et al.* (2009), que trabalhando com *B. brizantha* cv. Marandu verificaram que o termopotássio utilizado também aumentou os níveis de K disponível no solo. Apesar do fonolito e do termopotássio serem Fontes menos solúveis, o termofertilizante é formado obtido por uma fusão de rochas enquanto o fonolito é obtido pela simples moagem de uma rocha. As altas temperaturas do processo de fusão rompem as complexas estruturas cristalinas dos minerais da rocha, que

não são restituídas posteriormente devido ao rápido resfriamento realizado. Desta forma, a Fonte fica mais reativa, e os elementos mais disponíveis no solo para as plantas (Galetto et al., 2014). Isso pode explicar a maior disponibilidade de K que o termopotássio proporcionou em relação ao fonolito.

Considerando que a produtividade não diferiu entre as Fontes de K, pode-se inferir que as Fontes alternativas foram mais eficientes e resultaram pelo percentual de aumento observado no curto prazo, no médio e longo prazo podem-se ter melhores Resultados dos teores de K foliares.

CONCLUSÕES

O pó de fonolito e o termopotássio obtido por fusão são Fontes alternativas de potássio com efetiva liberação de K às plantas e de Si e K ao solo. Ambas as Fontes são menos reativas que o KCl, mas sua aplicação resulta em menores chances de lixiviação de K mesmo que o KCl seja aplicado parceladamente. Fonolito e termopotássio são opções interessantes para a fertilização de pastagens, tanto pela menor necessidade de parcelamentos na adubação quanto para atender a demanda por fertilizantes potássicos de produtores orgânicos.

■ REFERÊNCIAS

1. CHAVES, H. M. L.; BRAGA, B.; DOMINGUES, A. F.; SANTOS, D. G. Quantificação dos benefícios ambientais e compensações financeiras do “programa do produtor de água” (ANA): II. Aplicação, Revista Bras. De Recursos Hídricos, v. 9(3), p.15-21, 2005.
2. CONAGIN, A. Discriminative power of a modified Bonferroni’s test. Revista de Agri- cultura, v. 73, p. 31-40, 1998.
3. DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; et al. (Org.). Manual de métodos de análise de solos. 3^a ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.
4. FERREIRA, L. C. B. Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas. 2010
5. FRANCO, F. S.; COUTO, L.; CARVALHO, A. F.; JUCKSCH, I.; FILHO, E. I. F.; SILVA, E.; NETO, J. A. A. M. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na zona da mata de minas gerais. Revista Árvore, v.26, n.6, p.751-760, 2002.
6. GALETO, S. L.; FONSECA, A. S.; HARKATIN, S.; REIFUR, H.; CARVALHO, I. Q.; Grain crops and forage yield resulting from the use of phosphates in integrated production system. Revista Ciência Agronômica, v. 45, n. 5, p. 931-945, 2014.
7. INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. Informações e Análises da economia mineral brasileira. IBRAM, 2011. 6^a edição, 3p.

8. JARQUE, C. M.; BERA, A. K. **Efficient tests for normality, homocedasticity and serial independence of regression residuals.** Economics Letters, v. 6, p. 255-259, 1980.
9. JUNIOR, O. V.; COUTINHO, E. L. M. **Effectiveness of fused magnesium potassium phosphate for marandu grass.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, n. 6, p. 1855-1862, 2009.
10. KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLA, A. **Análise de silício: solo, planta e fertilizante.** GPSi-ICIAG-UFG, 2004. 34p. (Boletim técnico, 2).
11. LEITE, P. C. **Interação silício-fósforo em latossolo roxo cultivado com sorgo em casa de vegetação.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 87 p. (Tese de Doutorado). LOPES, M. A.; LIMA, A. L. R.; CARVALHO, F. M.; REIS, R. P.; SANTOS, I. C.; SARAIVA, F. H. **Efeito do tipo de sistema de criação nos resultados econômicos de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG).** Ciênc. Agrotec, v.28, n.5, p. 1177-1189, 2004.
12. LUCIANO, A. C. S.; ABDON, M. M.; SILVA, J. S. V.; **Indicação de áreas de pastagens degradadas nas bacias do ribeirão mandioca e ribeirão barreiro a partir de imagens CBERS.** Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.877-885, 2009.
13. MMA/IBAMA- Ministério do Meio Ambiente/ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite.** MMA/IBAMA, 2011.
14. ROSNER B. **Percentage points for a generalized ESD many-outlier procedure.** Tech- nometrics. v. 25, p. 165 – 72, 1983.
15. SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. **Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil.** Springer Science + Business Media B. V., v166, p.113-124, 2010.
16. SHARMA, V.; SHARMA, K. M. **Influence of accompanying anions and potassium retention and leaching in potato growing alluvial soils.** Pedosphere, v. 24, n. 4, p. 464-171, 2013.
17. SILVA, F.C. da. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes** 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627p.

“

Efeitos da monocultura e aplicação de vinhaça sobre os atributos químicos, físicos e biológicos do solo em área de cultivo de cana-de-açúcar em Sergipe, Brasil

- | Liamara **Perin**
IFS
- | Talita Guimarães **Araújo-Piovezan**
IFS
- | Elaine Santos **Vieira**
IFS
- | Breno Freitas **Menezes**
IFS
- | Veronica dos Santos **Andrade**
IFS
- | Vanessa Marisa Miranda **Menezes**
IFS
- | Taiane Conceição dos **Santos**
IFS
- | José Oliveira **Dantas**
IFS

RESUMO

Agricultura de monocultura é uma das atividades antrópicas que interferem e alteram os ecossistemas naturais. Nestas atividades o solo pode ser compactado, degradado, contaminado ou até mesmo carreado, refletindo na ausência de organismos. Neste trabalho objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de vinhaça sobre os atributos físico-químicos e biológicos do solo com cultivo de cana-de-açúcar em dois municípios sergipanos, localizados em diferentes biomas. Em cada usina foram comparadas áreas de cultivo de cana-de-açúcar com e sem aplicação de vinhaça, tendo as áreas de vegetação nativa como referência. Para análise física do solo, foram retiradas amostras indeformadas e para análises químicas de fertilidade e microbiológicas, amostras deformadas de 0-20 cm e 0-10 cm, respectivamente. Para a coleta de fauna, 10 armadilhas do tipo *pitfalls* foram instaladas em cada área das usinas e permaneceram no campo por 7 dias. A aplicação de vinhaça promoveu melhoria na maioria das variáveis químicas nos solos estudados, porém houve redução do teor de Mg⁺, em relação à área sem aplicação de vinhaça. A biomassa e a atividade microbiana foram influenciadas pelos diferentes sistemas de manejo do solo. Os volumes aplicados de 40 e 90 mm anuais de vinhaça ao solo por 9 e 20 anos nas áreas estudadas, não promoveram melhoria nos atributos microbiológicos. Com relação a fauna, houve predominância de formigas e baixa diversidade nas áreas das duas usinas e também não houve diferença na diversidade entre as áreas com e sem aplicação de vinhaça. As ações antrópicas não permitem que os fragmentos de vegetação cumpram seu papel ecológico na manutenção das espécies locais. Maiores volumes de vinhaça poderiam ser aplicados para melhoria destes solos, desde que acompanhados de estudos para monitorar as alterações provocadas.

Palavras-chave: Aproveitamento de Resíduos, Fauna Edáfica, Biomassa Microbiana, Respiração Basal.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma das culturas de maior importância socioeconômica para o Brasil, ocupando uma área de mais de 9 milhões de hectares (IBGE, 2017). Somos o maior produtor mundial da cultura, sendo o álcool um produto usado com frequência como alternativa para uma energia renovável na indústria automobilística. A cultura é usada na alimentação humana e o bagaço da cana-de-açúcar também é aproveitado para alimentação de bovinos de leite e produção de energia (CARVALHO, 2016).

Em Sergipe a cultura da cana-de-açúcar ocupa posição de destaque e em área plantada perde apenas para a cultura do milho, ocupando 48.926 hectares. Apresenta produtividade média de 46.106 kg. ha⁻¹, abaixo da média nacional que é de 74 t. ha⁻¹ (IBGE, 2018). A cana-de-açúcar processada no estado gera em torno de 90 mil toneladas de açúcar e 70 mil m³ de etanol (NOVACANA, 2018).

O beneficiamento da cana-de-açúcar produz resíduos com potencial de uso agrícola como torta de filtro e vinhaça. A torta de filtro é um resíduo composto da mistura de bagaço moído e lodo da decantação do açúcar. É um composto orgânico rico e cálcio, nitrogênio e potássio, composição variável, dependendo da cana e da sua manutenção. Segundo Nunes Junior (2008), a torta de filtro é um excelente produto orgânico para recuperação de solos exauridos ou de baixa fertilidade, porém estes nutrientes estão na forma orgânica, sendo que a liberação deles se dá gradativamente, por mineralização. O cálcio, que aparece em grande quantidade, é resultado da chamada caleação do caldo, durante o processo de tratamento dele, para a fabricação de açúcar. Já o fosforo é adicionado juntamente com os produtos auxiliares utilizados para floculação das impurezas do caldo.

O processo de produção do etanol gera como principal subproduto a vinhaça, também conhecido como restilo ou vinhoto. Para cada litro de álcool produzido, são produzidos 13 litros de vinhaça, um resíduo de grande interesse agrícola devido a sua composição rica em matéria orgânica, nitrogênio e potássio (MADEJON et al., 2001), contribuindo com a melhoria da fertilidade dos solos, além de aumentar a fauna e a microbiota do solo e a produtividade das culturas (BARROS, 2008).

Este resíduo vem sendo utilizado na fertirrigação da cana-de-açúcar por ser rico em potássio, cálcio, magnésio e apresentar resultados satisfatórios em relação às alterações químicas no solo como o aumento da matéria orgânica (BEBÉ et al., 2009). Porém, se aplicada em altas doses, pode acarretar efeitos indesejáveis como queda na qualidade da cana-de-açúcar, salinização do solo e poluição do lençol freático (SILVA et al., 2007a). Estudos mostraram que isso ocorre quando este resíduo é aplicado de forma exacerbada, em grandes quantidades e por um espaço de tempo longo, causando assim saturação dos poros e por isso os nutrientes são lixiviados. Isso mostra a grande necessidade da análise

do solo e do cálculo preciso para aplicação (ROLIM et al., 2013). Estudos relacionados à lixiviação e contaminação de águas subterrâneas pela reciclagem da vinhaça mostraram que não há impactos danosos quando as aplicações são inferiores a 300m³.ha⁻¹/ano (LIBONI; CEZARINO, 2012). Diante disso, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), através da Norma Técnica P4. 231/2005 estabeleceu critérios para o armazenamento, transporte, aplicação e doses da vinhaça no solo levando em consideração o tipo de solo, a necessidade da cultura com relação ao potássio e as concentrações no solo desse nutriente (CETESB, 2015).

O aumento dos preços dos fertilizantes somada a crescente preocupação com a sustentabilidade agrícola alavancou o desenvolvimento de tecnologias visando uma agricultura sustentável. Em muitas regiões, existe a possibilidade de aproveitamento de resíduos, os quais constituem opção interessante, quando bem utilizados (CARVALHO et al., 2011).

De acordo com Tomita (2009) as principais causas na perda de produção das culturas é a baixa fertilidade do solo que se dá devido ao manejo deficiente da diversidade biológica do agroecossistema através das práticas da agricultura convencional causando maior impacto ambiental com reflexos diretos na degradação do solo. Portanto, se faz necessário a utilização de resíduos naturais disponíveis no agroecossistema, como esterco de animais, restos vegetais, propriedades repelentes de plantas, que são caracterizados como alternativas sustentáveis de adubação e tratos culturais agroecológicos.

A adubação do solo com resíduos agroindustriais, de acordo com a literatura, também foram utilizadas como meios alternativos aos insumos químicos. Farinelli et al. (2017), estudando o uso de resíduos agroindustriais de cana-de-açúcar na adubação da cultura do milho constataram que especialmente vinhaça + torta de filtro + cinza como fertilizantes na cultura do milho, mostrou-se eficiente, obtendo melhores resultados para a produção de forragem e de grãos.

A agroecologia fornece as bases científicas necessárias para subvencionar os agroecossistemas para que sejam economicamente rentáveis e, ao mesmo tempo, ambientalmente saudáveis e socialmente equilibrados (ALTIERI, 2004), combinando o manejo do solo e a ecologia, reestabelecendo, assim, equilíbrio do solo e de suas relações com o ambiente.

Dentre os princípios agroecológicos um dos mais importantes é o manejo adequado do solo, a valorização desse recurso é visto como um dos pilares da manutenção da vida, juntamente com a água e com a agrobiodiversidade. Ou seja, quando um desses pilares é deteriorado, há uma instabilidade do ambiente e dos seres humanos que dependem dele. Por isso, a manutenção e a melhoria da fertilidade do solo são uma das prioridades da pesquisa em agroecologia (ALCANTARA, 2017).

Os atributos físico-químicos e biológicos do solo são de extrema importância pois são capazes de mensurar o nível de desequilíbrio ao qual um ambiente está sujeito e os efeitos positivos e negativos sobre a qualidade do mesmo e a sustentabilidade das práticas de manejo (FARIAS, 2018; SILVA, 2019). A qualidade dos atributos físico-químicos e biológicos propiciam condições adequadas para o crescimento e o desenvolvimento das plantas e para manutenção da diversidade de organismos que habitam o solo. Assim, qualquer modificação no solo pode alterar diretamente sua estrutura e sua atividade biológica e consequentemente sua fertilidade com reflexos na qualidade ambiental e produtividade das culturas (CARNEIRO et al., 2009).

Na observação da qualidade do solo, alguns parâmetros físico-químicos e biológicos são considerados como indicadores de qualidade e mudanças do solo. As propriedades físicas estão envolvidas no suporte ao crescimento das raízes; armazenagem e suprimento de água e nutrientes, trocas gasosas e atividade biológica (ARSHAD et al., 1996). Dentre os principais atributos físicos do solo estão densidade, estrutura, capacidade de retenção de umidade e infiltração, estes fatores têm sido utilizados para caracterizar as modificações físicas resultantes da compactação do solo, ocasionadas a partir da pressão exercida pelo rodado das máquinas agrícolas, pelo casco dos animais ou, ainda, pelos diferentes sistemas de preparo e manejo do solo (MOREIRA et al., 2012).

Dentre os principais atributos químicos e indicadores de qualidade do solo estão o pH, a matéria orgânica do solo (MOS), a CTC (Capacidade de Troca de Cátions), e o índice de saturação de bases do solo, sendo estes responsáveis pelo indicativo da condição geral da fertilidade do solo, representando a participação das bases trocáveis no complexo de troca (FARIAS, 2018).

A comunidade microbiana pode ser avaliada indiretamente pela determinação do carbono da biomassa microbiana, por ser um dos principais componentes da matéria orgânica viva do solo e sensível às alterações no sistema (BABUJIA et al., 2010; SILVA et al., 2012). A biomassa microbiana é o compartimento da matéria orgânica do solo diretamente influenciado por fatores bióticos e abióticos, de tal forma que respostas a mudanças nos sistemas de uso e manejo do solo pode ser detectáveis muito mais rapidamente pela biomassa microbiana e seus metabólitos do que nos teores de C do solo, principalmente devido ao tempo de ciclagem da matéria orgânica (GAMA-RODRIGUES et al., 2005). Esta análise determina indiretamente a quantidade de microrganismos presentes no solo, porém somente a quantificação da biomassa não fornece indicações sobre os níveis de atividade das populações microbianas do solo, sendo importante também avaliar parâmetros que estimem a atividade microbiana, como a respiração para verificar o estado metabólico das comunidades de microrganismos do solo (BOWLES et al., 2014).

Também é bastante utilizada a determinação da taxa respiratória do solo, que é resultante do metabolismo dos microrganismos durante o processo de degradação dos resíduos vegetais e da ciclagem da matéria orgânica (BABUJIA et al., 2010). Seus atributos e sua atividade têm sido considerados os mais sensíveis às mudanças iniciais no conteúdo total de matéria orgânica do solo, podendo ser utilizada para indicar o nível de degradação ou alterações na qualidade do solo, em função do uso e práticas de manejo utilizado (TRANNIN et al., 2007). Neste sentido, as análises de respiração são imprescindíveis para o estudo dos solos envolvendo as atividades biológicas, material orgânico em decomposição, quantidade de biomassa microbiana e a determinação do conteúdo de carbono (SOUTO et al., 2009).

Segundo Souza e colaborados (2006), a biomassa microbiana e a atividade dos microrganismos são atributos muito sensíveis ao manejo do solo, sendo os primeiros a serem afetados quando ocorre a mudança de um sistema em que não há ação antrópica, para um sistema cultivado. Por isso, devem-se definir níveis adequados de cada atributo do solo a fim de se realizar o manejo com menor degradação. Por isso são consideradas formas de monitoramento da qualidade biológica do solo (MATIAS et al., 2008).

A fauna do solo, ou fauna edáfica, compreende todos os invertebrados que passam ou vivem a maioria do seu ciclo de vida no solo (AQUINO et al., 2008; BROWN et al., 2009; BARETTA et al., 2011). A presença dos organismos no solo melhora os processos de aeração e infiltração de água, possibilitando assim o desenvolvimento radicular das plantas (BARETTA et al., 2011). Essa influência pode ser direta pela modificação física da serapilheira e do ambiente do solo ou indireta, pelas interações que ela tem com a comunidade microbiana (GONZÁLEZ et al., 2001).

Os organismos que vivem no solo desempenham importantes funções para o ecossistema, alguns são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, disponibilizando nutrientes para o crescimento das plantas e microbiota, melhoram a produtividade do solo, e ajudam a controlar os organismos indesejáveis. No entanto, ações humanas como o uso excessivo de fertilizantes e agrotóxicos nas culturas agrícolas, causam desequilíbrio, degradação, compactação com grande perda da fauna edáfica. Por estas ações percebe-se que muitas espécies de invertebrados são difíceis e até raras de serem encontradas em áreas antropizadas (RENNER et al., 2017). Desta forma estes organismos são utilizados como bioindicadores das alterações ambientais.

Todavia, estes fatores podem ser melhorados com a adição de matéria orgânica, e com práticas agroecológicas, sendo que a matéria orgânica do solo é fundamental para os processos produtivos, para a estrutura do solo e sua diversidade biológica (SILVA, 2019). Quando se busca a produção agrícola sustentável, o manejo adequado dos solos é o principal fator a ser considerado visto que sistemas de preparo e cultivo interferem diretamente

nas condições físicas, químicas e biológicas do solo (HUNGRIA et al., 2010). A adoção de técnicas de manejo conservacionistas do solo e da água são essenciais para manter níveis satisfatórios de produtividade, além da importância de garantir esses recursos para as gerações futuras (SILVA, 2019).

Na agroecologia a adubação é feita principalmente com adubos orgânicos como estercos, resíduos industriais e compostagem. São produtos que apresentam efeito residual e não adicionam apenas nutrientes mas contribuem melhorando a estrutura do solo, aumentando a capacidade de infiltração de água, aumentando umidade e retenção de nutrientes. Além disso, aumenta o teor de matéria orgânica que serve como fonte de energia para os microrganismos.

Como dito anteriormente, resíduos são utilizados para reposição de nutrientes em sistemas agroecológicos de produção. Na agroecologia não se permite o uso de vinhaça devido seu potencial de acidificar o solo, poluir o lençol freático e espantar fauna. Porém a legislação atual proíbe seu despejo no ambiente, e a aplicação consciente efetuando estudos de solo e composição do resíduo, utilizando a dosagem necessária de vinhaça na fertirrigação reduz o risco de contaminação de lençóis freáticos. Por isso, dentre várias soluções possíveis para tratar este efluente, a fertirrigação se mostrou a melhor técnica difundida, quando utilizada de forma racional e controlada e o resíduo pode trazer benefícios ao solo, à planta e evitar poluição do meio ambiente (ANDRADE, 2012).

Em Sergipe a vinhaça vem sendo utilizada para fertirrigação, porém nem todos os agricultores e fornecedores de cana-de-açúcar possuem informações sobre seu uso e das quantidades que devem ser utilizadas para obter benefícios e evitar desequilíbrio químico no solo e contaminação de águas. Diante disso, fica evidenciada a extrema importância de técnicas de pesquisa capazes de informar o estado dos recursos naturais, mostrando as atitudes a serem tomados para uma maneira eficiente que gere a recuperação e o aproveitamento sustentável das terras nesse ambiente (SILVA, 2019).

Desta forma, com este trabalho objetivou-se analisar os efeitos da monocultura e aplicação de vinhaça sobre a qualidade física, química e biológica do solo cultivado com cana-de-açúcar.

METODOLOGIA

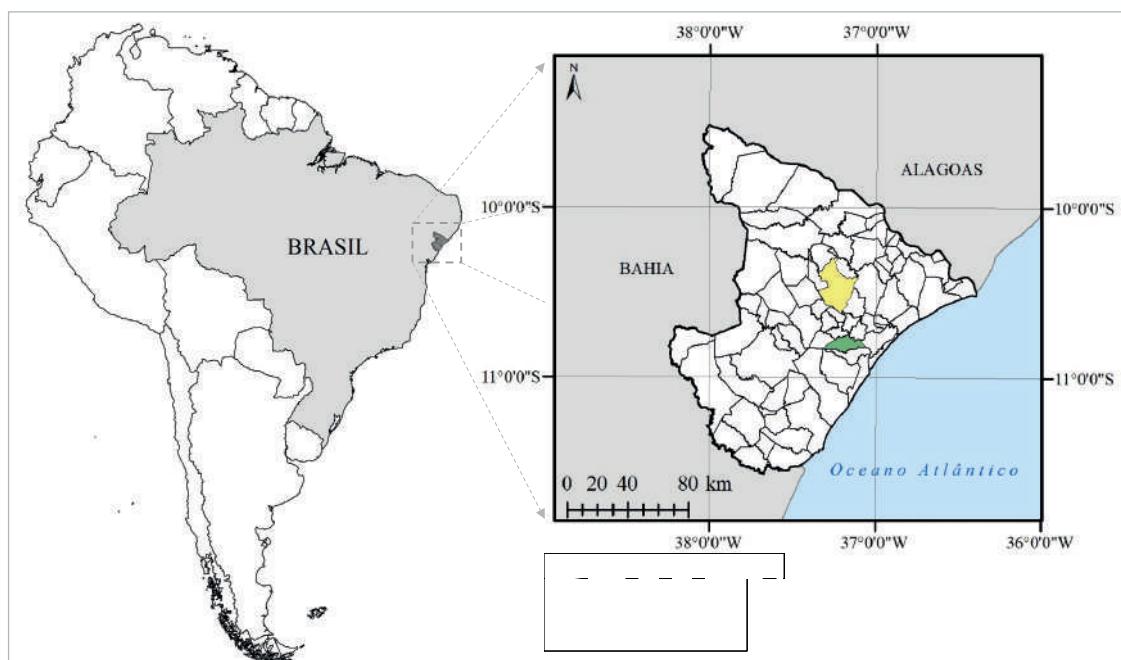
Locais de estudos

O trabalho foi desenvolvido em duas áreas de produção de cana-de-açúcar em Sergipe. A Usina São José do Pinheiro está localizada no município de Laranjeira ($10^{\circ}48'$ latitude Sul, $37^{\circ}10'$ longitude Oeste), com altitude de 9 m (IBGE, 2019), inserida no domínio

morfoclimático da Mata Atlântica, com o clima também do tipo As (clima Tropical) e precipitação pluviométrica em torno de 1368 mm anuais concentrados nos meses de abril a julho, com temperatura média anual de 25,4° C. As áreas com cana-de-açúcar da Usina Pinheiro apresentavam cana soca e receberam anualmente 300 kg/ha de adubo químico na formulação 10-08-00. A área com vinhaça (CV) recebeu uma única aplicação de 40 milímetros/m² de solo ao ano nos últimos 20 anos. Ambas as áreas receberam adubação com 300 kg/ha da fórmula 10-08-00.

A Usina Campo Lindo, localizada no município de Nossa Senhora das Dores (10°29' latitude Sul, 37°11' longitude Oeste), com 420 m de altitude, na região agreste do estado de Sergipe (zona intermediaria entre a Caatinga e a Mata Atlântica) (Figura 1). A região caracteriza-se por apresentar um clima seco e sub-úmido, temperatura média anual é de 26,9 °C, com precipitações pluviométricas médias anuais é 1101 mm e solo da ordem Argissolo. A área com aplicação de vinhaça tinha cana soca de 4 anos e a 9 anos recebeu 3 aplicações de 30 mm de vinhaça por ano além de 300 kg/ha de NH₄SO₄. A área que não recebeu aplicação de vinhaça tinha cana soca de 9 anos e a 4 anos não recebe adubação.

Figura 1. Localização geográfica dos municípios de Laranjeira e Nossa Senhora das Dores, Sergipe.



plantio de cana-de-açúcar com aplicação da vinhaça (CV), plantio de cana-de-açúcar sem aplicação da vinhaça (SV) e mata nativa (MN) utilizada como reserva ambiental próxima aos canaviais. Todas as áreas deste estudo apresentam solos da ordem Argissolo.

Para as análises foram realizadas 9 amostras compostas de solo na, cada amostra composta formada por 3 amostras simples. As amostras de solo foram transportadas para o Laboratório de Solos do Instituto Federal de Sergipe, Campus São Cristovão onde foram analisadas.

Análises físicas

Para as análises físicas de teor de umidade atual, densidade do solo e porosidade total, foram retiradas superficiais (0-4 cm) indeformadas de solo utilizando anel metálico com volume conhecido. As amostras foram pesadas para obtenção do peso úmido e secas em estufa a 105° C por 24 horas para as análises físicas. Após obtenção do peso seco foi obtido o teor de umidade, densidade do solo e porosidade (EMBRAPA, 2017).

Análises químicas

Para análise química as amostras retiradas na profundidade 0-20 cm utilizando um trado holandês. As amostras foram secas, destorroadas e peneiradas e determinados os valores de: o pH em água; CE (condutividade elétrica), cálcio mais magnésio ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), potássio (K^+), alumínio (Al^{3+}), fósforo disponível e carbono orgânico total, conforme metodologia da EMBRAPA (2017). Em função dessas determinações, foi calculada a capacidade de troca catiônica (CTC) e a percentagem de saturação por base (V).

Todos os dados obtidos para análises químicas foram interpretados segundo Sobral e colaboradores (2017), e comparados em relação ao diagnóstico da fertilidade dos solos do Estado de Sergipe, interpretando como valores baixos, médios e altos.

Análises microbiológicas

As amostras indeformadas de solo foram retiradas na profundidade de 0-10 cm e levadas ao laboratório para análise em no máximo de 10 dias.

O carbono da biomassa microbiana (Cmic) foi estimado pelo método fumigação- extração (SILVA et al., 2007b). A respiração microbiana do solo (RBS) foi determinada mediante a quantificação da evolução de CO_2 liberado em 20 g de amostra de solo, após 72 horas de incubação com solução de NaOH (SILVA et al., 2007c). A relação entre a respiração por unidade de carbono da biomassa microbiana do solo permite estimar o quociente metabólico

do solo (qCO_2), que estima a eficiência no uso de substratos pelos microrganismos, podendo ser utilizado como sensível indicador de estresse.

Coleta e análise da fauna edáfica

Para a coleta da fauna edáfica, em cada área foram instaladas 10 armadilhas tipo *pitfalls* seguindo um transecto com uma distância de 35m uma da outra, totalizando 30 *pitfalls* em cada usina. As armadilhas foram confeccionadas com recipientes plásticos de 20 cm de altura e foram enterradas com a borda ao nível do solo, contendo água, sal e detergente. As armadilhas permaneceram no campo por um período de 7 dias. O material foi transportado para o Laboratório de Biologia Animal do Instituto Federal de Sergipe, foi triado, acondicionado em álcool 70% e identificados ao nível de gênero/espécie com auxílio de microscópio estereoscópico e bibliografia especializada (FUJIHARA et al., 2011; TRIPLEHORN; JOHNSON 2015; RAFAEL et al., 2012). Nos resultados foi aplicado o índice de diversidade de Shannon.

Análise estatística

O tratamento dos dados consistiu da análise de variância e da comparação de médias pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. Os dados foram submetidos análise do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). Os resultados de fauna edáfica foram submetidos ao índice de diversidade de Shannon, este índice mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido, ao acaso, de uma amostra com S espécies e N indivíduos. Quanto menor o valor do índice de Shannon, menor o grau de incerteza e, portanto, a diversidade da amostra é baixa. A diversidade tende a ser mais alta quanto maior o valor do índice. É calculado pela fórmula $H' = - \sum_1^S (p_i \cdot \ln p_i)$, onde: p_i : frequência de cada espécie, para i variando de 1 a S (Riqueza), \ln : logaritmo natural de p_i (URAMOTO et al., 2005). O índice de Shannon é influenciado pela riqueza de espécies, entretanto um aumento no valor do índice pode ser decorrente de um aumento na riqueza de espécies, na uniformidade de composição ou de ambas as características (BOBROWSKI; BIONDI, 2016).

RESULTADOS

Atributos físicos

Os valores referentes ao teor de umidade no momento da coleta variaram entre as áreas analisadas e a área da mata diferiu estatisticamente das demais, apresentando maior teor de umidade em comparação às duas áreas agrícolas com e sem aplicação de vinhaça (Tabela 1) para ambas as localidades.

Os dados de densidade do solo variaram de 0,95 a 1,18 g/cm³ (Tabela 1), valores considerados normais para solos de textura média e não indicaram compactação destas áreas. A análise estatística mostrou que a área da mata apresentou menor densidade do solo, provavelmente devido ao menor revolvimento e maior teor de matéria orgânica.

Em relação a porosidade, foi observado que variou de 36,42 % a 60,67% da composição do solo (Tabela 1), indicando boa agregação em todas as áreas, com maior porosidade em área de mata apenas para a Usina São José do Pinheiro localizada em Laranjeiras.

Tabela 1.Atributos físicos de qualidade do solo avaliados em sistema de produção de cana-de-açúcar nas usinas São José do Pinheiro (SJP) no município de Laranjeiras e Campo Lindo (CL) em Nossa Senhora das Dores – SE.

Áreas avaliadas	Umidade (%)	Densidade do Solo (g.cm ⁻³)	Porosidade Total (%)
Mata SJP	15,23 a	1,04 b	56,51 a
CV SJP	12,49 b	1,18 a	40,69 b
SV SJP	11,42 b	1,17 a	36,42 b
Mata CL	14,11 a	0,95 b	60,67a
CV CL	10,51 b	1,16 a	57,59 a
SV CL	9,76 b	1,12 a	56,65 a

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. Média formada por 9 repetições. Valores de umidade e porosidade total em % e DS= densidade do solo (g/cm³). CV: área com aplicação de vinhaça; SV: área sem aplicação de vinhaça.

Atributos químicos

Em relação aos dados de fertilidade dos solos nas 3 áreas das usinas avaliadas (Tabela 2), foi observado pH na faixa ácida para solos na maioria das áreas estudadas e aquelas que receberam aplicação de vinhaça apresentaram maior pH.

A condutividade elétrica (CE), um indicativo da concentração de sais de um solo, apresentou valores entre 0,02 a 0,08 mS.cm⁻¹ e diferenciou estatisticamente entre as áreas. Importante que todas as áreas apresentaram valores baixos (menores que 2 mS.cm⁻¹ de solo) que não interferem no desenvolvimento das culturas e a aplicação da vinhaça não contribuiu para elevar a CE dos solos analisados.

Os teores de cálcio foram considerados altos em todas as áreas analisadas e a aplicação de vinhaça não contribuiu para seu aumento nos solos. Já para magnésio, foi observado maiores valores com diferença estatística para as áreas de mata e sem aplicação de vinhaça e menores valores para a área com aplicação de vinhaça.

As áreas da mata e as áreas cultivadas com cana-de-açúcar com aplicação de vinhaça apresentaram valores iguais para teores de alumínio, e menores valores deste elemento foi encontrado na área onde não houve aplicação do subproduto. Estes dados estão relacionados ao aumento do índice de saturação de bases e também é possível notar que pH e o AI tem comportamento inversos, ocorrendo a diminuição na concentração de AI no solo que recebeu vinhaça quando comparado ao solo que não recebeu o resíduo.

Para potássio, as áreas que receberam aplicação da vinhaça apresentaram maiores valores em relação à mata e as áreas sem aplicação de vinhaça. Resultados semelhantes foram observados para fósforo, onde as áreas agrícolas apresentaram maiores valores do elemento, porém a aplicação de vinhaça promoveu aumento apenas na Usina São José do Pinheiro em relação à área sem vinhaça.

Todas as áreas apresentaram baixos teores de matéria orgânica do solo (MOS), e para a Usina São José do Pinheiro os maiores valores foram observados na mata, seguido da área que recebeu aplicação de vinhaça e menor valor na área que não recebeu vinhaça. Já para a Usina Campo Lindo não houve diferentes entre as áreas analisadas. Interessante observar que este aumento ocorreu no local que recebeu vinhaça a mais tempo (Tabela 2), indicando que seu uso contínuo altera positivamente a matéria orgânica do solo, contribuindo para a melhoria na fertilidade. Maior fertilidade reflete em maior índice de saturação de bases (V), que foi maior na área fertirrigada para a Usina São José do Pinheiro em relação às demais áreas, mas se manteve igual à área sem vinhaça na Usina Campo Lindo.

De todos os elementos avaliados apenas os teores de magnésio e alumínio foram menores nas áreas que receberam vinhaça em relação às áreas que não receberam vinhaça. Na maioria dos demais foi observado aumento em suas quantidades com o uso de vinhaça e o maior tempo de aplicação na Usina São José do Pinheiro promoveu aumento do V%.

Tabela 2.Atributos químicos de qualidade do solo avaliados em sistema de produção de cana-de-açúcar nas usinas São José do Pinheiro (SJP) no município de Laranjeiras e Campo Lindo (CL) em Nossa Senhora das Dores – SE.

Áreas avaliadas	pH	Ca	Mg	Al	K	P	MOS	CE	V
	H ² O	----- Cmolc kg ⁻¹ -----			mg kg ⁻¹ ----		g kg ⁻¹	(mS/cm)	%
Mata SJP	4,94 b	3,9 a	1,44 a	0,12 b	56 a	15,14 c	12,16 a	0,07 a	42,41 b
CV SJP	5,96 a	3,31 b	0,93 b	0,12 b	169 a	193,8 a	7,08 b	0,05 b	61,91 a
SV SJP	4,69 c	1,69 c	1,38 a	0,45 a	39 b	64,48 b	5,1 c	0,02 c	39,91 b
Mata CL	4,55 b	3,19 a	1,48 a	0,28 b	39 b	15,89 c	8,34 b	0,08 a	31,13 c
CV CL	5,15 a	2,97 b	0,72 c	0,22 b	186,3 a	113,6 b	8,82 b	0,07 a	44,24 b
SV CL	4,98 b	2,20 c	1,19 b	0,58 a	32,24 b	79,88 b	8,45 b	0,04 b	46,92 b

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. Análise dos atributos químicos do solo, pH, condutividade elétrica (CE), fósforo (P), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺),magnésio (Mg²⁺), alumínio (Al³⁺), matéria orgânica (MO) e saturação por bases (V%) para as camadas 0 – 20 cm. CV: área com aplicação de vinhaça; SV: área sem aplicação de vinhaça.

Atributos microbiológicos

Nestas áreas, foi observado através da análise de carbono da biomassa microbiana (Cmic) que a quantidade de microrganismos foi maior na área da mata para os dois locais pesquisados e para as áreas agrícolas foi observado maior carbono de biomassa microbiana nas áreas que receberam vinhaça (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados para a atividade dos microrganismos através da análise de respiração basal, (RBS) (Tabela 3), onde a maior atividade ocorreu em área de mata, seguido da área com cultivo de cana-de-açúcar

que recebe vinhaça, e menor atividade na área com cultivo de cana-de-açúcar sem adição de vinhaça. Em áreas onde ocorre maior quantidade de material orgânico incorporado ao solo, resulta em melhoria nas condições de desenvolvimento microbiano e a cobertura do solo promove menor variação e níveis mais adequados de temperatura e umidade.

O quociente metabólico (qCO_2), que representa a quantidade de C-CO₂ liberado por unidade de biomassa microbiana em determinado tempo, não apresentou diferença entre as áreas agrícolas com e sem uso de vinhaça e foi menor para o ambiente natural.

Tabela 3.Atributos microbiológicos de qualidade do solo avaliados em sistema de produção de cana-de-açúcar nas usinas São José do Pinheiro (SJP) no município de Laranjeiras e Campo Lindo (CL) em Nossa Senhora das Dores – SE.

Áreas avaliadas	Cmic	RBS	qCO_2
Mata SJP	610,59 a	224,56 a	0,38 b
CV SJP	246,73 b	155,33 b	0,63 a
SV SJP	156,11 c	75,20 c	0,52 a
Mata CL	516,14 a	219,61 a	0,42 b
CV CL	244,48 b	113,24 b	0,82 a
SV CL	107,81 c	62,08 c	0,59 a

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott (1974) a 5% de nível de significância. Cmic: carbono da biomassa microbiana do solo (mg Cmic kg⁻¹ solo); RBS: respiração basal do solo (mg C-CO₂ kg⁻¹ solo h⁻¹); qCO_2 = quociente metabólico (µg C-CO₂ h⁻¹/µg C-biomassa g⁻¹ solo). Média formada por 3 repetições.). CV: área com aplicação de vinhaça; SV: área sem aplicação de vinhaça.

Fauna Edáfica

Na Usina São José do Pinheiro, foram coletados 686 indivíduos, distribuídos em 3 classes, 13 ordens, 28 famílias e 49 gêneros e espécies. A ordem de maior ocorrência foi a Hymenoptera com 393 indivíduos. A segunda ordem mais representativa foi a Coleoptera com 137 indivíduos, seguida das ordens Aranae 54, Orthoptera 38, Diptera 30, Collembola 11, Hemíptera 7, Anura 4, Blattodea 3, Opiliones 3, Diplopoda 3, Dermaptera 2 e Acarina 1. Nas áreas da Usina Campo Lindo foram coletados 4599 organismos, distribuídos em 3 classes, 12 ordens, 31 famílias e 52 gêneros e espécies. A ordem Hymenoptera também foi a mais abundante com 4421 organismos. Aranae foi a segunda ordem de maior frequência com 76 organismos. Em seguida foram as ordens Pseudoscorpiones 38, Diptera 25, Orthoptera 21, Coleoptera 7, Dermaptera 3, Chilopoda 3, Hemíptera 2, Phasmida 1, Scorpiones 1 e Anura 1 (Tabela 4).

Na área de plantio com vinhaça foram coletados 192 indivíduos, pertencentes a 12 ordens, 19 famílias e 29 gêneros e espécies. Sendo a Hymenoptera a ordem mais representativa com 125 espécimes, em seguida foram as ordens Aranae 22, Orthoptera 16, Diptera 7, Collembola 6, Hemiptera 5, Coleoptera 5, Blattodea 3, Opiliones 2, Diplopoda 1, Dermaptera 1 e Anura 1. Já na área de plantio sem vinhaça foram coletados 225 espécimes, distribuídos em 11 ordens, 21 famílias e 35 gêneros e espécies. A ordem de maior ocorrência foi a

Hymenoptera, sendo a família Formicidae com 160 indivíduos, em seguida foram as ordens Aranae 22, Orthoptera 17, Diptera 12, Collembola 5, Coleoptera 3, Anura 2, Dermaptera 1, Hemiptera 1, Opiliones 1 e Diplopoda 1 (Tabela 4).

Na área de mata nativa foram coletados 269 indivíduos com 9 ordens, 15 famílias e 22 gêneros e espécies. Onde a ordem mais predominante foi a Coleoptera com 128 indivíduos, seguidos das ordens Hymenoptera 108, Aranae 13, Diptera 11, Orthoptera 5, Hemiptera 1, Diplopoda 1, Acarina 1 e Anura 1 (Tabela 4).

Na área de plantio, da Usina Campo Lindo, com aplicação de vinhaça foram coletados 854 indivíduos com 7 ordens, 16 famílias, e 24 gêneros e espécies. A ordem Hymenoptera foi a mais expressiva com 809, seguindo as ordens Aranae 20, Orthoptera 13, Diptera 8, Coleoptera 2, Phasmida 1 e Anura 1. Na área de plantio sem vinhaça ocorreu maior abundância de organismos com 3.453 espécimes capturados, distribuindo em 9 ordens, 21 famílias e 33 gêneros e espécies. Dentre as ordens, a Hymenoptera se destacou com 3.374 organismos, sendo 3.113 da subfamília Mirmicinae, seguida pelas ordens Aranae 18, Pseudoscorpiones 38, Diptera 12, Orthoptera 3, Coleoptera 5, Dermaptera 1, Chilopoda 1 e Hemíptera 1 (Tabela 4).

Na área de mata nativa foram encontradas 292 espécimes com 8 ordens, 17 famílias e 29 gêneros e espécies. A ordem Hymenoptera foi a dominante com 238 organismos, seguido as ordens Aranae 38, Diptera 5, Orthoptera 5, Dermaptera 2, Chilopoda 2, Hemíptera 1 e Scorpiones 1 (Tabela 4).

Tabela 4. Fauna edáfica coletada em três áreas da Usina São José do Pinheiro, município de Laranjeiras e Campo lindo, município de Nossa Senhora das Dores, Sergipe. PCV: área de plantio com vinhaça, PSV: área de plantio sem vinhaça, VN: área de vegetação nativa.

CLASSE	ORDEM	Família/Subfamília	Gênero/Espécie	Usina Pinheiro				Usina Campo Limpo			
				PCV	PSV	VN	Total	PCV	PSV	VN	Total
Insecta	Hymenoptera	Formicidae									
		Ectatominae	<i>Ectatomma sp.</i>	44	4	26	74	3	23	36	62
			<i>Ectatomma tuberculatum</i>	0	7	0	7	1	0	0	1
		Mirmicinae	<i>Monomorium sp.</i>	18	62	40	120	588	23	53	664
			<i>Monomorium pharaonis</i>	8	20	0	28	109	0	0	109
			<i>Pheidole sp.</i>	14	1	0	15	47	278	23	348
			<i>Crematogaster</i>	4	10	0	14	6	2811	41	2858
			<i>Acromyrmex sp.</i>	2	4	0	6	0	0	0	0
			<i>Solenopsis sp.</i>	12	26	3	41	18	1	5	24
			<i>Atta sexdens</i>	0	0	0	0	0	0	3	3
		Pseudomirmicinae	<i>Pseudomyrmex sp.</i>	1	0	0	1	21	46	10	77
		Formicinae	<i>Camponotus vitatus</i>	0	6	1	7	0	109	14	123
			<i>Camponotus sp.</i>	14	15	18	47	12	22	26	60
			<i>Camponotus ager</i>	0	0	0	0	2	1	1	4
			<i>Camponotus melanoticus</i>	0	0	0	0	0	44	0	44
			<i>Camponotus atriceps</i>	0	0	0	0	0	4	3	7
		Ponerinae	<i>Odontomachus chelifer</i>	5	2	0	7	1	0	0	1
			<i>Odontomachus sp.</i>	3	0	1	4	0	3	12	15
			<i>Pseudoponera sp.</i>	0	0	0	0	0	0	2	2

CLASSE	ORDEM	Família/Subfamília	Gênero/Espécie	Usina Pinheiro				Usina Campo Limpo			
				PCV	PSV	VN	Total	PCV	PSV	VN	Total
			<i>Neoponera sp.</i>	0	0	0	0	0	0	3	3
		Dorylinae	<i>Labidus sp.</i>	0	0	0	0	0	1	4	5
		Dolichoderinae	<i>Dolichoderus sp.</i>	0	0	19	19	0	0	1	1
			<i>Azteca sp.</i>	0	0	0	0	0	3	0	3
		Braconidae	<i>Aphidus sp.</i>	0	2	0	2	0	0	0	0
			<i>Chelonus sp.</i>	0	1	0	1	0	0	0	0
			<i>Apanteles sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
		Sphecidae	<i>Chlorion sp.</i>	0	0	0	0	0	2	0	2
			<i>Podium sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
			<i>Sphex sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
		Vespidae	<i>Polistes sp..</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
		Pompilidae	<i>Episyron sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus campestris</i>	13	10	5	28	4	3	3	10	
	Gryllidae	<i>Gryllus sp.</i>	2	1	0	3	6	0	1	7	
	Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa sp.</i>	0	6	0	6	0	0	0	0	
	Acrididae	<i>Dichroplus sp.</i>	1	0	0	1	3	0	1	4	
Phasmida	Phasmatidae	<i>Cladomorphus phyllinum</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	
Diptera	Cloropidae	<i>Hippelates sp.</i>	0	2	4	6	5	2	0	7	
	Phoridae	<i>Apocephalus sp.</i>	4	2	0	6	2	8	5	15	
		<i>Scuttlefues</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	
		<i>Pseudohypocera kerteszi</i>	0	4	0	4	0	0	0	0	
	Culicidae	<i>Anopheles sp.</i>	3	2	7	12	0	0	0	0	
	Dolichopodidae	<i>Condylostylus sp.</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	
	Tephritidae	<i>Ceratitis capitata</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	
	Drosophilidae	<i>Drosophila melanogaster</i>	0	0	0	0	0	2	0	2	
Dermoptera	Forficulidae	<i>Forficula sp.</i>	0	1	0	1	0	1	1	2	
		<i>Labia minor</i>	1	0	0	1	0	0	1	1	
Hemíptera	Cicadellidae	<i>Plesiommata sp.</i>	2	1	0	3	0	1	0	1	
		<i>Dilobopterus sp.</i>	3	0	0	3	0	0	0	0	
	Pentatomidae	<i>Chinavia sp.</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	
	Tingidae	<i>Thaumamannia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Dichotomius sp.</i>	4	3	14	21	0	0	0	0	
		<i>Dichotomius vidaurrei</i>	0	0	22	22	0	0	0	0	
		<i>Deltochilum pseudoparili</i>	1	0	31	32	0	0	0	0	
		<i>Eurysternus aeneus</i>	0	0	60	60	0	0	0	0	
		<i>Canthan chalybaeus</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	
	Passalidae	<i>Odontotaenius disjunctus</i>	0	0	0	0	0	2	0	2	
	Staphylinidae	<i>Paederus sp.</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	
	Carabidae	<i>Agonum muelleri</i>	0	0	0	0	2	0	0	2	
		<i>Stenolophus sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	
		<i>Calosoma scrutator</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	
	Crysomelidae	<i>Epitrix sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	
Chilopoda	Scutigeridae	<i>Scutigera coleoptrata</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	
	Coccinellidae	<i>Hippadamia convergens</i>	0	0	0	0	0	0	2	2	
Blattodea	Blattellidae	<i>Ectobius sp.</i>	3	0	0	3	0	0	0	0	
Collembola	Isotomidae	<i>Isotomurus sp.</i>	6	5	0	11	0	0	0	0	
Aracnida	Aranae	Theridiidae	<i>Nesticodes sp.</i>	12	13	10	35	12	12	29	53
			<i>Steatoda sp.</i>	3	5	3	11	5	2	8	15
	Oxyopidae	<i>Oxyopes sp.</i>	5	3	0	8	3	4	1	8	
Opiliones	Gonyleptidae	<i>Gonyleptes sp.</i>	2	1	0	3	0	0	0	0	

CLASSE	ORDEM	Família/Subfamília	Gênero/Espécie	Usina Pinheiro				Usina Campo Limpo			
				PCV	PSV	VN	Total	PCV	PSV	VN	Total
	Scorpiones	Buthidae	<i>Isometrus maculatum</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
	Pseudoescorpiones	Cheliferidae	<i>Cheliferidas sp.</i>	0	0	0	0	0	38	0	38
	Diplopoda	Polydesmidae	<i>Polidesmus sp.</i>	0	1	0	1	0	0	0	0
		Cryptodesmidae	<i>Peridotodesmella alba</i>	1	0	1	2	0	0	0	0
Anfibia	Acarina	Ácaros	Ácaros	0	0	1	1	0	0	0	0
	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus sp.</i>	1	1	1	3	0	0	0	0
			<i>Leptodactylus fuscus</i>	0	1	0	1	1	0	0	1
	Total			192	225	269	686	854	3453	292	4599

Na Usina São José do Pinheiro, a área de plantio com vinhaça apresentou o melhor índice de diversidade ($H= 2,82$), seguido da área de plantio sem vinhaça com $H= 2,74$ e a mata nativa com o menor índice ($H= 2,42$). Já na Usina Campo Lindo a área de mata nativa obteve o melhor índice de diversidade ($H= 2,62$), seguido pela área de plantio com vinhaça ($H= 1,27$) e a área de plantio sem vinha com $H= 0,85$ (Tabela 5).

Tabela 5. Índices de diversidade de Shannon das áreas em estudo.

Áreas/ Usinas	Usina São José do Pinheiro	Usina Campo Lindo
Plantio com vinhaça	$H= 2,82$	$H= 1,27$
Plantio sem vinhaça	$H= 2,74$	$H= 0,85$
Vegetação nativa	$H= 2,42$	$H= 2,62$
Área total	$H= 3,06$	$H= 0,34$

DISCUSSÃO

Atributos físicos

Foi observado que as áreas de mata apresentaram melhores resultados para a maioria dos atributos físicos avaliados, apenas não diferiu em relação a porosidade para a Usina Campo Lindo, e a aplicação de vinhaça não contribuiu para a melhoria destes atributos, indicando que o manejo adotado altera as propriedades físicas destes solos.

Em área de mata o solo fica protegido pelas copas das árvores e fica menos exposto aos raios solares, impedindo uma perda significativa de umidade para atmosfera. Já nas áreas agrícolas com plantio de monocultura e práticas convencionais como mecanização, solo descoberto e uso de fogo, promove maior perda de umidade, além de menor infiltração de água e aumento da temperatura do solo, tornado mais difícil o estabelecimento de uma cobertura vegetal.

Também nestas áreas a colheita é realizada mediante a queima da palhada e de acordo com Redin e colaboradores (2011) os atributos físicos do solo sofrem grandes modificações quando submetidos ao uso do fogo para a colheita da cana-de-açúcar. O uso do fogo gera consequências que prejudicam o solo, como modificações na taxa de infiltração e evapotranspiração da água, na porosidade e no aumento do grau de suscetibilidade dos solos à

erosão hídrica e eólica (CASSOL et al., 2004). Segundo Moitinho et al. (2013), a cobertura vegetal propiciada pela palhada da cultura auxilia na preservação da umidade e favorece as menores temperaturas na superfície do solo.

Os valores de densidade do solo foram considerados normais para solos de textura média e não indicaram compactação. A análise estatística mostrou que as áreas da mata apresentou menor densidade do solo, indicando que a presença de vegetação e cobertura do solo contribuiu para aumento de umidade e menor densidade provavelmente pelo maior teor de matéria orgânica. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Freitas et al. (2017) que constataram maior valor de densidade do solo em áreas cultivadas comparadas com solos sob mata. Também, segundo Steinbeiss et al., (2009), os elevados teores de carbono orgânico e a intensa atividade biológica, tanto da fauna quanto das raízes, são os principais responsáveis pelo teor da densidade do solo nas áreas de matas nativas serem menores.

O uso principal da densidade do solo é como indicador da compactação, e sua alteração ocorrem devido a mudanças na estrutura e porosidade do solo. A densidade do solo tende a aumentar com o aumento da profundidade no perfil, isto se deve, provavelmente, ao menor teor de matéria orgânica, menor agregação, pouca quantidade de raízes e compactação causada pela massa das camadas superiores (REICHERT, 2009). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Portugal et al. (2010) e Freitas et al. (2017) que obtiveram resultados similares, comparando solo cultivado com cana e mata nativa. A maior densidade nos solos cultivados está relacionada com a compactação do solo pelo tráfego de máquinas e implementos agrícolas e perda de matéria orgânica (FREITAS, 2011).

A porosidade apresentou valores considerados altos de acordo com Silva (2019), indicando boa agregação do solo. Oliveira et al., (2015) estudando sobre o assunto constataram que a porosidade total é um dos mais importantes indicadores de qualidade física do solo e o percentual do volume de poros está diretamente ligada ao manejo da área, ou seja, esse alto volume de poros, encontrado na tabela 1, reflete condições em que o solo sofreu pouca ou nenhuma alteração devido à pressão pelo tráfego e revolvimento. Estes dados corroboram com Zolin et al. (2011) onde em estudo exploratório do uso da vinhaça ao longo do tempo apresentam valores de porosidade total na qual se pode observar que a porosidade do solo aumentou a medida em que a quantidade de carbono orgânico presente no solo aumentava, sendo mais clara esta relação na camada superficial de 0 a 0,15 m.

Os dados físicos apresentados indicaram que apesar de não ter ocorrido diferença estatística entre as áreas de cultivo de cana-de-açúcar com e sem vinhaça, a área que recebeu aplicação de vinhaça apresentou melhores dados. Provavelmente isso ocorre porque este aporte de material orgânico contribui para a melhoria da microbiota do solo. Esta contribuição gerada pela aplicação da vinhaça ainda não promoveu diferença estatística

em relação à área sem aplicação, provavelmente pelo baixo volume aplicado anualmente. Estes resultados mostram que maiores volumes podem ser aplicados visando melhoria dos solos, porém acompanhados de estudos para que não promovam contaminação de lençol freático e poluição ambiental.

Atributos químicos

Os dados apresentados mostraram que a aplicação de vinhaça contribuiu para a melhoria da fertilidade do solo na maioria dos atributos avaliados. De acordo com a literatura, os solos fertirrigados com vinhaça tendem a aumentar o pH, podendo sofrer redução logo após sua aplicação com posterior aumento, e este aumento ocorre devido à ação de microrganismos do solo (BARROS et al., 2010). Os teores de alumínio tem relação inversa com pH, pois com o aumento no pH é possível reduzir ou até mesmo eliminar os efeitos tóxicos do Al³⁺ trocável do solo.

Os resultados observados neste estudo para magnésio mostraram redução deste elemento nas áreas que receberam vinhaça, diferindo da literatura, já que estudos com adição de vinhaça ao solo, por 30 anos, proporcionaram elevação do conteúdo de cálcio, magnésio e zinco, quando comparada com áreas sem irrigação com vinhaça, devido aos elevados teores destes elementos na vinhaça (MAGALHÃES, 2010).

Aumento nos teores de potássio em áreas que recebeu adição de vinhaça é esperado já que a mesma possui elevada concentração deste nutriente, e resultados similares já foram obtidos (BEBÉ et, al. 2009). É importante considerar a necessidade de K e a capacidade de retenção de cátions no solo, na tomada de decisão da dose de vinhaça a ser aplicada, com o intuito de abrandar os impactos ambientais ocasionados pelo uso agrícola do subproduto, já que potássio tem alto potencial de lixiviação. O alto teor deste elemento pode modificar condições como a salinidade do solo e a condutividade elétrica do meio (SANTOS, et al., 2012).

A maioria dos solos brasileiros são naturalmente pobres em fósforo, além de sua grande habilidade de reagir com outros nutrientes formando compostos insolúveis, são necessários grandes volumes de adubações para atender as exigências das culturas quanto ao fornecimento deste elemento (TRINDADE et al, 2011). Barros e colaboradores (2010) estudando sobre alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar com adição de vinhaça constataram que houve acréscimo significativo de P, nas três profundidades do solo da área fertirrigada com vinhaça, quando comparada com a área não fertirrigada. Este apporte evidencia a importância da vinhaça como fornecedora deste nutriente para acultura da cana-de-açúcar, corroborando com os dados do presente estudo.

Todos os valores de matéria orgânica do solo foram considerados baixos e maior teor devido a aplicação de vinhaça ocorreu apenas na Usina São José do Pinheiro. De acordo

com Martins (2011), esse resultado pode ser justificado por que essas áreas agrícolas são manejadas de forma convencional e submetidas ao uso do fogo para a colheita da cana-de-açúcar sucessivas vezes, já que estas são áreas de cana soca, possivelmente influenciando na redução e não reposição da matéria orgânica do solo.

Segundo Barros et al. (2010), pelas características coloidais da matéria orgânica contida na vinhaça, sua adição provoca uma elevação da CTC, conferindo ao solo uma maior quantidade de cargas negativas, diminuindo a lixiviação de cátions. Sua aplicação aos solos causa também um acréscimo no teor de cátions trocáveis, principalmente potássio e cálcio, que são os elementos minerais que se apresentam em maiores proporções na vinhaça, aumentando com isso a soma de bases, corroborando os achados do presente estudo.

Atributos microbiológicos

Valores de carbono da biomassa microbiana (Cmic) indicam indiretamente a população microbiana de uma área e neste estudo foi observada maior população microbiana nas áreas de mata em relação às áreas agrícolas. De acordo com Roscoe et al. (2006), os maiores valores de Cmic, em geral, são encontrados nos sistemas naturais, destacando-se os ambientes onde há maior fluxo de resíduos, também a ausência de preparo do solo, maior diversidade florística, manutenção de hifas fúngicas e acúmulo de serapilheira na superfície do solo contribuem para condições mais favoráveis no sistema sob vegetação nativa, em relação às áreas manejadas com culturas agrícolas anuais ou perenes (MERCANTE et al., 2008).

Segundo Costa et al. (2008), os menores teores e estoques de carbono, no cultivo convencional, estão associados à incorporação dos resíduos ao solo na camada arável, durante o preparo, que promove maior aeração, aumento da temperatura na camada revolvida, ruptura dos agregados e consequente exposição da matéria orgânica à ação de microrganismos. Nas áreas agrícolas, a aplicação de 40 mm de vinhaça por 20 anos na Usina São José do Pinheiro e 90 mm por anos por 9 anos na Usina Campo Lindo não contribuíram com o aumento do Cmic. Vale lembrar que a amostragem ocorreu 12 meses após a aplicação de vinhaça, avaliando apenas seu efeito acumulativo.

Quando avaliada a atividade dos microrganismos através da análise de respiração basal (RBS) foi observado maior atividade microbiana na área de mata, seguido da área com cultivo de cana-de-açúcar com vinhaça, e menor atividade na área com cultivo de cana-de-açúcar sem vinhaça. Porém esta maior respiração esteve relacionada à maior população de microrganismo, já que os valores de qCO₂ foram menores para as áreas de mata.

O quociente metabólico (qCO₂), que representa a quantidade de C-CO₂ liberado por unidade de biomassa microbiana em determinado tempo, apresentou diferença entre os sistemas de manejo avaliados. Apresentou maiores valores para as áreas cultivadas, com

e sem aplicação de vinhaça e menor valor para o ambiente natural. Valores elevados de qCO₂ são indicadores de estresse ou distúrbio (CARNEIRO et al., 2009), portanto este menor valor em áres nativas mostra menor atividade pela população microbiana, indicando maior equilíbrio e menor estresse ambiental. Maiores valores indicam que a população microbiana se encontra em condições adversas ou que o local recebeu incorporação de resíduos orgânicos (CAPUANI et al., 2012). Num estudo parecido, Santos et al. (2004), observaram maior liberação de CO₂ no sistema nativo em relação as áreas agrícolas e indica que isso pode ocorrer em função da constante incorporação de resíduos, com acúmulo de matéria orgânica, promovendo uma alta biomassa e atividade biológica sobre esse material. Provavelmente os resultado de qCO₂ obtidos neste estudo indicam situação de estresse, já que o manejo adotado para a cultura não inclui adição de resíduos orgânicos.

Os microrganismos do solo são bons indicadores para avaliar o efeito de manejos sobre a qualidade de solos por serem sensíveis às mudanças no ambiente, proporcionando uma resposta rápida. O manejo da vinhaça pode interferir nas propriedades microbiológicas do solo de forma benéfica ou maléfica, dependendo da quantidade de vinhaça aplicada, forma e tempo de aplicação (MARTINS; CAMPOS, 2011). Podemos observar neste estudo que a aplicação de vinhaça não promoveu aumento do Cmic, aumentou a respiração microbiana, mas não alterou o qCO₂, indicando que estes volumes aplicados não promoveram melhoria nos atributos microbiológicos avaliados. Estes resultados indicam que maiores volumes poderiam ser aplicados, porém com estudos de avaliação da velocidade de infiltração e capacidade de armazenamento pelo solo, além do acompanhamento dos atributos físicos e químicos dos solos e da qualidade das águas.

Fauna edáfica

Dentre a comunidade da fauna edáficas coletadas neste trabalho, destacou-se a abundância da ordem das Hymenoptera em basicamente todas as áreas, principalmente as formigas. Num estudo parecido, Santos et al. (2008), ao analisar áreas sob sistema plantio direto com diferentes espécies de cobertura, foi evidenciada a predominância do grupo Formicidae, que representou 36,3% da densidade total de indivíduos. Segundo Fowler et al. (1991), as formigas são organismos dominantes nos ecossistemas, tanto em riqueza de espécies quanto em abundância, sendo conhecidas como “engenheira do ecossistema”, isso porque esses organismos contribuem para a fertilidade do solo, através do seu hábito de vida.

Segundo Nunes et al. (2008), As formigas ocupam os mais diversificados nichos no ecossistema. Estudos com formigas (Hymenoptera) em agroecossistemas têm confirmado a potencialidade destes organismos como bioindicadores de perturbações ambientais (BARETTA et al., 2003; SILVA et al., 2012).

Pinto et al. (2004), fez levantamento de fauna em plantio de *Eucalyptus rophyllana* na região amazônica e encontraram de Coleoptera nos meses com maiores índices pluviométricos. Este estudo possui resultado semelhantes com esta pesquisa, uma vez que na área de mata da Usina São José do Pinheiro foi encontrada predominância de coleóptera.

Quando comparada as áreas com a aplicação da vinhaça e sem a aplicação da vinhaça, observou-se que as áreas sem aplicação demonstraram uma maior quantidade de espécimes, isso pode ser devido a vinhaça provocar a morte ou expulsão de muitas espécies da fauna edáfica. Segundo Cordeiro et al. (2004), o tipo de manejo e a modificação da quantidade de resíduos vegetais sobre o solo podem promover novos habitats e disponibilidade de alimento, alterando a diversidade da comunidade da macrofauna edáfica.

Os resultados desta pesquisa corroboram com os encontrados por Pasqualin et al. (2012), eles afirmam que os tratamentos com palhada de cana-de-açúcar beneficiaram a população das aranhas por promoverem abrigo e alimentos para o grupo e suas presas. Esses autores também observaram a predominância do grupo Formicidae nas áreas de cana, enquanto Portilho et al. (2011) concluíram que esse grupo foi o mais representativo em todos os níveis de palhada de cana.

Segundo Moço et al. (2005), a maior ou menor associação de determinados grupos da fauna edáfica se deve ao tipo de preparo do solo e aos resíduos vegetais mantidos na superfície do solo, proporcionando um ambiente favorável à sobrevivência destes grupos. De acordo com Baretta et al. (2006), a fauna do solo pode ser utilizada como bioindicador das alterações advindas do manejo do solo.

Os grupos de ocorrência nesse trabalho estão distribuídos em diversas ordens como Hymenoptera, Aranae, Coleoptera, Orthoptera, Diptera entre outras, sendo de suma importância para a manutenção dos ecossistemas. Aguiar e Buhrnheim (2011), abordam que a representatividade de alguns táxons estão relacionados a disponibilidade de alimento na área, principalmente para os predadores como Pseudoscorpionida, Araneae e Hymenoptera que podem ser atraídos pela presença de presas no local. Sendo um indicativo de estabilidade do ecossistema pela manutenção das cadeias alimentares (BENAZZI et al., 2013).

De acordo com os resultados encontrados nessa pesquisa, percebe-se que os organismos presentes nas áreas são muito importantes para o solo, para a cultura e o meio ambiente entre outros. Porém nas áreas que se utilizam a vinhaça ocorre uma menor quantidade de indivíduos, o que provoca perda da funcionalidade dos mesmos sobre o solo. Uma vez que estes macroinvertebrados são fundamentais para o desenvolvimento e equilíbrio do ecossistema, sendo considerados potenciais indicadores das condições ambientais, bem como suas variações. Esses invertebrados ocupam todos os níveis tróficos da cadeia

alimentar edáfica, afetando direta e indiretamente a produção primária (BARETTA et al., 2010; BARETTA et al., 2011).

Comparando-se os organismos coletados nas usinas São José do Pinheiro e Campo Lindo foi observado que na Usina Campo Lindo foi capturada maior abundância, no entanto a maioria deles são formigas (96%), o que interfere na diversidade local. Na Usina São José do Pinheiro foi identificada maior quantidade de ordens, família, gênero e espécies, devido a isso a Usina Pinheiro possui uma maior riqueza de fauna edáfica do que a usina Campo Lindo, fato comprovado pelo índice de diversidade de Shannon, aplicados sobre as duas áreas, a São José do Pinheiro tem um índice maior ($H=3,06$) do que a Campo Lindo com $H= 0,34$. Além disso as formigas são insetos sociais e os formigueiros são considerados como organismos. Quanto à comunidade de organismos encontrados na fauna das áreas de plantio com aplicação de vinhaça verificou-se que a Usina São José do Pinheiro apresentou maior número de espécies ($H= 2,82$) que a Usina Campo Lindo ($H= 1,27$).

A riqueza de grupos coletados entre as áreas de plantio sem aplicação da vinhaça, nota-se que a Usina São José do Pinheiro difere da outra Usina por possuir uma maior comunidade. Apresentando melhor índice de diversidade ($H= 2,74$) quando comparada com a área de plantio sem vinhaça da Campo Lindo ($H= 0,85$). Nesse sentido pode-se avaliar que a Usina São José do Pinheiro possui uma fauna mais favorável e vantajosa que pode contribuir para melhorar o solo a possuir um maior desenvolvimento, produção, e rentabilidade.

Os fragmentos de mata Nativa são ecossistemas abertos, onde possui um solo rico em serapilheira e matéria orgânica, mantida pela atividade dos indivíduos que vivem no solo. No entanto, apresentaram baixos índices de diversidade, sem diferença significativa entre eles, principalmente no fragmento de mata da Usina São José do Pinheiro ($H= 2,42$) em relação ao fragmento da Usina Campo Lindo ($H= 2,62$). O município de Laranjeira está localizado na região da Mata Atlântica considerado como um dos biomas com grande biodiversidade e o de Nossa Senhora das Dores está localizado no agreste sergipano uma região de transição entre a Mata Atlântica e a Caatinga, provavelmente pela proximidade dos canaviais, estes fragmentos sofrem interferência da ação humana, principalmente da fumaça e fuligem nas constantes queimadas das folhas da cana realizada antes do corte. E pela proximidade dos canaviais esses fragmentos de vegetação nativa não exercem o papel ecológico na manutenção das espécies locais.

CONCLUSÕES

A mudança no uso da terra para produção em monocultura afetou os atributos físicos e microbiológicos e a maioria dos atributos químicos avaliados. Em relação a aplicação de vinhaça à lavoura de cana-de-açúcar, não foi observado alterações nos atributos físicos

avaliados de teor de umidade, densidade e porosidade e microbianos, mas alterou positivamente, as propriedades químicas, proporcionando melhoria na fertilidade, pelo maior aporte de nutrientes para a maioria das variáveis analisadas em relação às outras áreas, ressaltando que promoveu diminuição do teor de Mg e não acidificou o solo.

Foi observado baixa diversidade nas regiões das duas usinas, principalmente na Usina Campo Lindo, com predominância de formigas. O manejo do solo e a monocultura provavelmente colaboraram para a redução da biodiversidade local. Não houve diferença significativa no índice de diversidade entre as áreas com e sem aplicação de vinhaça. Os fragmentos de mata nativa não cumprem seu papel ecológico na manutenção das espécies locais.

A aplicação de maiores volumes de vinhaça nestas áreas poderá contribuir com a melhoria da qualidade destes solos.

■ REFERÊNCIAS

1. AGUIAR, N. O.; BÜHRNHEIM, P. F. Pseudoscorpionida (Arachnida) em galerias de colônias de Passalidae (Coleoptera, Insecta) em troncos caídos em floresta de terra firme da Amazônia, Brasil. *Acta Amazônica*, v. 41, n. 2, p. 311-320, 2011.
2. ALCÂNTARA, F. A. Manejo Agroecológico do Solo. Embrapa Arroz e Feijão. Santo Antônio de Goiás, GO. 2017.
3. ALTIERI, M. A. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 110 p.
4. ANDRADE, F.P. Uso da vinhaça na fertirrigação: revisão da literatura sobre a técnica e seus benefícios. Lorena, SP, 2012. 57 f. Monografia (conclusão da disciplina Trabalho de Conclusão do Curso II) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2012.
5. AQUINO, A. M. de; CORREIA, M. E. F.; ALVES, M. V. Diversidade da macrofauna edáfica no Brasil. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. (Eds.). Biodiversidade do solo em ecossistemas tropicais. Lavras: Editora da UFLA, p.143-170, 2008.
6. ARSHAD, M.A.; LOWER, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Eds.). Methods for assessing soil quality. Soil Science Society of America, p.123-141, (Special publication, 49), 1996.
7. BABUJIA, L. C.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; BROOKES, P. C. Microbial biomass and activity at various soil depths in a Brazilian oxisol after two decades of no-tillage and conventional tillage. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 42, n. 12, p. 2174-2181, 2010.
8. BARETTA, D.; BROWN, G. G.; CARDOSO, E. J. B. N. Potencial da macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores da qualidade do solo em áreas de Araucaria angustifolia. *Acta Zoológica Mexicana*. México, v. 2, p. 135-150, 2010.
9. BARETTA, D.; MAFRA, A. L.; SANTOS, J. P. C.; AMARANTE, C. T. V.; BERTOLI, I. Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 41, n. 11, p. 1675-1679, 2006.

10. BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, A. L.; WILDNER, L. do P.; MIQUELIUTI, D. J. Fauna edáfica avaliada por armadilhas e catação manual afetada pelo manejo do solo na região Oeste Catarinense. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v. 2, n. 2, p. 97-106, 2003.
11. BARETTA, D.; SANTOS, J. P. C.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRAFILHO, L. C. L.; ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A. L.; GATIBONI, L. C. Tópicos em Ciências do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 7, p. 141-192, 2011.
12. BARROS, P. B. Estudo dos efeitos da aplicação da vinhaça na qualidade de solos em cultivos de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), e o uso de indicadores no sistema de produção, 2008. Disponível em: <http://www.webartigos.com/articles/5211/1/pagina1.html>, Acessado em 28 de setembro de 2010.
13. BARROS, R. P. et al. Alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 40, n. 3, p. 341-346, jul./set. 2010.
14. BARROS, P. B. Estudo dos efeitos da aplicação da vinhaça na qualidade de solos em cultivos de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), e o uso de indicadores no sistema de produção, 2008.
15. BEBÉ, F.V.; ROLIM, M.M.; PEDROSA, E.M.R; SILVA, G.B.; OLIVEIRA, V.S. Avaliação de solos sob diferentes períodos de avaliação com vinhaça. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, PB. v. 13, n.6, p. 781-787, 2009.
16. BENAZZI, E. S.; BIANCHI, M. O.; CORREIA, M. E. F.; LIMA, E.; ZONTA, E. Impactos dos métodos de colheita da cana-de-açúcar sobre a macrofauna do solo em área de produção no Espírito Santo – Brasil. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 6, p. 3425-3442, 2013.
17. BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Comportamento de Índices de Diversidade na Composição da Arborização de Ruas. Floresta e Ambiente, v. 23, n 4, p.475-486, 2016.
18. BOWLES, T. et al. Soil enzyme activities, microbial communities, and carbon and nitrogen availability in organic agroecosystems across an intensively-managed agricultural landscape. Soil Biology and Biochemistry, v. 68, p. 252-262, 2014.
19. BROWN, G. G.; MASCHIO, W.; FROUFE, L. C. M. Macrofauna do solo em sistemas agroflorestais e Mata Atlântica em regeneração nos municípios de Barra do Turvo, SP, e Adrianópolis, PR. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 51 p.
20. CAPUANI, S.; RIGON, J. P. G.; BELTRÃO, N. E. de M.; NETO, J. F. de B. Atividade microbiana em solos, influenciada por resíduos de algodão e torta de mamona. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.16, n.12, p.1269–1274, 2012.
21. CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D. DE; REIS, E. F. dos; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. de. Atributo físico, químico e biológico de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. Revista Brasileira de ciência do solo, v.33, p.147-157, 2009.
22. CARVALHO, E. R. et al. Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agronômicas da soja e nutrientes do solo. Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 4, p. 930-939, 2011.
23. CARVALHO, T. B. Eficiência de uso da água no cultivo de cana-de-açúcar, 1^a folha, em diferentes épocas de plantio. São Cristóvão, Sergipe, 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos): Universidade Federal de Sergipe, 2016.

24. CASSOL, E. A. et al. Erosividade das chuvas em Taquari, RS, determinada pelo índice EI30, no período de 1963 a 1999. In: reunião brasileira de manejo e conservação de solo e água, 15., 2004, Santa Maria. Anais SBCS, 2004.
25. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo- Norma Técnica. Vinhaça – Critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola. 3.ed. Altos Pinheiros, São Paulo, 15 p. 2015.
26. CORDEIRO, F. C.; DIAS, F. C.; MERLIM, A. O.; CORREIA, M. E. F.; AQUINO, A. M.; BROWN, G. Diversidade da macrofauna invertebrada do solo como indicadora da qualidade do solo em sistema de manejo orgânico de produção. Revista Universidade Rural, Seropédica, v. 24, n. 2, p. 29-34, 2004.
27. COSTA, F. de S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no Sul do Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p.323-332, 2008.
28. EMBRAPA SOLOS: Livro técnico. Manual de métodos de análise de solo. Brasília, DF: Embraapa, 2017. 573 p.
29. FARIAS, F.J. Atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo em sistema agroecológico de produção. São Cristóvão, Sergipe. 2018. 41 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia em Agroecologia): Instituto Federal de Sergipe, Sergipe. 2018.
30. FARINELLI, R; MUSSI, I. E.; MANCINI, R. T. A. Uso de resíduos agroindustriais de cana-de-açúcar na adubação da cultura do milho. CIÊNCIA E CULTURA - Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário da FEB. v. 13, n . 2, p. 65-73. 2017.
31. FERREIRA, D.F. Sistema de análises de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1).
32. FOWLER, H. G.; FORTI, L. C.; BRANDÃO, C. R. F.; DELABIE, J. H. C.; VASCONCELOS, H. L. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. Brasília: Manole; São Paulo: CNPq, p. 131-223. 1991.
33. FREITAS, L. et al. Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo. UNIMAR CIÊNCIAS. Marília/SP. v. 26, n.1, p. 08-25, 2017.
34. FREITAS. L. Influência de fragmentos florestais nativos sobre os parâmetros químicos, físicos e microbiológicos de solos cultivados com cana-de-açúcar. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2011. 115 p.
35. FUJIHARA, R. T.; FORTI, L. C.; ALMEIDA, M. C.; BALDIN, E. L. L. Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias. Botucatu: Editora FEPAF, 2011, 391p.
36. GAMA-RODRIGUES, E.F.; BARROS, N.F.; GAMARODRIGUES, A.C. & SANTOS, G.A. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 9, 893-901, 2005.
37. GONZÁLEZ, G.; LEY, R. E.; SCHMIDT, S. K.; ZOU, X.; SEASTEDT, T. R. Soil ecological interactions: comparisons between tropical and subalpine forests. Oecologia, New York, v. 128, p. 549-556, 2001.

38. HUNGRIA, M.; SILVA, A. P.; BABUJIA, L. C.; FRANCHINI, J. C.; SOUZA, R. A. Microbial biomass under various soil- and crop management systems in shortand long-term experiments in Brazil. *Field Crops Research.* v 119, n 1, p 20-26, 2010.
39. IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - abril 2017. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/sergipe>>. Acesso em 20 de julho de 2020.
40. IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - abril 2018. <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/sergipe>. Acesso em 20 de julho de 2020.
41. IBGE. Localização geográficas das cidades Sergipanas - abril 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se>. Acesso em 22 de abr. de 2020.
42. LIBONI, L. B.; CEZARINO, L. O. Impactos sociais e ambientais da industria da cana-deaçúcar. *Future Studies Research Journal.* v. 4, n. 1, p. 202 - 230, 2012.
43. MADEJON, E.; LOPEZ, R., MURILLO, J.M.; CABRERA, F. Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effect on crops and chemical properties of a Cambisol soil in the Guadaluquivir river valley (SW Spain). *Agriculture, Ecosystems e Environment*, v.84, p.53–65, 2001.
44. MAGALHÃES, V. R. Influencia de doses de vinhaça nas características agronômicas de variedade de cana de açúcar cana-planta e atributos químicos do solo. 2010. 89f. Dissertação (Mestrado Produção Vegetal): Universidade Estadual de Montes Claros, Unimontes, Janaúba, 2010.
45. MARTINS, M.E. Atributos de um latossolo sob aplicação de vinhaça e cultivo de cana-de-açúcar. Cuiabá, MT. 2011. 70 f. Dissertação (Mestre em Agricultura Tropical), Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso. 2011.
46. MARTINS, M.E.; CAMPOS, D.T.S.; BIANCHINI, A. Atributos de um Latossolo sob aplicação de vinhaça e cultivo de cana-de-açúcar. 2011.53p. (Tese em Agronomia) Universidade de Mato Grosso, Cuiabá – MT, 2011.
47. MATIAS, M. da C.B.S.; SALVIANO, A.A.C.; LEITE, L.F. de C.; ARAÚJO, A.S.F. MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F.; FRANCELINO, C. S. F.; CAVALHEIRO, J. C. T.; OTSUBO, A. A. Biomassa microbiana em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. *Acta Scientiarum: Agronomy*, Maringá, v. 34, n. 4, p. 479-485, 2008.
48. MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F.; FRANCELINO, C. S. F.; CAVALHEIRO, J. C. T.; OTSUBO, A. A. Biomassa microbiana em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. *Acta Scientiarum: Agronomy*, Maringá, v. 34, n. 4, p. 479-485, 2008.
49. MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 555-564, 2005.
50. MOITINHO, M. R.; PADOVAN, M. P.; PANOSO, A. R.; LA SCALA JR, N. Efeito do preparo do solo e resíduo da colheita de cana-de-açúcar sobre a emissão de CO₂. *R. Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.37, p.1720-1728, 2013.
51. MOREIRA, W. H. et al. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférrico em sistema de integração lavoura-pecuária. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.36, n.2, p.389-400, mar/abr. 2012.

52. NOVACANA. A produção de cana-de-açúcar no Brasil (e no mundo). 2018. Disponível em: <https://www.novacana.com>. Acesso em 30 de mai. de 2020.
53. NUNES JÚNIOR, D. Torta de filtro do resíduo a produto nobre. Idea New, v.8 n, 92, p. 22-30, 2008.
54. NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A.; MENEZES, R. I. Q. Recolonização da fauna edáfica em áreas de Caatinga submetidas a queimadas. Revista Caatinga, (Mossoró, Brasil), v. 21, n. 3, p. 214-220, 2008.
55. OLIVEIRA, D. M. S; LIMA, R. P; VERBURG, E. E. J. Qualidade física do solo sob diferentes sistemas de manejo e aplicação de dejeto líquido suíno. Campina Grande, PB. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.19, n.3, p.280–285, 2015.
56. PASQUALIN, L. A.; DIONÍSIO, J. A.; ZAWADNEAK, M. A. C.; MARÇAL, C. T. Macrofauna edáfica em lavouras de cana-de-açúcar e mata no noroeste do Paraná - Brasil. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. 1, p. 7-18, 2012.
57. PINTO, R.; ZANUNCIO JUNIOR, J. S.; ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, J. C.; LACERDA, M. C. Coleópteros coletados com armadilhas luminosas em palntio de *Eucalyptus urophyllana* região amazônica brasileira. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 111-119, 2004
58. PORTILHO, I. I. R.; BORGES, C. D.; COSTA, A. R.; SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M. Resíduos da cultura da cana-de-açúcar e seus efeitos sobre a fauna invertebrada epigeica. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. 3, p. 959-970, 2011.
59. PORTUGAL, A.F; COSTA, O.D.V.; COSTA, L.M. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da Zona da Mata mineira. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, n. 2, p. 575-585, 2010.
60. PRIMAVESI, A. Manejo ecológico do solo: a em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 1979. 579 p.
61. RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B; CASALI, S. A; CONSTANTINO, R. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012, 810p.
62. REDIN, M. et al.; Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 381-392. 2011.
63. REICHERT, J.M. Variação temporal de propriedades físicas do solo e crescimento radicular de feijoeiro em quatro sistemas de manejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, n. 3, p. 310-319, 2009.
64. RENNER, L. M. et al.; A importância da fauna no solo. Caderno Rural: Ed. 205, 2017.
65. ROLIM, M. M. et al.; Influência de uma lagoa de distribuição de vinhaça na qualidade da água. Revista Ambiente Água, v.8, p.155-171, 2013.
66. ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; MENDES, I. C.; REIS JUNIOR, F. B.; SANTOS, J. C. F.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana do solo: fração mais ativa da matéria orgânica. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. (Ed.). Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p. 163-198.

67. SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; BECQUER, T.; BALBINO, L. C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 43, n. 1, p. 115-122, 2008.
68. SANTOS, I. S.; SILVA, M.B.; SOUZA, M. A. S. Alterações nos atributos químicos do solo por aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar. Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde, 2012.
69. SANTOS, V. B. dos.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. da S. SILVA, D. G. da. Biomassa, atividade microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de um planossolo sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.10, n. 3, p. 333-338, jul-set, 2004.
70. SILVA, C. F. da; PEREIRA, M. G.; MIGUEL, D. L.; FERNANDES, J. C. F.; LOSS, A.; MENEZES, C. E. G.; SILVA, E. M. Carbono orgânico total, biomassa microbiana e atividade enzimática do solo de áreas agrícolas, florestais e pastagem no médio Vale do Paraíba do Sul (RJ). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, n. 6, p. 1680-1689, 2012a.
71. SILVA, C. T. C. B. Efeito da cobertura do solo sobre atributos físicos e microbiológicos. São Cristóvão, Sergipe. 2019. 19 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia em Agroecologia): Instituto Federal de Sergipe, Sergipe. 2019.
72. SILVA, E. E.; AZEVEDO, P.H. S. de; DE-POLLI, H. Determinação de carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C) Embrapa Agrobiologia - Comunicado Técnico, 98, Ago. 2007b. 6 p.
73. SILVA, E. E.; AZEVEDO, P.H. S. de; DE-POLLI, H.. Determinação de carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C). Seropédica: Embrapa Agrobiologia - Comunicado Técnico, 98,, 2007c.
74. SILVA, J.; JUCKSCH, I.; FERES, C. I. M. A.; TAVARES, R. C. de. Fauna do solo em sistemas de manejo com café. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v. 3, n. 2, p. 59-71, 2012b.
75. SILVA, M. A. S. DA; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.108- 114, 2007a.
76. SOBRAL, L. F.; MACEDO, L. C. B. de; SANTOS, R. C. Fundamentos da analise de solo para fins de recomendação de fertilizantes. In: SOBRAL, L. F.; VIEGAS, P. R. A.; SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINO, H.B.; SILVA, C.A. Frações do carbono orgânico, biomassa e atividade microbiana em um Latossolo Vermelho sob cerrado submetido a diferentes sistemas de manejos e usos do solo. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.28, p.323-329, 2006.
77. SOUTO, P. C.; BAKKE, I. A.; SOUTO, J. S.; OLIVEIRA, V. M. DE. Cinética da respiração edáfica em dois ambientes distintos no semiárido da Paraíba, Brasil. *Revista Caatinga*, v.22, p.52-58, 2009.
78. STEINBEISS, S.; GLEIXNER, G.; ANTONIETTI, M. Effect of biochar amendment on soil carbon balance and soil microbial activity. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 41, n. 6, p. 1301-1310, 2009.
79. TOMITA, C.K. Manejo em sistemas orgânico e convencional: epidemiologia e controle de doenças em culturas de goiaba, gipsofila e pupunha. Brasília. 2009. 187 f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia): Universidade de Brasília– Brasília. 2019.

80. TRANNIN, I.C.B.; SIQUEIRA, J.O. & MOREIRA, F.M.S. Características biológicas do solo indicadoras de qualidade após dois anos de aplicação de biofertilizante industrial e cultivo de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:1173-1184, 2007.
81. TRINDADE, E. F. S. et al.; Disponibilidade de fósforo em solos manejados com e sem queima no nordeste paraense. *Amazônia: Ci. & Desenv.*, Belém, v. 6, n. 12, 2011.
82. TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. *Estudo dos Insetos*, 2 ed, São Paulo: Cengage Learning, 2015, 761p.
83. URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Análise Quantitativa e Distribuição de Populações de Espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. *Neotropical Entomology*, n. 34, v. 1, p 033-039, 2005.
84. ZOLIN, C. A.; PAULINO, J. ; BERTONHA, A.; FREITAS, P. S.L; FOLEGATTI, M.V. Estudo exploratório do uso da vinhaça ao longo do tempo. I. Características do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.1, p.22–28, 2011.

“

Efeito de diferentes doses de adubação orgânica no desenvolvimento da couve-manteiga no Vale do Submédio São Francisco

- | Rubens Silva **Carvalho**
- | Olorounchola David **Didolanvi**
UNEB
- | Kaique da Silva **França**
UNEB
- | Rayla Mirele Passos **Rodrigues**
UNEB
- | Raiane Lima **Oliveira**
- | Lucas Oliveira **Reis**
UNIVASF

RESUMO

As brássicas vêm ganhando destaque no cenário da olericultura orgânica, no entanto, são poucas as pesquisas nesta área, principalmente com adubos orgânicos. Estes possuem inúmeras qualidades, além de melhorar a fertilidade e a química do solo, estimulam o desenvolvimento de microrganismos benéficos. Objetivou-se com esta pesquisa estudar o efeito de doses de esterco caprino no desempenho de plantas de couve, em sistema orgânico. O experimento foi conduzido na Universidade do Estado da Bahia-UNEB, Campus III em um Neossolo Flúvico. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições. As doses foram: D1- 0 t ha⁻¹, D2 - 30 t ha⁻¹, D3 - 60 t ha⁻¹ e D4 - 90 t ha⁻¹. A dose de 60 t ha⁻¹, proporcionou os melhores Resultados para todas as variáveis analisadas, obtendo-se diferença estatística da dose de 60 t ha⁻¹, quando comparada a dose de 0 t ha⁻¹, na variável comprimento da folha, sendo então a dose melhor resultado neste estudo para o cultivo da couve-manteiga.

Palavras-chave: Neossolo, Olericultura, Meio Ambiente, Biofertilizante, Humificação.

INTRODUÇÃO

A couve-de-folha destaca-se como uma das mais importantes hortaliças cultivadas no ocidente, sendo a variedade que mais se assemelha à ancestral couve silvestre *Brassica oleracea* (L.) var. *silvestris* cuja domesticação é basicamente europeia (FILGUEIRA, 2008). Nessa família as plantas são atacadas por diversas pragas, tais como: pulgões, curuquerê-da-couve, traça-das-crucíferas, lagarta-rosca e lagarta-mede-palmo (FILGUEIRA, 2008). O controle químico é a tática mais utilizada para o controle de *A. monuste orseis* em brássicas, através de aplicações periódicas de inseticidas sintéticos registrados (FILGUEIRA, 2008). Além do alto custo, esta prática tem gerado inúmeros inconvenientes, tornando sua viabilidade questionável (ROEL et al., 2000). Devido aos possíveis efeitos prejudiciais ao meio ambiente, os agricultores têm procurado medidas menos agressivas, favorecendo a sustentabilidade ambiental e econômica das lavouras (KOVACH et al., 1992). Aliado a isso, tem aumentado a preferência dos consumidores por hortaliças orgânicas, beneficiando indiretamente os produtores, uma vez que esses produtos alcançam preços melhores no mercado (LOVATTO; GOETZE; THOMÉ, 2004). Algumas exigências observadas no cultivo dessa cultura é a preferência da mesma em solo bem drenado, fértil e principalmente rico em matéria orgânica. Sabe-se que durante o processo de transição agroecológica, uma das principais dificuldades encontradas pelos agricultores é a disponibilidade de insumos de base ecológica que se enquadrem nas especificidades deste tipo de produção, dentre eles, fertilizantes orgânicos capazes de proporcionar bons rendimentos aos cultivos e, ao mesmo tempo, possibilitar melhorias nas características químicas, físicas e biológicas do solo

(OLIVEIRA, 2004). Um dos adubos que se enquadram nas especificidades desse modelo de produção agrícola é o esterco caprino, que é encontrado de fácil acesso na região Nordeste, devido à alta produção de caprinos. Porém ainda é escassa a disponibilização e/ou novas tecnologias para produtores rurais, capazes de maximizar a sua produção de forma orgânica com a utilização desse adubo. Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar o rendimento de couve folha, quando adubada por diferentes dosagens de esterco caprino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área de campo da UNEB, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS), Campus III, localizado no município de Juazeiro, Estado da Bahia, em um Neossolo Flúvico. A região está situada a 9° 25' de latitude sul e 40° 29' de longitude oeste, com altitude de 366 m. De acordo com a classificação climática de Köeppen, o clima é BSh,(clima semi-árido quente), (TEXEIRA, 2001), caracterizado por chuvas distribuídas de novembro a março entre 250 mm e 500 mm e estiagem no inverno e temperatura anual

média igual 24,2 °C, com média máxima de 29,6 °C e mínima de 20,3 °C. As temperaturas mais elevadas se distribuem entre os meses de janeiro e fevereiro, enquanto a média mensal mais baixa ocorre no mês de junho e julho. Foi utilizada a variedade da Couve manteiga (Coliflor de hojas Manteiga – Cabbage manteiga), durante um período de setenta e um dias, desde o plantio até a colheita. A área experimental foi composta por quatro tratamentos e quatro repetições ao acaso, constituindo-se então dezesseis canteiros, no qual foram testadas quatro dosagens: 0, 30, 60 e 90 t ha⁻¹. Quanto ao preparo do solo, foi dividida basicamente em duas fases, no qual a primeira foi composta por atividade mecanizada, fazendo então a princípio uma escarificação seguida de uma gradagem e o levantamento de canteiros. A aplicação do adubo orgânico utilizado como o esterco caprino, foi incorporada ao solo quatro dias antes da realização do transplante de mudas. Os canteiros no qual constituíam a unidade experimental possuíam 0,60 m X 2,0 m de largura por comprimento, respectivamente. O espaçamento da couve, foi de 60 cm entre plantas, constituindo uma fila longitudinal no canteiro e 5 plantas por unidade experimental. A colheita foi realizada manualmente, retirando a planta por completo do solo. Em relação aos tratos culturais, foram realizadas pulverizações via foliar de biofertilizantes e defensivos orgânicos como óleo de nim, extrato de fumo e calda bordalesa, com o intuito de manter as plantas bem nutritas e isentas de ataques de organismos capazes de provocar ou transmitir doenças. Quanto ao solo em que foi implantado o experimento, é considerado um Neossolo Flúvico, textura arenosa, com baixo teor de matéria orgânica, baixa capacidade de retenção de umidade. Com características químicas da camada arável, observou-se: pH (H₂O) = 6,80; P = 104,00 mg/dm³; K, Ca, Mg e Al = 0,85, 3,60, 0,10 e 0,00 cmolc/dm³, respectivamente. O esterco caprino utilizado foi adquirido no Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Universidade do Estado da Bahia. A colheita foi feita manualmente, retirando a planta completa do solo. As variáveis agronômicas avaliadas foram; Número de folhas por planta (N.F/P), clorofila B (C.B), largura de folha (L.F) e comprimento da folha (C.F). Foi utilizada uma fita métrica para medir a altura da planta, largura e comprimento da folha, para a realização da clorofila, foi feito com o auxilio do clorofiLOG. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados. Os dados obtidos foram analisados por meio de análise de variância ($p<0,05$) e quando significativo foi aplicado a análise de regressão polinomial através do programa WinStat).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis analisadas: Número de folhas por planta, teor de clorofila B e largura de folha não foram influenciadas significativamente ($p<0,05$) com a aplicação do esterco caprino (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância para as variáveis: Número de folhas (N.F/P), teor de clorofila B na folha (C.B) e largura da folha (L.F) em função de diferentes doses de esterco caprino (D1 – 0 t ha⁻¹, D2 – 30 ha⁻¹, D3 – 60 ha⁻¹, D4 – 90 ha⁻¹).

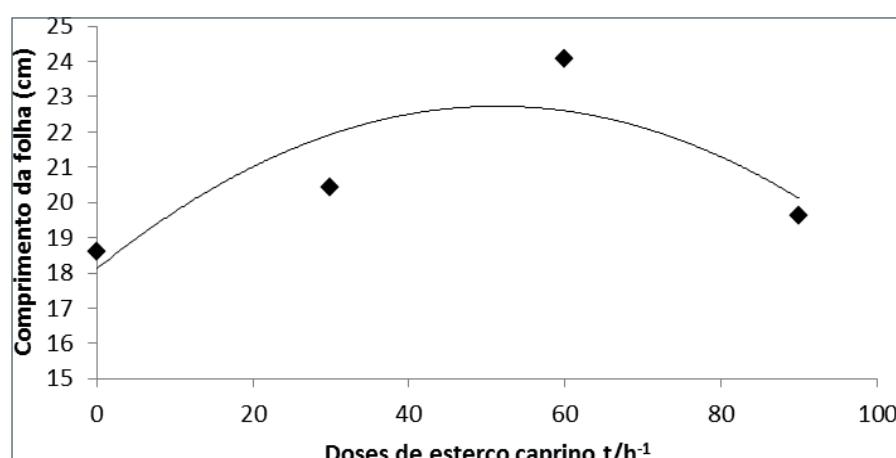
Váriaveis	Doses de esterco caprino t/h ⁻¹				^(b) CV%	R2	^(c) MG
	0	30	60	90			
N.F/P	^(a) 10,07	11,88	13,25	11,76	14,30	-	$\bar{Y}=11,74$
C.B	10,87	12,10	12,77	11,59	17,39	-	$\bar{Y}=11,83$
L.F	14,27	15,76	17,70	14,11	10,90	-	$\bar{Y}=15,46$

^(a)Médias originais por tratamentos; ^(b) CV= Coeficiente de variação; ^(c) MG= Médias geral dos tratamentos de cada variável.

É possível observar que para as variáveis analisadas: (N.F/P), (C.B), (L.F) os melhores resultados obtidos, foram quando a couve foi submetida à dose de 60 t ha⁻¹. Segundo KIEHL (2008) a incorporação de matéria orgânica no solo, com o tempo, vai se tornando fonte de nutrientes para os microrganismos que a decompõe. A ausência de diferença estatística significativa entre as doses para as várias características pode ter ocorrido devido o produto não ter atingido o ponto ideal de humificação, tendo se comportado, parcialmente, de forma contrária ao esperado. Segundo CALDEIRA et al. (2012) e KIEHL (2008), o processo de decomposição e humificação depende do material de origem e da idade do mesmo, já que fontes vegetais mais jovens decompõem-se mais rapidamente do que as mais velhas por possuírem menos celulose, porém são mais ricas em substâncias solúveis. Com isso, é possível afirmar que a alimentação do animal pode influenciar na composição do esterco e por fim obter estercos com diferentes fases de decomposição. Influenciando então no período de mineralização dessa matéria orgânica e disponibilização de nutrientes para as plantas.

Em relação ao (C.F) (Figura 1), observa-se que houve diferença estatística entre os tratamentos, obtendo-se um efeito estatístico quadrático, sendo então possível calcular o (X max), que corresponde a dosagem que obteve-se o melhor resultado para a variável analisada e (Y max), que é o melhor resultado da variável analisada, derivando a equação quadrática, nos fornecendo então a informação que o X max foi de 51,35 t ha⁻¹ e Y max de 22,73 cm.

Figura 1. Análise de variância para a variável comprimento da folha, em função de diferentes doses de esterco caprino.



Resultado esse da variável (C.F) bem semelhante aos encontrados por outros autores que recomendam para adubação de plantio com composto ou esterco de curral para a cultura da couve-flor, brócolis e repolho é de 40 a 60 t ha⁻¹ mais adubação inorgânica (RAIJ et al., 1997). Avaliando adubos orgânicos em repolho, OLIVEIRA et al. (2001) encontraram que 41 t ha⁻¹ proporcionou maior massa média de cabeça (900g) e maior produtividade (47 t ha⁻¹) utilizando esterco bovino, enquanto que a melhor dose para húmus de minhoca foi de 27 e 29 t ha⁻¹, proporcionando cabeças com médias de 700g e produtividade de 38 t ha⁻¹, respectivamente. Além disso, contribuiu para melhorar as condições fisico-químicas e biológicas do solo. Resultado similar foi encontrado para a cultura da couve de folhas, a qual respondeu até a dose de 54 t ha⁻¹ para massa fresca e seca de folhas. Já para a altura e o número de folhas, as respostas foram lineares a aplicação do composto (STEINER et al., 2009).

O fornecimento de matéria orgânica é muito importante, principalmente em solos tropicais onde a mineralização ocorre de forma mais intensiva. Visando compensar as perdas que ocorrem durante o ciclo, o fornecimento desse Material para folhosas e brássicas é indispensável (KIMOTO, 1993).

Na adubação de plantio recomenda-se a adubação orgânica juntamente com a inorgânica. Entretanto, a única Fonte nutricional deste experimento foi à orgânica. Assim, as melhores doses foram bastante semelhantes às indicadas por outros autores.

A dose de 60 t ha⁻¹ no plantio proporcionou o melhor desenvolvimento da variedade de couve-manteiga (*Coliflor de Hojas Manteiga – Cabbage manteiga*) em sistema orgânico no Vale do Submédio São Francisco.

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado da Bahia e ao Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais-(DTCS) do Campus III de Juazeiro-BA, pelo espaço e apoio na realização dos trabalhos.

■ REFERÊNCIAS

1. CALDEIRA, M. V. W.; HARD, M. P.; TAVARES, L. B. B.; SPERANDIO, H. V.; PILON, L. C. Maturidade de composto orgânico de resíduos do abatedouro de frangos. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Mossoró, v. 7, n. 2, p. 149-155. 2012.
2. FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia modernana produção e comercialização de hortaliças.3.ed. rev. e ampl. Viçosa, UFV, 2008. 421 p.
3. KIEHL, E. J. Adubação orgânica: 500 perguntas e respostas. Piracicaba: 1^a edição, 2008. 227 p., editora Degaspari.
4. KIMOTO, T. Nutrição e adubação de repolho, couve-flor e brócolo. In:

5. FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 149-178.
6. KOVACH, J.; PETZOLDT, C.; DEGNI, J.; TETTE, J. A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides. Ithaca, New York : Cornell University, 1992. 16p, New York's Food and Life Sciences Bulletin. n. 139, p. 2-8. 1992.
7. LOVATTO, P. B.; GOETZE, M.; THOMÉ, G. C. H. Efeito de extratos de plantas silvestres da família Solanaceae sobre o controle de *Brevicoryne brassicae* em couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*). Ciência Rural, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 971-978, 2004.
8. OLIVEIRA, S. A de. Limpeza Urbana: Aspectos Sociais, Econômicos e Ambientais. 2004. 113f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – OLIVEIRA, A.L.T.; SALES, R.O.; FREITAS, J.B.S.; LIMA LOPES, J.E. Alternativa sustentável para descarte de resíduos de pescado em Fortaleza. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v. 06, n. 2, p. 1-16, jul-dez, 2012.

“

Sistema agroflorestal como alternativa para restauração de mata ciliar, na região do médio Paraíba do Sul

- | Cristiana do Couto **Miranda**
IFRJ
- | Cristiane **Roppa**
IFRJ
- | Jaciara da Costa **Ponciano**
IFRJ
- | Iago Ferraz de Oliveira **Silva**
UFRRJ
- | Thays do Carmo Rocha **Otogali**
UFRRJ
- | Carlos Eduardo Gabriel **Menezes**

RESUMO

Os graves problemas socioambientais vigentes no Médio Paraíba do Sul, estado do Rio de Janeiro, refletem o histórico de ocupação e uso inadequado dessa região, além de uma relativa inércia da sociedade frente às questões de degradação ambiental, ressaltando a necessidade da conservação e recuperação de florestas, assim como dos serviços ecossistêmicos associados. Áreas de preservação permanente ao longo de cursos d'água, degradadas ou alteradas, em pequenas propriedades rurais, podem ter sua vegetação restaurada aliando a produção de alimentos e retorno econômico com produtos não madeireiros. Tendo por objetivos selecionar espécies florestais nativas de mata ciliar, da região do Médio Paraíba do Sul, e avaliar o seu desenvolvimento inicial, em um Sistema Agroflorestal para restauração de mata ciliar, foi implantado um modelo de SAF com espécies florestais em linhas de preenchimento e diversidade, associadas nas entrelinhas com inhame (*Colocasia esculenta*). Todas as espécies apresentam boa adaptação e sobrevivência, com exceção de *Euterpe edulis* (37,5%).

Palavras-chave: Restauração Florestal, Sucessão Secundária, Manejo Agroecológico, uso do Solo.

INTRODUÇÃO

No Médio Paraíba, as florestas foram substituídas pela grande cultura cafeeira e pastagens (pecuária extensiva) (Drummond, 1997), sem a adoção de medidas de conservação do solo. Esse histórico de uso deu origem a muitos ecossistemas degradados ou perturbados, que podem ser constatados na paisagem do município de Pinheiral-RJ. Nesse município, o atual cenário é representado por pequenos fragmentos florestais isolados em meio a pastagens perturbadas de baixíssima produtividade, onde as matas ciliares foram praticamente eliminadas, expondo os recursos hídricos a fontes de sedimentos, causando assoreamento e poluição. Grande parte desses ecossistemas encontra-se com tendência de degradação (MIRANDA et al., 2011). Além disso, esses efeitos desencadearam um impacto socioeconômico negativo nas famílias rurais, especialmente naquelas que viviam da agricultura familiar, levando-as ao empobrecimento e muitas vezes, ao abandono da terra.

Atualmente existem muitas propriedades rurais, constituídas pela agricultura familiar, localizadas (parcialmente ou completamente,) em área de preservação permanente ao longo dos cursos d'água, com algum nível de degradação, e que carecem da área para complementar a renda da família. Nessas, a implantação de medidas de restauração das matas ciliares através de Sistemas Agroflorestais (SAFs), associando espécies florestais nativas da região com espécies agrícolas, constitui um uso alternativo do solo, proporcionando conservação ambiental e produção de alimentos. Nesse modelo de restauração, o manejo do SAF deve favorecer a sucessão florestal secundária, mas é permitida a retirada de recursos naturais não madeireiros, ao longo dos diferentes estágios sucessionais da floresta, segundo a lei 12.651/2012 (Novo Código Florestal).

OBJETIVO

Selecionar espécies florestais nativas de mata ciliar, da região do Médio Paraíba do Sul, e avaliar o seu desenvolvimento inicial, após implantação em um Sistema Agroflorestal, para restauração de mata ciliar.

MATERIAIS E MÉTODOS

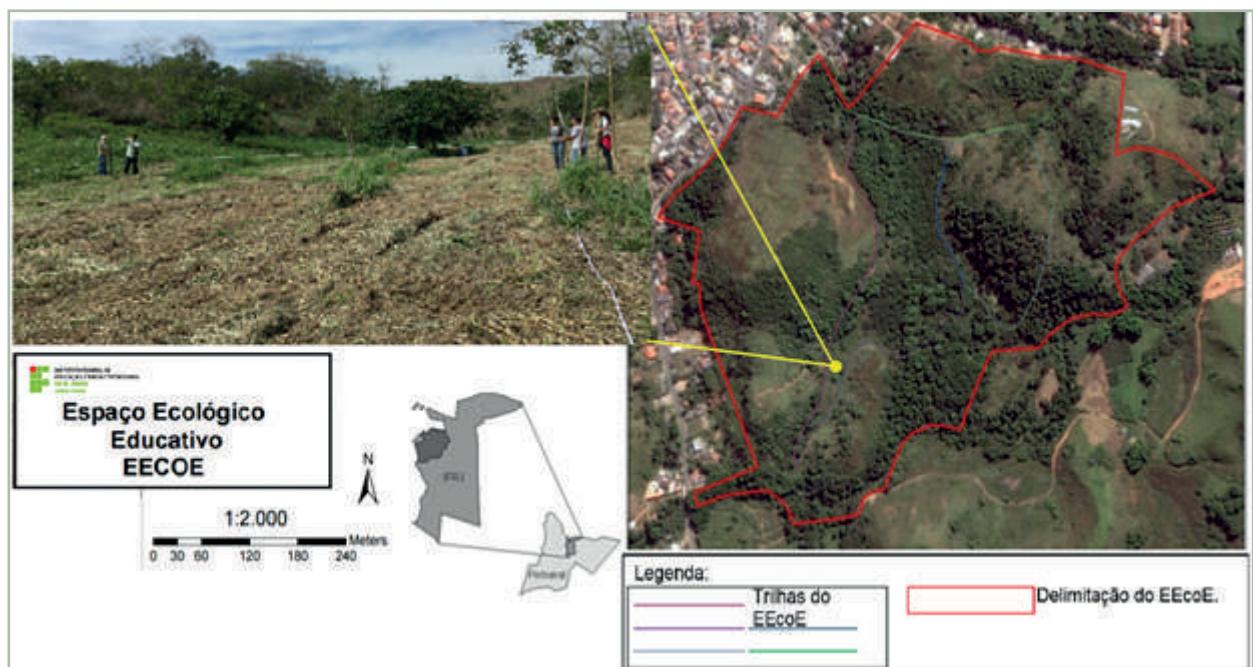
Área de estudo

O estudo foi realizado no Espaço Ecológico Educativo (EEcoE), que representa um laboratório ao ar livre do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ)- Campus Pinheiral. O EEcoE está delimitado sob as coordenadas UTM Zona

235, 7508700 N e 603400 L, compreendendo uma área total de 37 ha, inserida na sub-bacia do Ribeirão Cachimbal, afluente do Rio Paraíba do Sul (MIRANDA, 2019).

O município de Pinheiral faz parte da região do Médio Paraíba do Sul, estado do Rio de Janeiro, e abriga características representativas dessa região. A vegetação original compreende a Floresta Estacional Semidecidual, em área do Bioma Mata Atlântica (IBGE, 2012). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é Am tropical, com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual é de 20,9°C, com máxima de 33°C, em dezembro e janeiro, e mínima de 12°C em julho. A precipitação média anual é de 1.322 mm, apresentando excedente entre dezembro e março, e escassez hídrica entre junho a setembro (INMET, 1992).

Figura 1: Localização da Área experimental, no Laboratório Espaço Ecológico Educativo (EEcoE), Município de Pinheiral, RJ.



De acordo com o mapeamento de uso e ocupação do solo realizado no Laboratório EEcoE, a área possui 41,4 % de pasto sujo, 37,8 % de capoeira, 20,8 % de floresta e 7,0 % de solo exposto (MIRANDA, 2019). A classe de floresta está dividida em duas formações florestais: Floresta Estacional Semidecidual Submontana, situadas nas encostas, e Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, situadas nas áreas de planície sobre influência do lençol freático, sujeita a alagamentos temporários (IBGE, 2012).

A área experimental está localizada em um ecossistema de Mata Ciliar perturbado por alterações passadas, desencadeadas pelo desmatamento seguido pelo uso agrícola e pecuário, sem adoção de medidas conservacionistas, cujo estado de perturbação repete-se com frequência nas propriedades rurais da região (Figura 1).

Metodologia

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico das espécies florestais nativas da região, adaptadas a área de mata ciliar, e com possíveis usos econômicos não madeireiros. Essas espécies foram confirmadas em levantamentos florísticos da região (FREITAS, 2010; MENEZES, 2008; NOGUEIRA, 2008), e local (MIRANDA et al., 2015).

As espécies selecionadas foram caracterizadas quanto aos grupos funcionais de preenchimento e diversidade (NAVE e RODRIGUES, 2007), auxiliando na elaboração do desenho e modelo do experimento, realizado com base no arranjo do grupo das espécies. O modelo de restauração florestal implantado, visando o avanço da sucessão secundária, foi um Sistema Agroflorestal do tipo silviagrícola, com linhas de espécies de preenchimento e diversidade, e entrelinhas de uma espécie agrícola *Colocasia esculenta* (L.) Schott (inhame).

As mudas foram implantadas em espaçamento de 3 x 2m (densidade de 1.666 mudas/ha), adquiridas em viveiro certificado da região (Piraí-RJ). Foram instaladas três parcelas de 15 x 18m (60 indivíduos/parcela). Nos berços, de 30x30x30cm, foram adicionados adubação orgânica (3 litros de esterco bovino curtido) e calcário.

O plantio das espécies florestais foi realizado no final de dezembro de 2015 e início de janeiro de 2016 e do inhame em novembro de 2017. Na condução do experimento foi realizado controle de formigas e limpeza do terreno. Para a avaliação do desenvolvimento das mudas, foram avaliados parâmetros dendrométricos (crescimento em altura, diâmetro de colo e cobertura de copa), indicados por Brancalion et al. (2012). Esses parâmetros foram mensurados após o plantio e no sexto mês. A altura das mudas foi avaliada através de régua graduada. A cobertura de copa foi obtida pelas medidas dos diâmetros cruzados das copas, utilizando-se a média para o cálculo da área de cada copa, considerando-as circulares. Também foi avaliada a sobrevivência após seis meses de plantio. Os dados foram analisados estatisticamente pelo programa SISVAR (FERREIRA, 2008), através da análise de variância e teste de médias (Tukey 5%).

RESULTADOS

Foram selecionadas 15 espécies florestais nativas da região, de mata ciliar, sendo cinco espécies de diversidade e dez espécies de preenchimento. Essas espécies apresentam diferentes usos econômicos não madeireiros (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies florestais nativas da região do Médio Paraíba, com potencial de restauração florestal e uso econômico. (P= espécie de preenchimento, D = espécie de diversidade).

Nome popular	Nome científico	Família	Usos
Pau-formiga	<i>Triplaris americana</i> L	Polygonaceae	Medicinal e industrial
Pau-cigarra	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) Irwin e Barneby	Fabaceae	Ornamental e culinário
Pau-viola	<i>Citharexylum myrianthum</i> Chamião	Verbenaceae	Apícola, medicinal e culinário
Ingá	<i>Inga uruguensis</i> Hook. e Arn.	Fabaceae	Medicinal e ornamental
Orelha-de-negro	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae	Medicinal e apícola
Grandiúva	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Canabaceae	Ornamental e culinário
Camboatá	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	Sapindaceae	Culinário e medicinal
Acoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i> Mart. e Zucc	Tiliaceae	Apícola, medicinal e ornamental
Eritrina-candelabro	<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	Fabaceae	Culinário, medicinal e tinturaria
Ingá-do-brejo	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Fabaceae	Ornamental, culinário e medicinal
Grupo de diversidade			
Palmito-juçara	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	Apícola, medicinal, culinário e ornamental
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaceae	Medicinal e culinário
Jabuticaba	<i>Myrciaria cauliflora</i> (Mart.) O.Berg	Myrtaceae	Culinário, apícola, industrial e ornamental
Guamirim	<i>Myrcia rostrata</i> DC	Myrtaceae	Medicinal
Jenipapo	<i>Genipa americana</i> DC	Rubiaceae	Ornamental e culinário

O crescimento das espécies florestais apresentou diferença significativa ($F=7,56$; $gl=14$; $p<0,01$). Foram observados os maiores valores médios de altura para *Senna multijuga*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Inga uruguensis*, *Trema micrantha* e *Triplaris americana*; de diâmetro do colo, para *E. speciosa* e de cobertura de copa para *S. multijuga*, *T. micrantha* e *Citharexylum myrianthum* (Tabela 2). As espécies apresentaram sobrevivência entre 75% a 100%, exceto para *Euterpe edulis*, que foi de 37,5%.

Tabela 2. Comparação do crescimento em altura, diâmetro do caule ao nível do solo e área de copa das espécies florestais, após seis meses de implantação em Sistema Agroflorestal (SAF), em área de mata ciliar.

Espécie	Altura (m)	Diâmetro (cm)	Área da copa (m ²)
<i>S. multijuga</i>	0,52 a	1,78 ab	0,52 a
<i>E. contortisiliquum</i>	0,38 ab	1,21 ab	0,08 bc
<i>I. uruguensis</i>	0,38 ab	0,95 ab	0,1 bc
<i>T. micrantha</i>	0,3 abc	1,37 ab	0,47 a
<i>T. americana</i>	0,27 abcd	1,86 ab	0,07 bc
<i>S. romanzoffiana</i>	0,24 bcd	0,17 b	0,02 c
<i>C. myrianthum</i>	0,23 bcd	1,51 ab	0,35 ab
<i>E. speciosa</i>	0,2 bcd	2,25 a	0,09 bc
<i>I. laurina</i>	0,18 bcd	1,42 ab	0,07 bc

Espécie	Altura (m)	Diâmetro (cm)	Área da copa (m ²)
<i>M. cauliflora</i>	0,16 bcd	0,51 ab	0,01 c
<i>M. rostrata</i>	0,11 cd	0,47 ab	0,05 bc
<i>C. oblongifolia</i>	0,09 cd	0,16 b	0,02 c

Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra, não diferem pelo teste de Tukey (5%).

DISCUSSÃO

As espécies que apresentaram maiores valores médios de altura pertencem ao grupo das espécies de preenchimento, sendo uma das características das espécies desse grupo conforme Nave e Rodrigues (2007). A grandíuva (*Trema micrantha*) e o pau-cigarra (*Senna multijuga*), além de crescimento em altura também ficaram entre as espécies que apresentaram maior cobertura de copa, características essas, que conferem a essas espécies a função de promover maior cobertura do solo nas fases iniciais da restauração. Essa modificação oferece um incremento de resiliência no ecossistema já nos primeiros meses após plantio, pelo menos na área próxima da muda, conferida pelo sombreamento e adição de matéria orgânica, que contribuirão para alterar características do solo, preparando-o para receber espécies de estágios sucessionais mais avançados, podendo oferecer também redução da demanda de mão-de-obra para manutenção com roçadas e coroamento ao redor das mudas, por reduzir o desenvolvimento de gramíneas pelo sombreamento.

De acordo com Moreira (2002), um aspecto importante a ser observado nas espécies de preenchimento é o crescimento da copa. Em seu estudo sobre o comportamento de algumas espécies plantadas em áreas de restauração de matas ciliares, no município de Igarapava, SP, também observou que o Pau-cigarra e Grandíuva se destacaram entre as espécies que apresentaram rápido crescimento de área de copa, refletindo num rápido fechamento da floresta e proteção do solo.

CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que as espécies florestais selecionadas apresentam boa adaptação e sobrevivência, para a fase inicial de desenvolvimento, com exceção de *Euterpe edulis*, com 37,5% de sobrevivência, e podem ser recomendadas para modelos de restauração de matas ciliares, especialmente para as pequenas propriedades rurais da região, estando de acordo com a Resolução INEA (Instituto Estadual do Ambiente) Nº 134 de 2016.

FINANCIAMENTO

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, pelo financiamento do projeto e bolsa de iniciação científica à terceira autora e ao CNPq pela concessão de bolsa de extensão à segunda autora.

■ REFERÊNCIAS

1. BRANCALION, P.H.S.; VIANI, R.A.G.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: MARTINS, S.V. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: UFV, 2012b. p. 262-293.
2. DRUMMOND, J.A. **Devastação e preservação ambiental no Rio de Janeiro**. Niterói: EDUFF, 1997, 306p.
3. Ferreira, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.
4. FREITAS, H.S. **Caracterização florística e estrutural do componente arbóreo de três fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual da região leste do Vale do Paraíba - SP**. São Paulo: USP, 2010, 204p. (Dissertação de Mestrado, USP), 2010.
5. IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências, Coordenação de Estudos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 271p. 2012.
6. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília: SPI/EMBRAPA. 84p. 1992.
7. MENEZES, C.E.G. **Integridade de paisagem, manejo e atributos do solo no Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral-RJ**. 2008. 164f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.
8. MIRANDA, C.C. COUTO, W.H.; VALCARCEL, R., NUNES-FREITAS, A.F.; FRANCELINO, M.R. Avaliação das preferências ecológicas de *Clidemia urceolata* DC. em ecossistemas perturbados. **Revista Árvore**, v.35, n.5, p. 1135-1144, 2011.
9. MIRANDA, C. C.; DONATO, A.; FIGUEIREDO, P. H. A.; BERNINI, T. A.; ROPPA, C.; TRECE, I.B.; BARROS, L. O. Levantamento fitossociológico como ferramenta para a restauração florestal da Mata Atlântica, no Médio Paraíba do Sul. **Ciência Florestal (Online)**, v.29, p.1601-1613, 2019.
10. MIRANDA, C. C.; FIGUEIREDO, P. H. A.; LIMA, C. S.; FERREIRA, A.; BARROS, L. O.; TRECE, I. B.; SILVA, R. P.; ALMEIDA, M. C. Caracterização dos Fragmentos Florestais do Espaço Ecológico Educativo, Pinheiral-RJ In: **Anais... XII Congresso de Ecologia do Brasil**, 2015, São Lourenço.

11. NAVE, A.G.; RODRIGUES, R.R. Combination of species into filling and diversity groups as forest restoration methodology. In: Rodrigues, R.R.; MARTINS, S.V.; GANDOLFI, S. **High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil**. New York: Nova Science Publishers, 2007. p.103-126.
12. NOGUEIRA, R. T. Estudo florístico no município de Pinheiral, Médio Vale do Paraíba do Sul - RJ. 2008. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2008.
13. OLIVEIRA, J.A **Caracterização Física da Bacia do Ribeirão Cachimbal-Pinheiral, RJ e de suas principais paisagens degradadas**. 1998. 142f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Floresta, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

“

A influência da salinidade na simbiose de microrganismos benéficos: o caso do feijão caupi

- Verônica de Castro **Leal**
UNEB
- Naiara Ferreira de **Oliveira**
UNEB
- Ricardo Argenton **Ramos**
UNIVASF
- Igor Juliano da Silva **Souza**
UNEB
- Mário **Carvalho**
UE
- Paulo Ivan **Fernandes Júnior**
EMBRAPA
- Clarisse **Brígido**
UE
- Lindete Miria Vieira **Martins**
UNEB

RESUMO

A salinização do solo é um fator limitante para a produção agrícola, podendo diminuir significativamente a capacidade de desenvolvimento vegetativo e consequentemente a qualidade dos produtos, mesmo no caso de culturas consideradas resistentes, como a leguminosa feijão-caupi. Além disso, altos teores de sal também afetam o comportamento da microbiota do solo, reduzindo a interação das plantas com microrganismos benéficos, como os fungos micorrízico arbusculares (FMAs) e os rizóbios. Assim, avaliar o impacto causado pela salinidade na associação planta-FMA- rizóbio e apontar as variáveis que poderão afetar a cultura do feijão-caupi é o principal objetivo deste trabalho. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em casa de vegetação. Os tratamentos foram: controle (sem adição de sal) e solos com diferentes condutividades elétrica (CE), são elas: 1,0 dS m⁻¹; 2,0 dS m⁻¹; 3,0 dS m⁻¹; 4,0 dS m⁻¹; 5,0 dS m⁻¹. Os resultados apontaram que tanto as interações com os microrganismos, quanto o desenvolvimento vegetal foi afetado, com destaque para os valores a partir de 4,0 dS m⁻¹ de condutividade elétrica, sendo que o maior impacto foi notado pela CE 5,0 dS m⁻¹.

Palavras-chave: Condutividade Elétrica, Estresse Salino, Feijão-Caupi, Fungo Micorrízico Arbuscular, Rizóbios.

INTRODUÇÃO

A salinidade compromete o desenvolvimento vegetativo e as associações favoráveis com os microrganismos presentes no solo, resultando em déficit na produtividade agrícola. Esse fator é considerado um problema global e ocorre principalmente em regiões áridas e semiáridas, levando severos prejuízos ao agronegócio dessas regiões (SILVA JÚNIOR, et al., 2009). Os solos salinos são definidos como aqueles que possuem a condutividade elétrica (CE) igual ou maior que 4 dS m⁻¹ (RATH, et al., 2019). Este nível de condutividade pode reduzir a produção agrícola, hortícola e forrageira nas regiões áridas e semiáridas (MUNNS e GILLIHAM, 2015), e pode-se observar que essa condição também afeta a interação dos microrganismos benéficos com as plantas.

O Feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), conhecido popularmente como feijão verde, feijão macassar ou feijão-de-corda, pertence à família Fabaceae (FREIRE FILHO, 2011), conhecida por se associar com os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e as bactérias diazotróficas. Esta leguminosa é produzida em regiões tropicais e subtropicais de todos os continentes (FREIRE FILHO; ROCHA; SILVA, 2017), por consequência da sua adaptação às altas temperaturas, salinidade e à seca comparado a outras espécies (BOUKAR, et al., 2018). Portanto, a escolha desta espécie é propicia para o estudo da interferência das diferentes concentrações de sais presentes no solo em relação à simbiose com os microrganismos.

O foco deste trabalho foi observar a ação dos microrganismos que beneficiam as plantas, em especial os FMAs e os rizóbios. A associação íntima entre as leguminosas, os rizóbios e os FMAs é denominada interação tripartida integral em ecossistemas terrestres (OSSLER; ZIELINSKI; HEATH, 2015) e gera benefícios mutuamente para todos os envolvidos. Os FMAs e os rizóbios contribuem para o fornecimento de fósforo e nitrogênio, respectivamente, para as plantas (HARRIS; PACOVSKY; PAUL, 1985; MACKAY et al, 2017). Deste modo, esta associação é uma excelente opção para adquirir os nutrientes citados acima, favorecendo o desenvolvimento vegetativo, reduzindo a utilização de insumos químicos e melhorando a sustentabilidade global (VIGO; NORMAN; HOOKER, 2000).

Conhecendo as vantagens inerentes as relações simbióticas mencionadas, observa-se a necessidade de ampliar a realização de estudos sobre o comportamento dentro da correlação entre FMAs, rizóbios e feijão-caupi sob a influência da salinidade no semiárido. O presente trabalho pretende avaliar a simbiose destes microrganismos nas plantas de feijão-caupi quando cultivadas em situações controle e em diferentes níveis de estresse salino através de análises estruturais e microbiológicas para observar o impacto destas condições.

OBJETIVO

Avaliar o impacto de diferentes níveis de salinidade no solo em relação as estruturas da planta feijão-caupi e a sua associação com os rizóbios e os FMAs.

MÉTODOS

Indução salina

A indução salina foi realizada no laboratório de microbiologia do solo – LAMISO do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - DTCS, da Universidade do Estado da Bahia/ UNEB, no município de Juazeiro-BA, situado a latitude 9°25'43" S, longitude 40°32'14" W e a altitude 384 m. Neste experimento foi utilizado o solo classificado como Neossolo Flúvico com as características químicas, antes da adição de NaCl, presentes na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química e física do Neossolo Flúvico.

Atributos Químicos								Atributos físicos				
pH (H ₂ O)	P (mg/dm ³)	K	Na	Ca+2	Mg ⁺ 2	Al ⁺ 3	H+A I	SB	OM g/Kg	Sand	Silt	Clay
6.6	5.63	0.16	0.01	2.3	0.6	-	0.99	2.99	6.3	86	12	2

Foram induzidas diferentes concentrações salinas no Neossolo Flúvico, a partir de soluções com 10 distintas concentrações elétricas (CE) induzidas por cloreto de sódio (NaCl), além do controle (T0). As concentrações de NaCl usadas foram: T1 - 0,2g de NaCl/L, T2 - 0,3g de NaCl/L, T3 - 0,4g de NaCl/L, T4 - 0,48g de NaCl/L, T5 - 0,9g de NaCl/L, T6 - 2g de NaCl/L, T7 - 3,2g de NaCl/L, T8 4,2g de NaCl/L, T9 - 5,8g de NaCl/L e T10 - 9g de NaCl/L, cada tratamento possuiu 5 repetições. Tanto nas soluções, quanto no tratamento controle foi utilizada a mesma fonte de água.

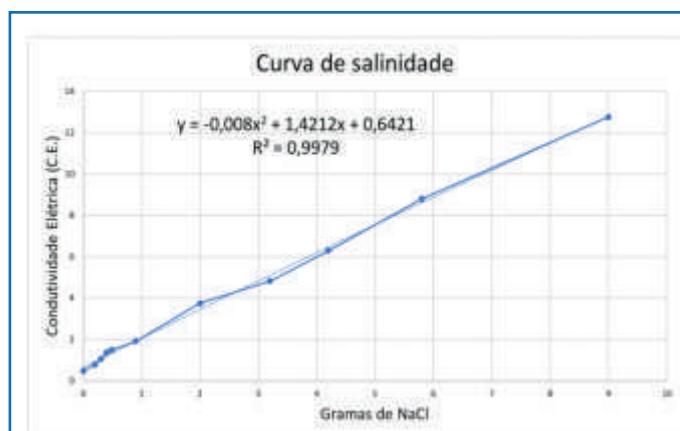
As concentrações foram preparadas e adicionadas ao solo por capilaridade, depois de 24 horas foi retirado 200g de solo para a obtenção das CEs. Os solos foram separados em recipientes apropriados adicionando-se água destilada até que atingisse o ponto de pasta de saturação representado pelo aspecto espelhado e deslizamento da pasta da espátula, como o descrito por Richards (1954). Em seguida, vedaram-se os recipientes para evitar perdas de água da pasta por evaporação, mantendo as pastas nestas condições por 16 horas. Logo após esse intervalo, as pastas foram colocadas em sistema de vácuo (funil de Büchner-kitassato-bomba) para a obtenção dos extratos de pasta de saturação acondicionando-os em tubos *Falcons* de 50 mL medidos a condutividade elétrica com o auxílio de um

condutivímetro. Os resultados foram dispostos na Tabela 2 e com base neste foi gerado o Gráfico 1 da curva de salinidade conforme apresentado por Santana et al. (2003).

Tabela 2. Indução salina. Relação da quantidade de gramas de NaCl por litro foram adicionados ao solo e da condutividade elétrica gerada por estas soluções no solo.

Tratamentos	NaCl (g/L)	CE (dS m ⁻¹)
T0	0,0	0,46934
T1	0,2	0,79228
T2	0,3	1,0482
T3	0,4	1,3582
T4	0,48	1,4824
T5	0,9	1,912
T6	2	3,752
T7	3,2	4,83
T8	4,2	6,302
T9	5,8	8,802
T10	9	12,76

Gráfico 1. Curva de salinidade do Neossolo Flúvio



Experimento em casa de vegetação

O delineamento experimental foi em blocos casualizados e conduzido entre os meses de outubro e novembro, em casa de vegetação, sob radiação solar de 50%, no Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - DTCS, da Universidade do Estado da Bahia/UNEB, no município de Juazeiro-BA. Os tratamentos foram: Controle (T0), CE 1 dS m⁻¹ (T1), CE 2 dS m⁻¹ (T2), CE 3 dS m⁻¹ (T3), CE 4 dS m⁻¹ (T4) e CE 5 dS m⁻¹ (T5). As CEs foram induzidas a partir das concentrações de NaCl geradas pela curva de salinidade (Gráfico 1) no solo utilizado, Neossolo Flúvico. O acompanhamento da CE foi efetuado com extratores de solução do solo e condutivímetro portátil, modelo Lutron CD-4301 (Indústria brasileira). A irrigação foi realizada a cada dois dias, com a finalidade de manter a capacidade de vaso.

As sementes utilizadas no experimento foram da variedade comercial BRS pujante, a semeadura foi realizada em vasos de 5 litros, acondicionados 1,5 kg de brita no fundo do vaso e 5 kg do solo, com duas plantas por vaso. A colheita foi realizada aos 45 dias após a germinação, momento em que procederam as avaliações de: altura da planta, número de folhas, diâmetro de caule, clorofila A, clorofila B, área foliar, peso seco da parte aérea, peso seco das raízes, número de nódulos, peso seco de nódulos, taxa de colonização e número de esporos.

Para medir a altura da planta, foi utilizada uma régua graduada em centímetros e milímetros, para a tomada da leitura teve-se como referência o limite da base superior do vaso preenchido pelo solo e a extremidade do ápice da planta. Foi contado o número de folhas por planta, levando em conta a folha trifoliolada, o comprimento e largura de folha foram medidos com a régua graduada e em seguida foram colocados na fórmula de área foliar do feijoeiro. Para medida do diâmetro do caule foi utilizado um paquímetro digital e na medida da clorofila A e B o com auxílio do aparelho clorofiLOG, modelo CFL1030 (Indústria brasileira).

Após as avaliações estruturais, as plantas foram cuidadosamente retiradas dos vasos por lavagem direta em água corrente sobre uma peneira de 0,5 mm e seccionadas em parte aérea e raiz com auxílio de uma tesoura de poda, identificadas e levadas ao Laboratório de Microbiologia do Solo DTCS/UNEB para determinação das demais variáveis. Uma grama da raiz de todas as amostras foi retirada e armazenada para análise da taxa de colonização micorrízica nas raízes. O restante dos materiais foi identificado e acondicionado em sacos de papel madeira e colocados para secagem em estufa de circulação de ar forçado a 65,5°C por 72 horas, após esse período foram pesadas e determinados o peso seco da parte aérea e das raízes.

Nas raízes, os nódulos radiculares foram separados e contados, obtendo o número de nódulos e os mesmos foram colocados em estufa a 60 °C por cinco dias e depois pesados, obtendo a matéria seca dos nódulos. A metodologia da contagem de esporos foi a partir do peneiramento úmido (GERDEMANN e NICOLCON, 1963), seguido de centrifugação em água e sacarose a 40%. Para a taxa de colonização micorrízica, as raízes finas foram separadas e lavadas com água, em seguida, sofreram clareamento pelo aquecimento em solução de KOH a 10% e coradas com azul de Trypan (0,05%) (PHILLIPS e HAYMAN, 1970). O percentual de colonização das raízes foi estimado utilizando a técnica de interseção, onde observou-se a presença de estruturas fúngicas na região do córtex radicular, com o auxílio de um microscópio estereoscópico e a taxa de colonização foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Colonização micorrízica (\%)} = \frac{\text{Número total de raízes colonizadas} \times 100}{\text{Número total de raízes observadas}}$$

RESULTADOS

As análises estruturais das plantas mostraram que valores de condutividade elétrica acima de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$, tratamentos 4 e 5, causaram redução significativa no número de folhas do feijão-caupi. Quanto à área foliar, esta foi influenciada somente pela condutividade de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$. As medidas de Clorofila A e B não mostraram ser influenciadas pela salinidade. (Tabela 3)

Tabela 3. Análises estruturais das folhas, área foliar, clorofila A e B.

	Nº de folhas	Área foliar (cm)	Clorofila A	Clorofila B
Controle (CE: 0,25)	6,87 A	11,64 A	27,20 A	10,34 A
Trat. 1 (CE: 1,0)	6,25 A	11,58 A	30,36 A	9,66 A
Trat. 2 (CE: 2,0)	6,25 A	10,32 A	26,82 A	10,44 A
Trat. 3 (CE: 3,0)	6,12 A	10,31 A	29,50 A	10,52 A
Trat. 4 (CE: 4,0)	5,50 B	9,86 A	28,27 A	9,21 A
Trat.5 (CE: 5,0)	5,42 B	5,80 B	28,10 A	7,81 A

Não foram observadas diferenças significativas quanto ao diâmetro do caule. Para a altura e o peso seco da parte aérea, os tratamentos com CE 4,0 e 5,0 dS m^{-1} apresentaram efeito negativo em comparação aos demais. Porém, nas avaliações do peso seco das raízes observou-se diferença apenas para o tratamento com CE 5,0 dS m^{-1} . (Tabela 4)

Tabela 4. Análises estruturais da altura, diâmetro do caule, peso seco da parte aérea e raiz.

	Altura (cm)	Diâmetro do caule (mm)	Peso seco da parte aérea (g)	Peso seco da raiz (g)
Controle (CE: 0,25)	28,70 A	4,91 A	5,63 A	2,38 A
Trat. 1 (CE: 1,0)	28,41 A	4,25 A	5,56 A	2,21 A
Trat. 2 (CE: 2,0)	28,13 A	4,50 A	5,49 A	2,16 A
Trat. 3 (CE: 3,0)	27,80 A	4,80 A	4,63 A	2,08 A
Trat.4 (CE: 4,0)	25,76 B	4,66 A	2,75 B	1,90 A
Trat.5 (CE: 5,0)	23,73 B	4,17 A	2,63 B	1,32 B

Ocorreu um declínio da nodulação desde a mínima concentração de sal adicionada, sendo mais intensamente influenciada a partir da CE 4,0 dS m^{-1} . Entretanto, o peso dos nódulos secos teve diferença estatística significativa apenas no tratamento com CE 5,0 dS m^{-1} . A colonização micorrízica foi menor a partir da CE 2,0 dS m^{-1} , sendo mais evidentemente afetada na CE 5,0 dS m^{-1} . Para o número de esporos presentes no solo observou-se valores estatisticamente inferiores somente nos tratamentos com CE 4,0 e 5,0 dS m^{-1} . (Tabela 5)

Tabela 5. Análises estruturais dos nódulos e seu peso seco, taxa de colonização e nº de esporos.

	Nº de nódulos	Peso seco de nódulos (g)	Taxa de colonização (%)	Nº de esporos
Controle (CE: 0,25)	95,00 A	0,31 A	73,00 A	352,75 A
Trat. 1 (CE: 1,0)	78,00 B	0,26 A	70,25 A	329,00 A
Trat. 2 (CE: 2,0)	75,00 B	0,24 A	61,00 B	347,00 A
Trat. 3 (CE: 3,0)	70,75 B	0,21 A	55,00 B	337,25 A
Trat. 4 (CE: 4,0)	58,75 C	0,20 A	52,50 B	258,00 B
Trat. 5 (CE: 5,0)	44,25 C	0,09 B	33,75 C	154,00 B

DISCUSSÃO

Foi possível observar que todas as variáveis medidas que possuíram diferença estatística entre os tratamentos (número de folhas, área foliar, altura, número de nódulos, taxa de colonização, número de esporos, peso seco da parte aérea, raiz e nódulos) estão com os valores decrescendo em relação a crescente dos tratamentos e seus respectivos valores de condutividade elétrica. Esses efeitos podem ser advindos da diminuição da absorção de água pelas plantas devido a uma maior concentração salina, consequentemente impedindo que a planta capte os nutrientes necessários para o seu crescimento (SANTANA et al., 2003).

Em relação as clorofitas A e B, as mesmas não mostraram diferença estatística com o aumento da salinidade, o que vai contra a outros resultados encontrados na literatura (AQUINO et al., 2017; FAROOQ et al., 2020). Entretanto, a diminuição da quantidade de folhas ou mesmo de sua área foliar prejudica o desenvolvimento da planta, diminuindo assim a capacidade de captação de luz solar e da sua síntese de energia. Uma segunda suposição é que a diminuição da área foliar e da quantidade de folhas está relacionada aos mecanismos de proteção da planta quando submetida ao estresse salino, o que gera assim uma diminuição da área de possível transpiração da planta e por consequência uma menor perda de água (TESTER; DAVENPORT, 2003).

Nas análises vegetativas para altura, peso seco da parte aérea e raiz, outros trabalhos corroboram com os resultados encontrados neste (MEDEIROS et al., 2008; SILVA et al., 2009; ANDRADE et al., 2013). Em relação ao diâmetro do caule, diferente dos resultados aqui encontrados, Silva et al. (2009) observaram a influência da salinidade para este parâmetro, porém este foi o parâmetro com menor influência deste estresse. Os resultados apoiam que a salinidade influencia negativamente o desenvolvimento vegetativo, outros estudos mostram que a salinidade compromete desde a germinação das sementes, as

propriedades químicas do solo, a produtividade do cultivo, até a disponibilidade de água para a planta (RIETZ; HAYNES, 2003; SILVA JÚNIOR et al., 2009; AL- DAKHEEL; HUSSAIN, 2016; GORJI et al., 2017).

O peso seco dos nódulos é o melhor parâmetro para se avaliar que a simbiose da planta-leguminosa está sendo eficiente na captação de nitrogênio (XAVIER et al., 2007). Os resultados apresentados na Tabela 5 mostram o decréscimo do peso dos nódulos e da quantidade de nódulos em relação ao aumento da salinidade do solo. Tais resultados ressaltam a menor absorção de nutrientes pela planta que está sob estresse salino (MEDEIROS et al., 2008), consequentemente, a planta terá sua produção reduzida e afetando assim outras variáveis (GEORGIEV; ATKINS, 1993), como já foi observado neste trabalho.

A colonização por FMAs foi influenciada a partir da CE de 2,0 dS m⁻¹, à semelhança dos resultados encontrados por Tavares et al. (2012) em mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) submetidas a várias concentrações salinas, tendo mostrado inibição progressiva da colonização fúngica a partir de 1,70 dS m⁻¹. A diminuição da colonização além de ser inversamente proporcional ao aumento da CE, mostrou-se ainda mais sensível se comparado aos efeitos causados ao desenvolvimento vegetativo, além disso o tratamento com CE de 5,0 dS m⁻¹ apresentou valor ainda menor que os demais. Já para o número de esporos no solo, pode-se observar que o declínio desta variável ocorreu a partir da CE de 4,0 dS m⁻¹, entretanto a taxa de colonização foi influenciada apenas a partir do tratamento 2, indicando assim que apesar do número de esporos estar alto nas CEs 2,0 e 3,0 dS m⁻¹ os mesmos não foram capazes de se associarem com o feijão-caupi. Estudos mostram que a salinidade pode influenciar a comunidade desses microrganismos (JUNIPER; ABBOTT, 2006; KRISHNAMOORTHY et al., 2014).

Sabe-se que a colonização das raízes das plantas pelos FMAs melhora significativamente a absorção de minerais, aumenta o crescimento das plantas e melhora resistência a patógenos e a tolerância a estresses abióticos (BRITO et al. 2019). Os rizóbios, por sua vez, são capazes de fixar nitrogênio atmosférico nos nódulos radiculares convertendo-o em compostos nitrogenados assimiláveis pelas plantas (MACKAY et al., 2017), para além de possuírem outros mecanismos de promoção de crescimento de plantas (BRÍGIDO et al. 2017). Assim, plantas que se possuíram a associação mais intensa com os microrganismos citados obtiveram as vantagens também em seu desenvolvimento, o contrário também pode ser observado, visto que os tratamentos 4 e 5 para o número de nódulos e 5 para a taxa de colonização obtiveram os piores resultados também para nas análises estruturais do feijão-caupi.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores de concentração salina afetaram o desenvolvimento estrutural do feijão-caupi a partir da CE 4,0 dS m⁻¹, sendo ainda mais abrangentes para CE 5,0 dS m⁻¹. Já a nodulação por bactérias diazotróficas mostrou-se sensível a todos os níveis de estresse salino estudados, porém, sofreu maior impacto a partir da CE 4,0 dS m⁻¹. Por fim, a simbiose FMA-planta foi afetada a partir da CE 2,0 dS m⁻¹, mostrando uma queda mais acentuada na taxa de colonização na CE 5,0 dS m⁻¹.

■ REFERÊNCIAS

1. AL-DAKHEEL, A. J.; HUSSAIN, M. I. Genotypic Variation for Salinity Tolerance in *Cenchrus ciliaris* L. **Frontiers in plant science**, v. 7, p. 1090, 2016.
2. AQUINO, João Pedro Alves de, et al. Morphophysiological responses of cowpea genotypes to irrigation water salinity. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 1001-1008, 2017.
3. BOUKAR, O., BELKO, N., CHAMARTHI, S., TOGOLA, A., BATIENO, J., OWUSU, E., HARUNA, M., DIALLO, S., UMAR, M. L., OLUFIAJO, O., FATOKUN, C. Cowpea (*Vigna unguiculata*): Genetics, genomics and breeding. **Plant Breeding**, 2018.
4. BRÍGIDO, C., GLICK, B.R., OLIVEIRA, S. Survey of Plant Growth-Promoting Mechanisms in Native Portuguese Chickpea Mesorhizobium Isolates. **Microbial Ecology**, 73, 900-915, 2017.
5. BRITO, Isabel et al. Agronomic management of AMF functional diversity to overcome biotic and abiotic stresses - The role of plant sequence and intact extraradical mycelium. **Fungal Ecology**, 40, 72-81, 2019.
6. DE ANDRADE, Jailma Ribeiro et al. Crescimento inicial de genótipos de feijão caupi submetidos à diferentes níveis de água salina. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 4, p. 36-40, 2013.
7. FAROOQ, Muhammad et al. Integrated use of seed priming and biochar improves salt tolerance in cowpea. **Scientia Horticulturae**, v. 272, p. 109507, 2020.
8. FREIRE FILHO, F. R., ROCHA, M. D. M., SILVA, K. Mercados e comercialização. **Embrapa Amazônia Oriental-Capítulo em livro técnico** (INFOTECA-E), 2017.
9. FREIRE FILHO, Francisco Rodrigues. Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. **Embrapa Meio-Norte-Livro científico** (ALICE). 2011.
10. GEORGIEV, G. I.; ATKINS, C. A. Effects of salinity on N₂ fixation, nitrogen metabolism and export and diffusive conductance of cowpea root nodules. **Symbiosis**, 1993.
11. GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. Hs. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological society**, v. 46, n. 2, p. 235-244, 1963.

12. GORJI, T.; SERTEL, E.; TANIK, A. Monitoring soil salinity via remote sensing technology under data scarce conditions: A case study from Turkey. **Ecological indicators**, v. 74, p. 384-391, 2017.
13. HARRIS, D., PACOVSKY, R. S., e PAUL, E. A. Carbon economy of soybean–Rhizobium–Glo-mus associations. **New Phytologist**, 101(3), 427-440, 1985.
14. JUNIPER, S., ABBOTT, L. K. Soil salinity delays germination and limits growth of hyphae from propagules of arbuscular mycorrhizal fungi. **Mycorrhiza**, 16(5), 371-379, 2006.
15. KRISHNAMOORTHY, R., KIM, K., KIM, C., SA, T. Changes of arbuscular mycorrhizal traits and community structure with respect to soil salinity in a coastal reclamation land. **Soil Biology and Biochemistry**, 72, 1-10, 2014.
16. MACKAY, J. E., CAVAGNARO, T. R., STÖVER, D. S. M., MACDONALD, L. M., GRØNLUND, M., E JACKOBEN, I., A key role for arbuscular mycorrhiza in plant acquisition of P from sewage sludge recycled to soil. **Soil Biology and Biochemistry**, 115, 11-20, 2017.
17. MEDEIROS, Reinaldo et al. Estresse salino sobre a nodulação em feijão-caupi. **Revista Ca-atinga**, v. 21, n. 5, p. 202-206, 2008.
18. MEDEIROS, Reinaldo et al. Estresse salino sobre a nodulação em feijão-caupi. **Revista Ca-atinga**, v. 21, n. 5, p. 202-206, 2008.
19. MUNNS, Rana; GILLIHAM, Matthew. Salinity tolerance of crops—what is the cost?. **New phy-tologist**, v. 208, n. 3, p. 668-673, 2015.
20. OSSLER, J. N., ZIELINSKI, C. A., e HEATH, K. D. Tripartite mutualism: facilitation or trade-offs between rhizobial and mycorrhizal symbionts of legume hosts. **American journal of botany**, 2015.
21. PHILLIPS, J. M; HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Transactions of the British mycological Society**, v. 55, n. 1, p. 158-IN18, 1970.
22. RATH, K. M., FIERER, N., MURPHY, D. V., ROUSK J. Linking bacterial community composition to soil salinity along environmental gradients. **The ISME journal**, v. 13, n. 3, p. 836, 2019.
23. RICHARDS, Lorenzo Adolph. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. LWW, 1954.
24. RIETZ, D. N.; HAYNES, R. J. Effects of irrigation-induced salinity and sodicity on soil microbial activity. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 35, n. 6, p. 845-854, 2003.
25. SANTANA, M. J., de ASSUNÇÃO CARVALHO, J., DA SILVA, E. L., e DA SILVA MIGUEL, D. Efeito da irrigação com água salina em um solo cultivado com o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) Effect of irrigation water salinity in a soilcultivated with french beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 2, p. 443-450, 2003.
26. SILVA JÚNIOR, J. M., TAVARES, R. D. C., MENDES FILHO, P. F., & GOMES, V. F. Efeitos de níveis de salinidade sobre a atividade microbiana de um Argissolo Amarelo incubado com diferentes adubos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 4, 2009.

27. SILVA JÚNIOR, J. M., TAVARES, R. D. C., MENDES FILHO, P. F., GOMES, V. F. Efeitos de níveis de salinidade sobre a atividade microbiana de um Argissolo Amarelo incubado com diferentes adubos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 4, 2009.
28. SILVA, Franco Eduardo Oliveira et al. Desenvolvimento vegetativo do feijão caupi irrigado com água salina em casa de vegetação. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, 2009.
29. TAVARES, Rodrigo Castro et al. Colonização micorrízica e nodulação radicular em mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaeefolia* Benth.) sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 409-416, 2012.
30. TESTER, Mark; DAVENPORT, Romola. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of botany**, v. 91, n. 5, p. 503-527, 2003.
31. VIGO, C., NORMAN, J. R. E HOOKER, J. E., Biocontrol of the pathogen Phytophthora parasitica by arbuscular mycorrhizal fungi is a consequence of effects on infection loci. **Plant pathology**, 49(4), 509-514, 2000.
32. XAVIER, Gustavo Ribeiro et al. Tolerância de rizóbio de feijão-caupi à salinidade e à temperatura em condição in vitro. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 4, p. 1-9, 2007.

“ Avaliação de isolados de bactérias e do fungo *Trichoderma* spp. obtidos de solos tratados com farinha de sementes de mamão para o controle de *Meloidogyne javanica*

- | Wânia dos Santos **Neves**
- | Marcelo Magalhães **Coutinho**
SUZANO SA
- | Everaldo Antônio **Lopes**
UFV
- | Rosangela **Dallemole-Giaretta**
UTFPR

RESUMO

Abundante crescimento do fungo *Trichoderma* sp. foi observado em solos de experimentos onde havia sido incorporada farinha de sementes de mamão (FSM) para promover o controle de *M. javanica*. Em razão do efetivo controle observado com o uso de FSM em tais experimentos, decidiu-se avaliar o efeito de fungos e bactérias isolados de solos tratados com FSM sobre a população de *M. javanica*. Cinco isolados de *Trichoderma* spp. foram obtidos do solo ao final do experimento e multiplicados em grãos de arroz por 10 dias. O solo de cada vaso foi infestado com 10^8 conídios/kg de *Trichoderma* spp., juntamente com 3.000 ovos de *M. javanica*. Uma muda de tomateiro foi transplantada para cada vaso após sete dias, no primeiro experimento, ou quinze dias, no segundo. As avaliações foram realizadas após 45 dias. Exceto pela redução do número de ovos ocasionada pelo isolado A-2 no segundo experimento, nenhum dos isolados testados controlou *M. javanica*. Vinte e oito isolados bacterianos foram obtidos e submetidos a uma seleção massal, visando o controle de *M. javanica* em tomateiros em casa de vegetação. Dentre eles, os quatro isolados mais eficientes na seleção massal (I-2, I-4, I-9, I-23) foram novamente avaliados em casa de vegetação. Nenhum deles controlou o nematoide. Possivelmente, a redução da população de *M. javanica* por FSM seja resultado do efeito nematicida do isotiocianato, produzido durante a decomposição desse resíduo, e não produto da ação dos microrganismos que se desenvolveram nesse substrato.

Palavras-chave: Nematoide das Galhas, Controle Biológico, Biofumigação, Condicionador de Solo.

INTRODUÇÃO

As doenças de plantas são responsáveis por causar grandes prejuízos aos agricultores podendo resultar em perdas de até 100% da produção, conforme o patógeno causador da doença e de sua severidade na área de cultivo. Os principais microrganismos causadores de doenças são os fungos, as bactérias, os vírus e os nematoides. O gênero de nematoide mais importante na agricultura é o *Meloidogyne*, conhecido como nematoide das galhas, devido ao fato de atacar as raízes de plantas causando um aumento no número e tamanho das células cujo sintoma é a formação de galhas nas raízes (Figuras 1 e 2). O controle nematoides parasitas de plantas pode ser feito pelo uso de nematicidas químicos, mas devido à pressão crescente para a redução dos impactos negativos na agricultura e meio ambiente causados por esses produtos, grande ênfase vem sendo dada aos métodos alternativos de manejo, como o controle biológico, uso derivados de plantas e uso de condicionador de solo. Solos agrícolas têm grande diversidade microbiana e os microrganismos já presentes no solo pode exercer o controle natural do patógeno (BRIDGE, 1996). O estímulo à ocorrência natural de microrganismos antagonistas aos nematoides pode ser feito por meio da adição de materiais orgânicos ao solo. Além de servir como substrato para o crescimento dos microrganismos benéficos, esses materiais podem melhorar as características físico- químicas e biológicas dos solos e liberar substâncias com propriedades nematicidas durante a sua decomposição.

Os fungos são os agentes de biocontrole de nematoides mais estudados e as bactérias têm ganhado notoriedade nas pesquisas, por serem encontradas em grande quantidade no solo e facilmente cultivadas em meio de cultura, o que facilita o seu uso em formulações comerciais (WELLER, 1988; KLOEPFER et al., 1999). Os fungos são um dos principais inimigos naturais de fitonematoides no solo. As estratégias nas quais os fungos controlam nematoides incluem endoparasitismo, predação, hiperparasitismo de ovos e de fêmeas e produção de metabólitos tóxicos (STIRLING, 2014). Dentre os fungos com potencial de uso para o controle de nematoides, espécies do gênero *Trichoderma* apresentam características desejáveis para o controle biológico, pois é facilmente encontrado associado à matéria orgânica, possui rápido crescimento, além de produzir muitos conídios (HOWELL, 2003). Os mecanismos de ação das bactérias no controle de patógenos de plantas incluem antibiose, competição, produção de enzimas, indução de resistência da planta, estímulo de germinação e mecanismos adjuntos (HOWELL, 2003). A bactéria *Bacillus subtilis*, por exemplo, produzem endotoxinas de caráter nematicida, capazes de interferir no ciclo de reprodução, oviposição e eclosão de nematoides (MACHADO et al., 2012) Coutinho et. al (2007) observaram abundante crescimento do fungo do gênero *Trichoderma* em vasos de experimentos onde os solos foram tratados com brometo de metila e, posteriormente, foi incorporada a esse solo farinha de sementes de mamão. A partir de tal observação, foi

questionado se a presença de fungos e outros microrganismos poderiam estar atuando no controle do nematoide, observado na referida pesquisa. O extrato de semente de mamão foi eficiente em reduzir eclosão de *M. javanica* em 95% e de *M. incognita* em 99% e em causar a morte de 100% dos nematoídes (NEVES et al., 2008).

Figura 1. Galhas em raízes de plantas de tomate causadas por nematoides do gênero *Meloidogyne*. Foto: Wânia dos Santos Neves



Figura 2. Galhas em raízes de plantas de alface causadas por nematoides do gênero *Meloidogyne*. Foto: Wânia dos Santos Neves



OBJETIVO

Considerando que fungos do gênero *Trichoderma* e bactérias podem atuar como agentes de biocontrole, o objetivo deste trabalho foi isolar *Trichoderma* e bactérias de amostras de solo oriundas de solos tratados com farinha de sementes de mamão e avaliar o efeito dos isolados sobre o nematoide *Meloidogyne javanica*.

MÉTODOS

Obtenção do inóculo

Para a obtenção e multiplicação do inóculo, populações de *Meloidogyne javanica* foram multiplicadas em tomateiros (*Solanum lycopersicum*) variedade Santa Clara, mantidos sob condições de casa de vegetação, por aproximadamente 70 dias. Antes da condução dos experimentos, foi realizada eletroforese de isoenzimas para a confirmação da espécie e a verificação da pureza do inóculo.

Isolamento de rizobactérias do solo tratado com farinha de sementes de mamão (FSM) com potencial de controle do nematoide *M. javanica*

Amostras de solo foram coletadas da rizosfera das plantas cujo solo foi tratado com FSM. Para o isolamento das rizobactérias do solo, foi adotado o método de diluição em placas de Petri (KORN-WENDISCH; KÜTZNER, 1992). Foram adicionados 10 g de solo de cada amostra em 100 ml de solução salina (NaCl 0,85%). As amostras foram preparadas e mantidas sobre agitação vigorosa por 60 minutos, em temperatura ambiente. As suspensões foram filtradas e, a partir de cada filtrado, foi realizada a diluição serial. Uma alíquota de 50 µl de cada diluição, de 10^{-4} a 10^{-9} , foi depositada e espalhada com alça de Drigalsky em placa de Petri, contendo o meio 523 (KADO; HESKETT, 1970).

Seleção massal de bactérias de solo tratado com farinha de sementes de mamão (FSM) com potencial de controle do nematoide *M. javanica*

Os isolados bacterianos obtidos foram avaliados quanto ao controle de *M. javanica* em casa de vegetação. Vinte sementes de tomate Santa Cruz 'Kada' foram microbiolizadas utilizando-se o método descrito por Oostendorp; Sikora (1989), modificado por Fabry (2002). As sementes foram imersas em suspensão de propágulos de bactérias ou em solução salina (NaCl 0,85%), durante 24 horas em temperatura ambiente. Em seguida, as sementes foram semeadas em tubetes plásticos com capacidade de 250 ml, contendo solo e areia, na proporção 1:1 (v:v). Após 21 dias, com o desenvolvimento satisfatório do sistema radicular, o solo de cada tubete foi infestado com 1.000 ovos de *M. javanica*. As plantas foram irrigadas diariamente com o auxílio de uma piseta e adubadas uma vez por semana com N-P-K 15-15- 20 e com micronutrientes (Ouro Verde®). Quarenta e cinco dias após a infestação do solo foram avaliados o número de massas de ovos por sistema radicular e a altura das plantas. Cada tratamento foi repetido oito vezes. Os quatro isolados mais eficientes no controle de *M. javanica* neste experimento foram novamente avaliados tal qual descrito anteriormente,

exceto pelo fato que o solo foi infestado com 4.000 ovos do nematoide e mantido em vasos de 1 litro de capacidade, ao invés de tubetes.

Isolamento de *Trichoderma* spp. de solos tratados com farinha de semente de mamão (FSM) e o seu potencial para o controle de *M. javanica*

Amostras de solo coletadas de vasos onde foi incorporada a FSM foram diluídas serialmente a partir de 1 g de solo para 9 ml de ágar - água (0,05%). Uma alíquota de 1 ml da suspensão de cada diluição, de 10^{-3} a 10^{-9} , foi colocada em placas de Petri contendo o meio BDA (batata - dextrose - ágar) e as placas foram armazenadas em câmara de crescimento a 25°C, até o surgimento das colônias fúngicas. As colônias foram identificadas quanto ao gênero e os isolados de *Trichoderma* spp. foram armazenadas em papel de filtro em sílica-gel para os estudos posteriores.

Seleção de isolados de *Trichoderma* spp. para o controle de *M. javanica*.

Experimento 1: Cinco isolados de *Trichoderma* spp. foram multiplicados em substrato de grão de arroz, a 27°C por 10 dias. Após esse período, realizou-se a extração dos conídios, os quais foram utilizados para infestar o solo, na concentração de 10^8 conídios/kg de solo, juntamente com 3.000 ovos de *M. javanica* por vaso, contendo 0,5 kg de solo. Deste modo, o fungo e os ovos do nematoide permaneceriam em contato e seria possível verificar a ação do fungo sobre os ovos do nematoide. Após sete dias, uma muda de tomateiro foi transplantada por vaso. O número de galhas e de ovos, o peso da parte aérea, das raízes e a altura das plantas foram avaliados ao final de 45 dias. Cada tratamento foi repetido oito vezes.

Experimento 2: Neste experimento, o fungo ficou em contato com as raízes do tomateiro por 15 dias antes da infestação do solo. A razão de tal procedimento foi para permitir maior interação entre o fungo e as raízes, considerando que os metabólitos formados por *Trichoderma* induziria resistência contra o nematoide, antes da inoculação da planta. Para estudar tal possibilidade no controle de nematoides, mudas de tomateiro foram transplantadas logo após a infestação do solo com os isolados de *Trichoderma* spp., na mesma concentração empregada no experimento 1. Após 15 dias, o solo foi infestado com 3.000 ovos do nematoide. A avaliação do experimento foi realizada 45 dias após a infestação do solo, tal como no experimento 1.

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento adotado nos experimentos foi do tipo inteiramente casualizado. Para análise da seleção massal, os isolados bacterianos foram submetidos à análise de variância

e as médias do número de massas de ovos e da altura das plantas foram comparadas pelo teste Scott-Knot, ao nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do programa SAEG (EUCLIDES, 1983). Nos demais experimentos, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vinte e oito isolados bacterianos foram obtidos durante a seleção massal e, entre estes, vinte e três reduziram significativamente o número de massas de ovos (Figura 3) e dezessete isolados não influenciaram na altura das plantas (Figura 4), em relação à testemunha. Selecionaram-se os isolados I-2, I-4, I-9 e I-23, que resultaram em menor número de massas de ovos, variando de 33 a 38%, apesar de não diferirem estatisticamente de outros nove isolados. Na reavaliação desses quatro isolados, não se obteve diferença estatística entre eles para o número de galhas, de ovos, peso de parte aérea e peso de raízes, não confirmado o potencial antagônico indicado pelo teste de seleção massal realizado anteriormente (Tabela 1). Além disso, todas as plantas originadas de sementes tratadas com isolados bacterianos apresentaram crescimento inferior ao da testemunha, não diferindo estatisticamente entre os quatro isolados (Tabela 1). Segundo Oostendorp; Sikora (1989), é comum que um número reduzido de isolados que corresponde a menos de 10% dos isolados obtidos em uma seleção massal, apresente potencial de biocontrole de fitonematoides.

Considerando que as bactérias isoladas de solo tratado com farinha de sementes de mamão não controlaram *M. javanica* no presente trabalho, possivelmente, a redução da população desse nematoide, relatada por Coutinho et al. (2007), tenha sido somente em função apenas efeito nematicida presentes na semente de mamão. Em um trabalho realizado “in vitro”, Neves et al (2008) o extrato de semente de mamão foi eficiente em reduzir a eclosão de juvenis de *M. javanica* em 95% e de *M. incognita* em 99% e em causar a morte de 100% dos juvenis das duas espécies de nematoides. O que confirma o potencial de controle de substâncias presentes em tais sementes. Segundo Naves et al. (2010) as sementes apresentam, em sua composição, fatores toxicológicos, tais como o cianeto, o que pode ser também uma das substâncias responsáveis pela eficiência do extrato em controlar os nematoides, causando a morte dos juvenis de segundo estágio.

Figura 3. Seleção massal de bactérias com potencial de controle de *Meloidogyne javanica*. Média do número de massas de ovos por sistema radicular de plantas de tomate após 45 dias da infestação com ovos de *M. javanica*. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Scott-Knot, ao nível de 5% de probabilidade. A letra T representa o tratamento testemunha com sementes não microbiolizadas, imersas em água.

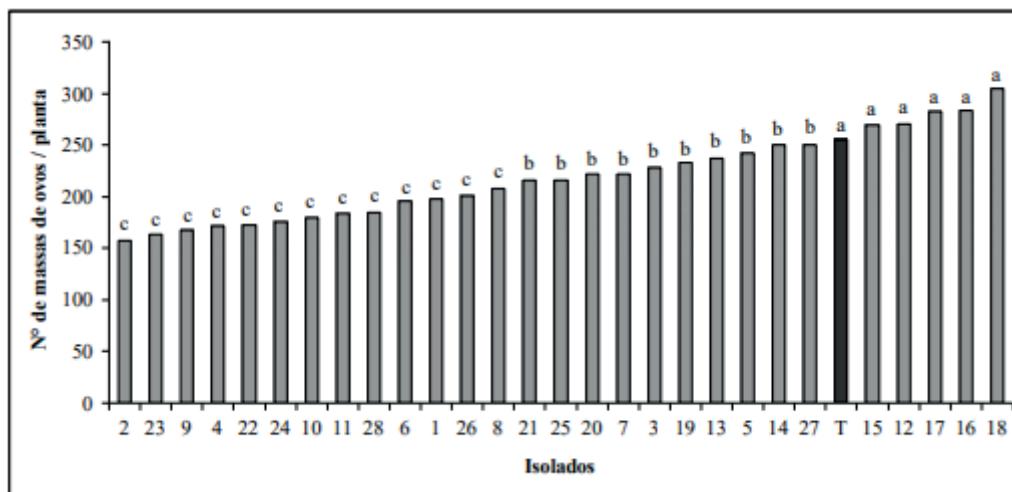


Figura 4. Média da altura das plantas durante a seleção massal de bactérias com potencial de controle de *Meloidogyne javanica*. Média da altura das plantas de tomate após 45 dias da infestação com ovos de *M. javanica*. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste Scott-Knot, ao nível de 5% de probabilidade. A letra T representa o tratamento testemunha com sementes não microbiolizadas, imersas em água.

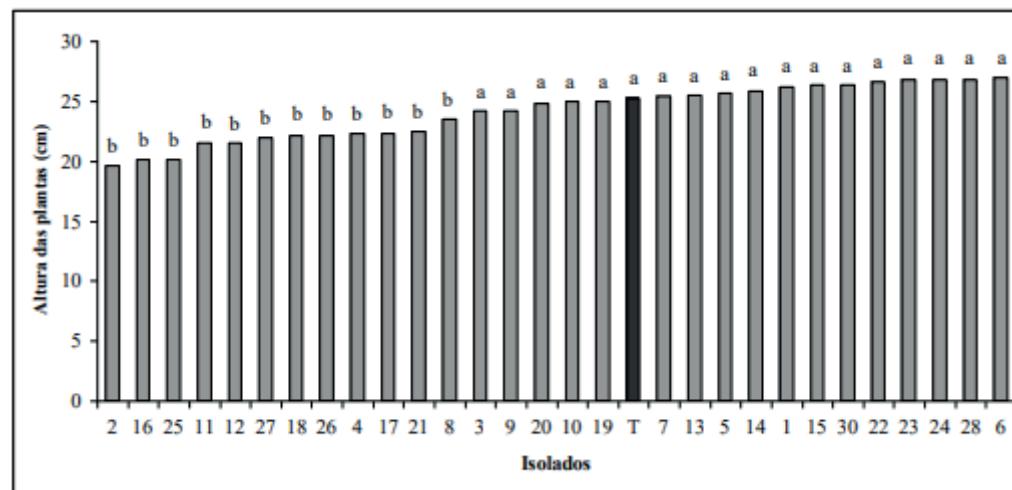


Tabela 1. Efeito de isolados de bactérias sobre a altura, peso da parte aérea e das raízes de tomateiro, bem como o número de galhas e de ovos por sistema radicular, causados por *M. javanica*, aos 45 dias após a infestação do solo.

Tratamentos	Altura de plantas (cm)	Peso da parte aérea (g)	Peso das raízes (g)	Número de galhas	Número de ovos
Isolado I-2	52 bc	56,26 ns	13,29 ns	357 ns	322.572 ns
Isolado I-23	57 bc	53,78	15,37	336	260.318
Isolado I-9	54 bc	58,18	14,35	254	350.885
Isolado I-4	48 bc	46,56	15,13	333	201.142
Testemunha (com nematoide)	67 ab	49,60	14,72	297	192.239
Testemunha (sem nematoide)	73 a	52,00	14,50	-	-

^{ns} Não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Cinco isolados do fungo do gênero *Trichoderma* sp. foram obtidos dos solos tratados com FSM e nenhum deles reduziu a população de *M. javanica* ou influenciou o crescimento dos tomateiros, no experimento 1 (Tabela 2). No segundo experimento, quando o contato entre o inóculo do nematoide e do fungo foi de 15 dias, apenas o isolado A2 reduziu significativamente o número de ovos do nematoide, na proporção de 42,44% (Tabela 3). Entretanto, nenhum isolado reduziu o número de galhas e não influenciou o crescimento das plantas.

O surgimento de fungos do gênero *Trichoderma* é comum em solos tratados com brometo de metila e que receberam matéria orgânica posteriormente, a exemplo da farinha de semente de mamão utilizada no experimento. O brometo de metila é um agente que ocasiona quase que total esterilização do substrato, facilitando sua recolonização por microrganismos mais agressivos, neste caso, o *Trichoderma* spp. (PEIL, 1996). Esse fungo também foi encontrado em experimentos onde se incorporou mostarda (*Brassica rapa*) para a biofumigação do solo visando ao controle de *M. incognita* (LIMA, 2006).

Tabela 2. Efeito de isolados de *Trichoderma* sp., inoculados simultaneamente com os ovos de *M. javanica*, sobre a altura, peso da parte aérea e das raízes de tomateiro, bem como o número de galhas e de ovos por sistema radicular, aos 45 dias após a infestação do solo.

Tratamentos	Altura de plantas (cm)	Peso da parte aérea (g)	Peso das raízes (g)	Número de galhas	Número de ovos
Isolado A-2	60,87 ns	30,98 ns	13,30 ns	1.248 ns	682.256 ns
Isolado B1	62,00	30,56	14,72	1.149	606.318
Isolado C1	67,12	33,17	11,41	962	603.787
Isolado D1	55,87	32,19	15,27	995	571.556
Isolado D2	64,37	32,31	15,26	1.138	622.350
Testemunha (com nematoide)	55,50	30,88	13,84	1.295	663.187
Testemunha (sem nematoide)	59,25	34,24	11,03	-	-

ns Não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Efeito de isolados de *Trichoderma* sp., inoculados no tomateiro 15 dias antes da infestação do solo com ovos de *M. javanica*, sobre a altura, peso da parte aérea e das raízes de tomateiro, bem como o número de galhas e de ovos por sistema radicular causados por *M. javanica*, aos 45 dias após a infestação do solo.

Tratamentos	Altura de plantas (cm)	Peso da parte aérea (g)	Peso das raízes (g)	Número de galhas	Número de ovos
Isolado A-2	56,50 ns	23,02 ns	5,52 ns	485 ns	127.210 a
Isolado B1	63,38	24,82	6,12	628	232.943 bc
Isolado C1	59,38	23,16	6,33	524	144.366 ab
Isolado D1	59,28	25,36	7,33	633	242.983 c
Isolado D2	55,50	22,63	6,01	577	185.287 abc
Testemunha (com nematoide)	62,13	23,80	6,62	590	220.997 bc
Testemunha (sem nematoide)	65,75	27,02	6,40	-	-

ns Não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Alguns fungos são dependentes da presença de matéria orgânica no solo para desempenharem seu mecanismos de ação sobre o patógeno. Para ocorrer a predação, por exemplo, é necessário que haja crescimento micelial e a formação de armadilhas. Os dois processos requerem energia, que pode ser suprida por carboidratos contidos na matéria orgânica (STIRLING, 2014). Desta forma, a aplicação em conjunto com alguma fonte de matéria orgânica poderia aumentar a germinação dos esporos, o crescimento micelial, a atividade predatória do fungo e favorecer a competição desses fungos com os demais organismos do solo (Ferraz et al., 2010). Outros fungos podem necessitar de um período maior para se estabilizar no solo e atuar com agente de controle biológico. Ainda que o isolado A-2 de *Trichoderma* sp. tenha afetado a produção de ovos de *M. javanica*, seria necessário um período de 15 dias de contato deste fungo com o inóculo do nematoide, antes do plantio das mudas de tomateiro. Outras pesquisas podem ser realizadas para avaliar se o fato de prolongar o período entre a introdução do fungo no solo e o plantio da cultura, alteraria esse resultado.

CONCLUSÃO

Possivelmente o sucesso obtido nos experimentos onde se incorporou a farinha de semente de mamão no solo se deve ao efeito nematicida das substâncias presentes nas sementes e não pela presença de microrganismos (*Trichoderma* e bactérias) que se desenvolveram após sua incorporação.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pelo financiamento do projeto intitulado “Desenvolvimento de condicionador de solo, à base de materiais vegetais, com propriedades nematicidas”.

■ REFERÊNCIAS

1. BECKER, J.O., et al. Effects of rhizobacteria on root-knot nematodes and gall formation. *Phytopathology*, v.78, p.1466-1469. 1988.
2. BRIDGE, J. 1996. Nematode management in sustainable and subsistence agriculture. Annual Review Phytopathology, (34): 201-221.
3. COUTINHO, M.M., et al. Efeito da incorporação de farinha de sementes de mamão e *Pochonia chlamydosporia* sobre *Meloidogyne javanica*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, XL, Maringá. Resumos, p. 188. 2007

4. EUCLIDES, R.F. 1983. Sistema para análise estatística e genética: SAEG. Viçosa. p. 100- 112.
5. FABRY, C.F.S. Controle de *Meloidogyne javanica* por rizobactérias antagonistas a fito nematoides. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 68 p. 2002.
6. HOWELL, C.R. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the Biological Control of Plant Diseases: The history and evolution of current concepts. **Plant Disease**, v.87, n.1, p.1- 10. 2003.
7. KADO, C.I.; M.G. RESKETT.. Selective media for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology**, v.60:, p.969-979. 1970
8. KLOEPPER, J.W., et al. Plant root-bacterial interactions in control of soilborne disease and potential extension to systemic and foliar disease. **Australasian Plant Pathology**, v.28, n.1, p.21-26, 1999.
9. KORN-WENDISCH, F.; H.J. KÜTZNER. The family Stretomycetaceae. In: BALOWS, A., H.G. TRÜPER, M. DWORAKIN., W HARDER & K.H.
10. SCHLEIFER. (eds). The prokaryotes. **A handbook on the biology of bacteria: ecophysiology, isolation, identification, applications** , 2 ed. Springer, Berlin & New York, p.921-995, 1992.
11. LIMA, A.O. 2006. Biofumigação do solo com *Brassica rapa* para o controle de fito nematoides. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 56 p.
12. MACHADO, V. et al. Bactérias como agentes de controle biológico de fitonematóides. **Oecologia Australis**, v.16, n.2, p:165-182, 2012.
13. NAVES, L.P., et al. Componentes antinutricionais e digestibilidade proteica em sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) submetidas a diferentes processamentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.1, p.180-184, maio, 2010.
14. NEVES, W.S. et al. Efeito, in vitro, do extrato de sementes de mamão sobre a eclosão de juvenis de *Meloidogyne* spp. **Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas**, v.2, p.9-14, 2008.
15. OOSTENDORP, M.; R.A. SIKORA. Seed treatment with antagonistic rhizobacteria for the suppression of *Heterodera schachtii* early root infection of sugar beet. **Revue de Nématologie**, v.12, p.77-83, 1989.
16. PEIL, R.M., et al. Desinfestação de compostos para cultivo de cogumelo *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.2, n.3, p.159-164, 1996.
17. STIRLING, G.R. **Biological control of plant-parasitic nematodes: soil ecosystem management in sustainable agriculture**. Wallingford: CABI Publishing, 536 p. 2014.
18. WELLER, D.M. Biological control of soil-borne plant pathogens in the rizosphere with bactéria. **Annual Review of Phytopathology**, v.26, p. 1508-15012, 1988.

“

Influências de árvores nativas do cerrado em sistemas de consórcio com pastagens sobre atributos químicos do solo

I Caio Cesar Vieira **Sampaio**
UFV

I Yara Karine Lima **Silva**
UFV

I Marcos Resende **Pereira**
UFV

I André Mundstock Xavier **Carvalho**
UFV

RESUMO

O cerrado atingiu recentemente 50% de sua área desmatada, o que indica que o bioma encontra-se num momento singular de sua existência. Além das consequências sobre a biodiversidade associada às suas fitofisionomias, este índice possui implicações sobre o ciclo da água, cuja dinâmica também tem sido gradual e claramente alterada. Dessa forma, visando validar e incentivar práticas que conciliem melhor a produção agrícola com a manutenção dos ecossistemas, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência de espécies arbóreas do cerrado em consórcio com pastagens sobre atributos químicos do solo. Amostragens de solo, sobre a projeção das copas de seis espécies arbóreas e nas suas adjacências, foram coletadas em seis áreas de pastagens no município de Rio Paranaíba (MG). As espécies arbóreas promoveram alterações em todos os atributos químicos do solo avaliados. O pH da camada superficial do solo (0 a 5 cm) foi aumentado em amostras associadas ao Pau Terra Grande e reduzido pelo Jacarandá do Cerrado. Na camada de 5 a 15 cm, no entanto, houve uma pequena redução no pH do solo sob a projeção da copa das árvores. Em geral, houve a elevação dos teores de P, C orgânico e K no solo na camada de 0 a 5 cm presença das árvores nativas. Estes dados evidenciam o potencial aproveitamento de espécies arbóreas do cerrado em consórcio com pastagens visando à restauração da biodiversidade e dos serviços ambientais associados em agroecossistemas degradados.

Palavras-chave: Sistemas Agroflorestais, Qualidade do Solo, Ciclagem de Nutrientes, RAD.

INTRODUÇÃO

Alternativas de produção com sistemas agrosilvipastoris têm buscado mudar o cenário das áreas destinadas a pasto no cerrado brasileiro. Esses sistemas, no entanto, podem ser dependentes de tecnologias que por vezes podem ter custos elevados, dificultando a adoção destas tecnologias por pequenos agricultores (Lopes *et al.*, 2004). As árvores são componentes eficientes em processos de ciclagem de nutrientes e recuperação de áreas degradadas. Estudos apostam frequentemente em espécies arbóreas como sendo importantes para a recuperação de áreas degradadas, pois reduzem o impacto da chuva no solo, aumenta a infiltração de água, mantém o teor adequado de matéria orgânica e pelo efeito agregador das partículas do solo (Franco *et al.*, 2002).

Práticas conservacionistas que preservem a matéria orgânica do solo (MOS) são de grande importância porque esta é o maior reservatório de carbono (Stockmann *et al.*, 2013). Recuperar as áreas já degradadas com tais práticas interfere diretamente no conteúdo de carbono estocado na fração da MOS fazendo com que o solo atue como mitigador de CO₂ atmosférico (Paustian *et al.*, 2016). Essa mitigação é representada pelo aumento da quantidade de MOS causando mudanças significativas na concentração de CO₂ da atmosfera (Schlesinger, 1997) e pode ser considerada uma alternativa relevante para a mitigação de gases de efeito estufa com co-benefícios para a segurança alimentar (Paustian *et al.*, 2016). Shiferaw *et al.* (2019) indicaram que a depender do tipo de uso do solo podem haver perdas de 60% e 69% no estoque de COS na camada superficial (0-10 cm). Além de reduzir as emissões de CO₂ (Kragt *et al.*, 2012) a presença de frações húmicas na MOS indica a estabilidade estrutural do solo (Grinhut *et al.*, 2007).

A partir da crescente percepção da necessidade de conciliar a restauração florestal com a produção agrícola, árvores estão sendo inseridas em sistemas de produção de pastagens agroflorestais. No entanto, poucos estudos têm avaliado quais espécies nativas permitem melhorias significativas na qualidade do solo simultaneamente a outras funções como produção de frutos, lenha, fitoterápicos, abrigo de fauna silvestre, entre outros. Muitos técnicos e agricultores alegam que as árvores podem competir por nutrientes com as espécies forrageiras, o que comprometeria a produtividade das pastagens. Frente a isso, o conhecimento das condições edáficas do solo podem auxiliar na avaliação das práticas utilizadas na conservação da qualidade do solo priorizando o manejo adequado, sua recuperação e também viabilidade econômica e produtiva. Araya *et al* (2016) encontraram um aumento de 16 e 30% de produtividade utilizando dois sistemas conservacionistas.

Há uma estimativa de que mais de metade da área destinada a pastagens no Brasil estão em processo de degradação, apresentando um reflexo do manejo inadequado e limitando os índices zootécnicos (Macedo, 2005; Dias-Filho, 2007). O aumento da substituição

do cerrado por pastagens não arborizadas é uma prática frequente e em maioria não são utilizadas as práticas conservacionistas de manejo nestas áreas, conduzindo à um processo gradual de degradação. Em regiões de cerrado onde atualmente predominam as pastagens os solos possuem, em sua maioria, baixa fertilidade natural e altos índices de saturação por alumínio. Tais atributos químicos estão relacionados à baixa produtividade por animal e por unidade de área, em função da quantidade e da qualidade das forragens. Somado à ocorrência de longos períodos de deficiência hídrica, esses fatores contribuem para uma menor cobertura vegetal do solo, favorecendo a erosão e comprometendo a infiltração de água no período chuvoso.

A degradação de pastagem é um processo com alto potencial para causar assoreamento de nascentes, rios, represas e lagos, principalmente em regiões montanhosas (Luciano *et al.*, 2009). Essa degradação leva ao desenvolvimento do processo erosivo que é afetado pela cobertura do solo, suas propriedades, topografia e práticas empregadas (Lu *et al.*, 2019; Panagos *et al.*, 2015). A erosão do solo é considerada um dos maiores problemas ambientais em escala global, pois proporciona perdas de solo e nutrientes, está associada a inundações, assoreamento, poluição de corpos hídricos e diminuição das áreas com vocação agrícola (Wang *et al.*, 2016; Mafra, 2010).

As árvores em pastagens podem permitir uma eficiente gestão dos recursos hídricos, o que inclui a redução da erosão e do assoreamento de mananciais no meio rural, propicia melhoria da qualidade, ampliação e a regularização da oferta de água em bacias hidrográficas (Chaves *et al.*, 2005). Os proprietários adotando manejos conservacionistas em suas propriedades com vista à conservação do solo e água podem ainda entrar em programas de pagamento por serviços ambientais, como já ocorre em algumas regiões do país, e em alguns municípios previsto por Lei como é o caso de Extrema - MG (Lei nº2.482, de 13 de fevereiro de 2009). Nestas regiões recursos são transferidos, monetários ou não monetários, para aqueles que ajudam a conservar ou produzir tais serviços mediante a adoção de práticas agrícolas. O Plano Agrícola e Pecuário de 2008-2009, o Programa de Produção Sustentável do Agronegócio (Produsa), teve como objetivo incentivar a implantação de sistemas produtivos sustentáveis, priorizando a recuperação de áreas e pastagens degradadas e disponibilizar linha de crédito para a ampliação de sistemas de integração de agricultura, pecuária e silvicultura (Brasil, 2008). Árvores nativas podem ser utilizadas de forma compensatória nesses (Porfírio-da-Silva *et al.*, 2009).

Além de todos os aspectos listados, o aumento da biodiversidade pela manutenção planejada de árvores nativas está associado à elevação da biodiversidade animal, à otimização da ciclagem de nutrientes no solo e ao bem-estar animal associado à sombra. De forma direta, o clima atua sobre o animal, que busca constantemente se adaptar as condições

ambientais na busca do bem-estar. Os bovinos em clima tropical, principalmente os que são criados em regime de pastos, estão expostos ao sol e a outras intempéries por várias horas ao dia e tornam-se susceptíveis a um estado permanente de estresse, resultando em alterações fisiológicas e comportamentais que comprometem seu desempenho produtivo (Ferreira, 2010). Além do conforto térmico aos animais, as árvores nativas podem proporcionar o aumento da entrada de receitas na exploração sustentável de produtos e, devido à maior eficiência de uso dos recursos naturais, apresentam melhores taxas internas de retorno do investimento, superando a renda líquida obtida nos sistemas componentes monoespecíficos (Porfírio-da-Silva, 2001; Nicodemo *et al.*, 2004).

Contudo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de espécies arbóreas nativas do cerrado em sistema de consórcio com pastagens, sobre atributos químicos do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostragens sistemáticas de solo foram planejadas em seis áreas de pastagens arborizadas no município de Rio Paranaíba (MG). A região possui um clima tropical sazonal com períodos de chuvas (Novembro a Abril) e seco (Maio a Outubro) bem definido. A precipitação média anual é de 1600 mm, e o clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa.

Devido à heterogeneidade entre as áreas estudadas, a estratégia para avaliação da influência das árvores sobre atributos químicos do solo baseou-se na diferença entre o solo coletado na projeção da copa e o solo coletado fora da influência das árvores (solo adjacente à árvore). Dessa forma, as amostragens seguiram o esquema fatorial 6x2, sendo seis espécies arbóreas nativas do cerrado *Bowdichia virgilioides* (sucupira preta, Fabaceae), *Machaerium opacum* (jacarandá-cascudo, Fabaceae), *Dalbergia miscolobium* (jacarandá do cerrado, Fabaceae), *Caryocar brasiliense* (pequi, Caryocaraceae), *Quaela grandiflora* (pau terra grande, Vochysiaceae) e *Vochysia thyrsoidea* (gomeira, Vochysiaceae)) e duas posições de amostragem (na projeção da copa das árvores (perto) e nas adjacências (longe)), com oito repetições, totalizando 96 pontos de amostragem. Os solos sob os oito indivíduos de cada espécie estudada foram coletados de pelo menos três áreas distintas, de modo a minimizar o efeito da variabilidade entre áreas. Apesar disso, a comparação entre espécies de árvores pode ser comprometida em função da heterogeneidade prévia das áreas utilizadas neste estudo, e deve ser avaliada com cuidado. A comparação “perto x longe”, no entanto, sofre menor influência da área e permite uma inferência mais segura sobre o efeito das árvores. O solo foi amostrado com auxílio de um trado tipo sonda de PVC nas camadas de 0 a 5 cm e de 5 a 15 cm de profundidade e cada ponto de amostragem foi composto por quatro amostras simples. A distância (perto e longe) foram padronizadas em um metro do

tronco das árvores para amostras sob a copa (perto) e para a coleta das amostras de solo adjacentes (longe) foi considerada como duas vezes o raio da copa e a máxima como três vezes o raio da copa a partir do tronco, as árvores tiveram em média copas com 2,5 metros de raio. As espécies foram escolhidas com base na maior frequência das mesmas nas áreas de pastagens arborizadas estudadas. Todas as espécies escolhidas são espécies típicas do cerrado sentido restrito do bioma cerrado.

Atributos químicos do solo avaliados e análises estatísticas

As amostras de solo coletadas foram secas ao ar e passadas em peneira de malha de 2 mm de abertura. Posteriormente, as amostras foram submetidas às análises de pH em água, P e K disponíveis e carbono orgânico. Para a determinação do pH do solo em água foi utilizada relação solo água de 1:5 (Liu *et al*, 2014). Os nutrientes P e K disponíveis às plantas foram extraídos em extrator Mehlich-1, sendo os teores de P posteriormente determinados em espectrofotômetro de absorção molecular e os de K determinados em espectrofotômetro de emissão de chama (Embrapa, 2011). Os teores de carbono orgânico do solo foram determinados após oxidação da matéria orgânica em meio ácido na presença de Cr₂O₇²⁻, sendo o excesso de dicromato determinado por titulação com sulfato ferroso amoniacial (Yeomans & Bremner, 1988).

Os dados foram submetidos aos testes de Jarque-Bera, para avaliação da normalidade dos erros, e de Bartlett para avaliação da homogeneidade das variâncias. Quando não atendidas às pressuposições para a análise de variância, os dados foram submetidos a transformação logarítmica ou raiz quadrada. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK) a 5 % de probabilidade. Quando a interação entre os fatores em estudo foi não significativa ($p>0,25$) o teste foi aplicado apenas para as médias marginais representadas por “ γ ” e “ β ” (Perecin e Cargnelutti Filho, 2008).

RESULTADO E DISCUSSÃO

As espécies arbóreas influenciaram todos os atributos químicos do solo avaliados (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de probabilidade (p-valor) de F da análise de variância para os fatores em estudo (espécies arbóreas x proximidade das árvores) e coeficientes de variação para os atributos químicos do solo avaliados.

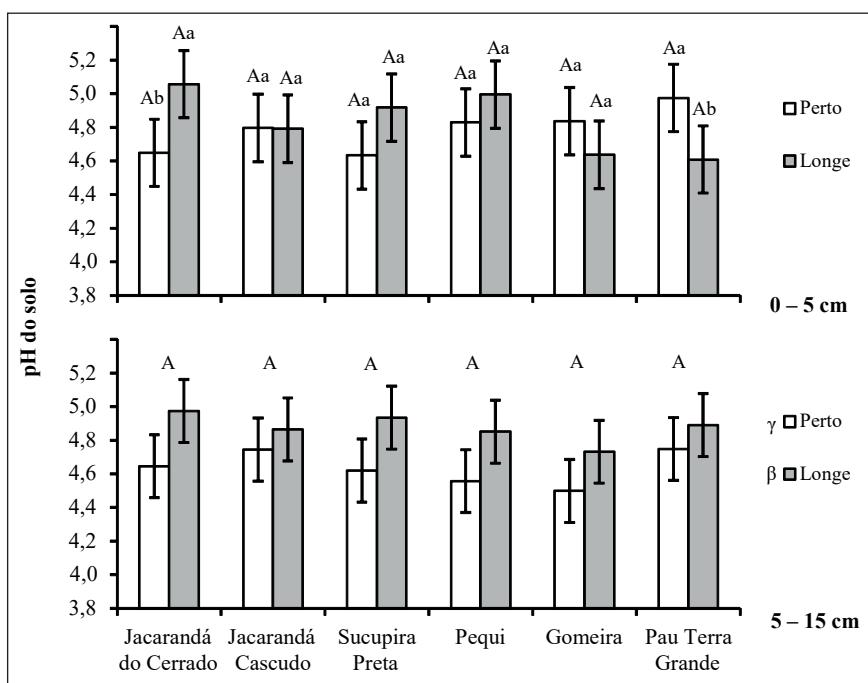
Tratamentos	pH do solo		P disponível		K disponível		Carbono orgânico	
	0-5	5-15	0-5	5-15	0-5	5-15	0-5	5-15
Espécies	0,991	0,969	0,622	0,920	0,071	0,133	0,007	0,064
Perto x Longe	0,266	<0,001	0,024	0,667	<0,001	<0,001	<0,001	0,083

Tratamentos	pH do solo		P disponível		K disponível		Carbono orgânico	
	0-5	5-15	0-5	5-15	0-5	5-15	0-5	5-15
Interação	<0,001	0,710	0,655	0,739	<0,001	0,001	0,821	0,606
C.V. (%) ¹	4,34	4,96	-162,9	36,14	16,91	18,9	16,3	13,59
Transformação ²	-	-	Log	Log	Log	Log	-	-

¹ C.V. (%): coeficiente de variação correspondente ao resíduo b da análise de variância segundo um esquema de amostragem em parcelas subdivididas. ² Transformações prévias realizados sobre o conjunto de dados para atendimento às pressuposições da análise de variância.

O pH da camada superficial do solo (0 a 5 cm) foi aumentado pelo Pau Terra Grande e reduzido pelo Jacarandá do Cerrado. Na camada de 5 a 15 cm, no entanto, houve uma pequena redução no pH do solo sob a projeção da copa das árvores em relação ao solo coletado nas adjacências (Figura 1).

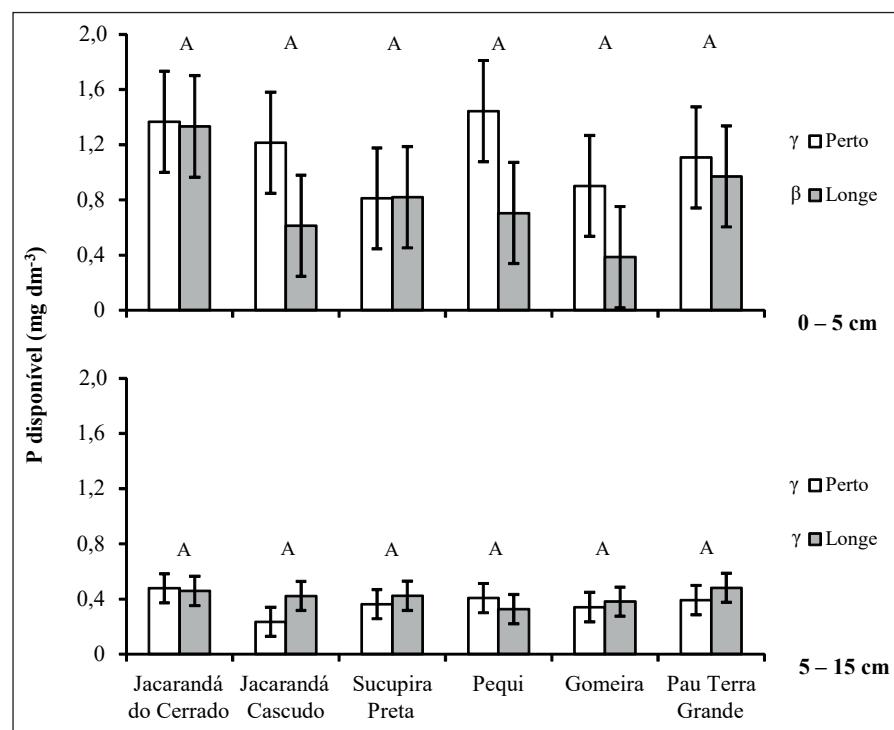
Figura 1. pH em água de amostras de solos das camadas de 0 a 5 cm e de 5 a 15 cm coletadas sob a influência (perto) ou não (longe) de espécies arbóreas nativas do cerrado em áreas de pastagem. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula (entre posições de amostragem) ou maiúscula (entre espécies) não diferem entre si pelo teste de SNK a 5 % de probabilidade. Barras representam o erro padrão.



Em geral, as árvores contribuíram para a elevação dos teores de P disponível na camada de 0 a 5 cm de profundidade. No entanto, na camada de 5 a 15 cm de profundidade as árvores não alteram a disponibilidade deste nutriente no solo (Figura 2).

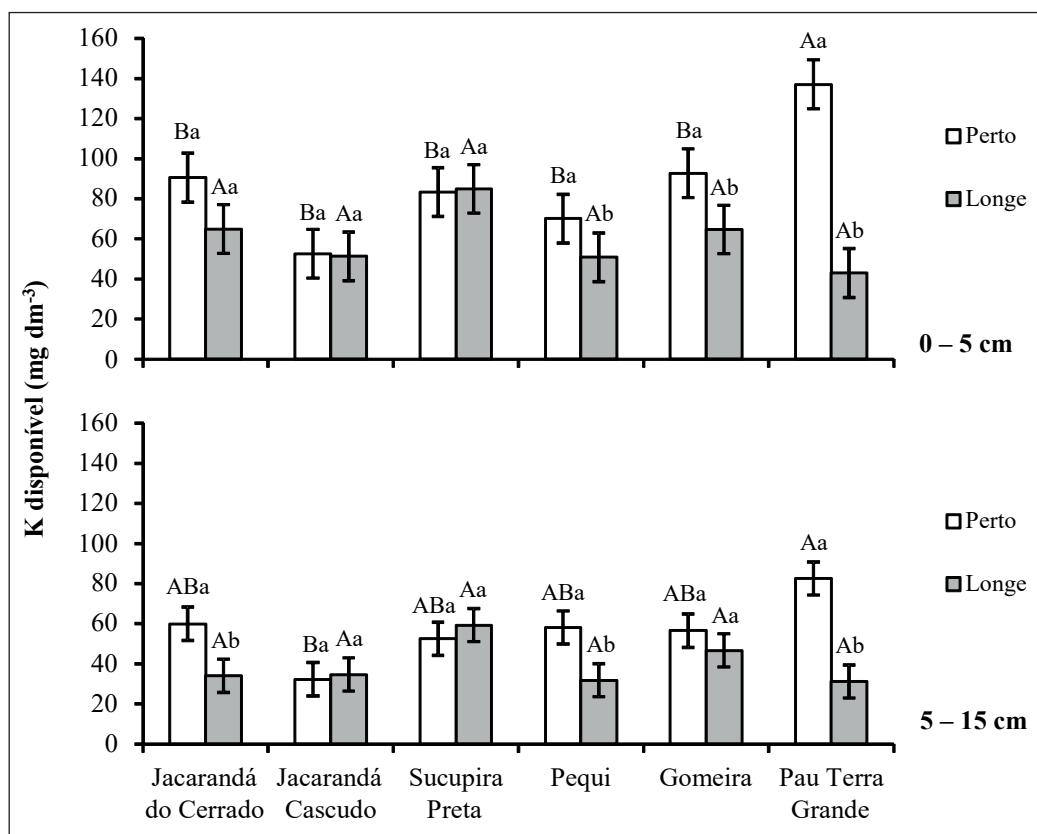
Figura 2. Fósforo disponível no solo nas camadas de 0 a 5 cm e de 5 a 15 cm coletadas sob a influência (perto) ou não (longe) de espécies arbóreas nativas do cerrado em áreas de pastagem. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula (entre posições de amostragem) ou maiúscula (entre espécies) não diferem entre si pelo teste de SNK a 5 % de probabilidade.

Barras representam o erro padrão.



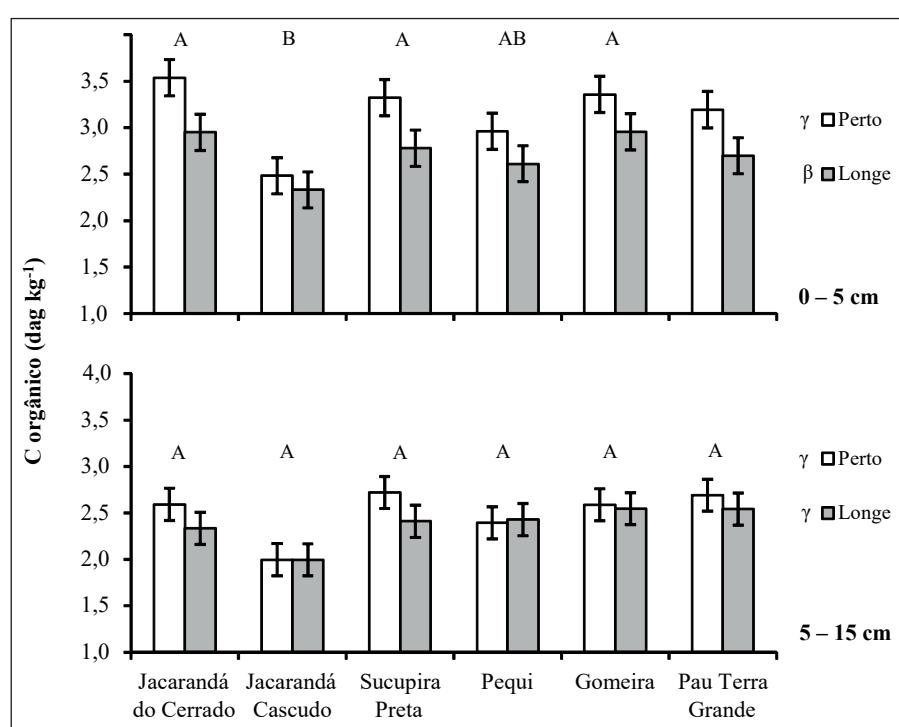
As árvores das espécies pequi, gomeira e pau terra grande estiveram associadas à elevação dos teores de K disponível em relação ao solo adjacente na camada de 0 a 5 cm de profundidade. Tal incremento chegou a 43 % para a gomeira e 218 % para o pau terra grande. Na camada de 5 a 15 cm, as árvores de o jacarandá do cerrado, pequi e pau terra grande afetou a disponibilidade de K. No entanto, a gomeira, jacarandá cascudo e sucupira preta não exerceram esta influência (Figura 3).

Figura 3. Potássio disponível no solo nas camadas de 0 a 5 cm e de 5 a 15 cm coletadas sob a influência (perto) ou não (longe) de espécies arbóreas nativas do cerrado em áreas de pastagem. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula (entre posições de amostragem) ou maiúscula (entre espécies) não diferem entre si pelo teste de SNK a 5 % de probabilidade. Barras representam o erro padrão.



As árvores do cerrado avaliadas também estiveram associadas a uma elevação média de 15 % nos teores de carbono orgânico do solo na camada de 0 a 5 cm em relação ao solo adjacente de cada árvore. No entanto, tal efeito não foi observado na camada de 5 a 15 cm de profundidade (Figura 4).

Figura 4. Carbono orgânico no solo nas camadas de 0 a 5 cm e de 5 a 15 cm coletadas sob a influência (perto) ou não (longe) de espécies arbóreas nativas do cerrado em áreas de pastagem. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula (entre posições de amostragem) ou maiúscula (entre espécies) não diferem entre si pelo teste de SNK a 5 % de probabilidade. Barras representam o erro padrão.



Neste trabalho foi explorada a qualidade química do solo nos ambientes associados à presença de árvores “adultas”. Os resultados proporcionam informações para que mais estudos a respeito do tema sejam realizados e técnicas como a “bateção seletiva” (roçada seletiva) do pasto sejam mais amplamente adotadas por técnicos e agricultores.

Em geral as árvores afetaram positivamente a disponibilidade P e K e os teores de matéria orgânica do solo. Estas diferenças podem estar associadas às diferentes espécies de árvores. Tavares *et al.* (2014) não observou diferença significativa no solo entre espécies arbóreas nativas de pequeno porte. O presente estudo acrescenta informações a respeito destes resultados, demonstrando que árvores “adultas” podem alterar positivamente a qualidade química do solo. Liu *et al.* (2014) obteve significativo crescimento de plântulas de *Castanopsis fissa* e *Syzygium hancei* sob o dossel de *Rhodomyrtus tomentosa*. As árvores dispersas representam ilhas dentro das paisagens circundantes, onde as diferentes estruturas vegetativas acima do solo e formação correspondente abaixo do solo podem proporcionar benefícios visíveis para a vegetação sob copa de árvores isoladas, dando origem a “ilhas férteis” de produtividade.

Há a possibilidade de esse enriquecimento ser devido ao esterco dos animais. No entanto, não foi observado nas árvores amostradas acumulo significativo. Além disso, os efeitos associados à presença das árvores pode ser explicado pelos processos de absorção e ciclagem dos nutrientes do solo pelas plantas que dependem entre outros fatores da umidade

do solo, do desenvolvimento radicular e da presença de associações simbióticas, como por exemplo, micorrizas. A influência positiva de todas as árvores sobre os teores de P e K na camada de 0 a 5 cm e para as espécies Pequi (0,775 kg/ha), Gomeira (0,74 kg/ha) e Pau Terra Grande (2,52 kg/ha).

A disponibilidade de fósforo é especialmente importante nos solos tropicais devido à sua baixa mobilidade e baixa eficiência de recuperação e uso pela planta. Embora menos suscetível à lixiviação do que o nitrogênio ou potássio o P é facilmente fixado nos coloides do solo e, portanto torna-se indisponível com muita rapidez. Ele também pode ser convertido em formas orgânicas no qual é temporariamente indisponibilizado, mas protegido de fixação na fase mineral. A disponibilidade de potássio pode ser corrigida com estratégias de fontes de lenta liberação. A eficiência com que elementos inorgânicos são reciclados e a relação do aporte de nutrientes para a produção de alimentos varia, ou seja, depende da forma em que um determinado nutriente é incorporado, a sua solubilidade (e, portanto mobilidade) no solo, a taxa com que ele é absorvido pela planta, e sua susceptibilidade à perda no solo.

A quantidade de matéria orgânica no solo depende do balanço entre a taxa ao qual é adicionado e a taxa ao qual é oxidado. Nesse trabalho encontramos valores de C orgânico no solo sob influência de árvores nativas do cerrado correspondentes a 210 kg/ha na camada de 0 a 5 cm de profundidade.

O cultivo intensivo de plantas afeta tanto os processos de formação como tendem a reduzir fatores que favorecem a conservação da matéria orgânica no solo. O revolvimento de solo, por exemplo, aumenta a temperatura e promove uma aeração momentânea intensa que acelera a taxa de decomposição da matéria orgânica (Sanchez & Salinas, 1981). Nos sistemas agroflorestais (SAFs), a elevação nos níveis de C devem-se, entre outros fatores, ao aumento da produção de biomassa, que ocorre tanto acima quanto abaixo da superfície do solo, em função das adições contínuas de resíduos senescentes, morte de raízes, liberação de exsudatos ou outros processos. O C oriundo dessas deposições são mineralizados e, ou, humificados sendo que, a mineralização resulta na melhoria da ciclagem de nutrientes, enquanto a humificação aumenta os níveis de matéria orgânica do solo em frações mais estáveis, portanto, aumenta também os estoques de C (Duarte, 2011).

Os teores de C em formas orgânicas (C orgânico) do solo estão ligados à sua interação com a biosfera. A entrada de C no solo está relacionada, principalmente, com o aporte de resíduos da biomassa aérea e radicular das plantas, liberação de exsudados radiculares, lavagem de constituintes solúveis da planta pela água da chuva e transformação desses materiais carbonados pelos macro e microrganismos do solo. Esses processos tendem à acidificar o meio onde ocorrem. Os maiores teores de Corg encontrados explica os menores valores de pH. Tais valores debaixo das árvores foram maiores entre os locais na

profundidade de 5 a 15 cm, indicando que a diferença na acidez nesse ambiente deve-se ao maior valor de H, já que a matéria orgânica do solo apresenta vários grupos funcionais, especialmente os grupos carboxílicos e fenólicos, que podem liberar o H que irá compor os íons envolvidos na capacidade de troca de cátions do solo (CTC) (Tibau, 1984).

CONCLUSÕES

Espécies como sucupira preta, jacarandá cascudo, jacarandá do cerrado, pau terra grande e gomeira podem ser inseridas em pastagens para melhoria da qualidade do solo em áreas degradadas.

Existe um grande potencial de utilização de algumas espécies arbóreas do cerrado em consórcio com pastagens visando à restauração parcial da biodiversidade e dos serviços ambientais associados em agroecossistemas degradados.

■ REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Agrícola e Pecuário 2008-2009**. Brasília: MAPA; SPA, 72 p, 2008.
2. CHAVES, H. M. L.; BRAGA, B.; DOMINGUES, A. F.; SANTOS, D. G. **Quantificação dos benefícios ambientais e compensações financeiras do “programa do produtor de água” (ANA)**: II. Aplicação, Revista Bras. De Recursos Hídricos, v. 9(3), p.15-21, 2005.
3. DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 3. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190 p, 2007.
4. DUARTE, E. M. G. **Árvores em sistemas agroflorestais: ciclagem de nutrientes e formação da matéria orgânica do solo**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, 2011.
5. EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solo**. 2^a edição. Rio de Janeiro: Embrapa, 2011.
6. FERREIRA, L. C. B. **Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, 2010.
7. FRANCO, F. S.; COUTO, L.; CARVALHO, A. F.; JUCKSCH, I.; FILHO, E. I. F.; SILVA, E.; NETO, J. A. A. M. **Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na zona da mata de minas gerais**. Revista Árvore, v.26, n.6, p.751-760, 2002.
8. GRINHUT, T.; HADAR, Y.; CHEN, Y. **Degradation and transformation of humic substances by saprotrophic fungi: processes and mechanisms**. Fungal Biology Reviews, v.21, p.179-189, 2007. DOI: 10.1016/j.fbr.2007.09.003.

9. KAGT, M.E.; PANNELL, D.J.; ROBERTSON, M.J.; THAMO, T. **Assessing costs of soil carbon sequestration by crop-livestock farmers in Western Australia.** Agricultural Systems, v.112, p.27-37, 2012. DOI: 10.1016/j.agrsy.2012.06.005.
10. LIU, N.; ZHU, W.; SUN, Z.; YANG, L.; YUAN, L.; REN, H. **Canopy size dependent facilitations from the native shrub Rhodomyrtus tomentosa to the early establishment of native trees castanopsis fissa and syzygium hancei in tropical China.** Restoration Ecology, v. 22, n. 4, p. 509-516, 2014.
11. LOPES, M. A.; LIMA, A. L. R.; CARVALHO, F. M.; REIS, R. P.; SANTOS, I. C.; SARAIVA, F. H. **Efeito do tipo de sistema de criação nos resultados econômicos de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG).** Ciênc. Agrotec, v.28, n.5, p. 1177-1189, 2004.
12. LUCIANO, A. C. S.; ABDON, M. M.; SILVA, J. S. V. **Indicação de áreas de pastagens degradadas nas bacias do ribeirão mandioca e ribeirão barreiro a partir de imagens CBERS.** Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.877-885, 2009.
13. MACEDO, M.C.M. **Pastagens no ecossistema cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável.** In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 42., 2005, Goiânia. Anais... Goiânia: UFG; SBZ. p. 56-84, 2005.
14. MAFRA, M. N. C. **Erosão e planificação de uso do solo.** In: Guerra, A. J. T.; Silva, A. S. da; Botelho, R. G. M. (orgs). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.
15. NICODEMO, M.L.F.; SILVA, V.P.; THIAGO, L.R.L.S.; LAURA, V.A. **Sistemas silvipastoris:** introdução de árvores na pecuária do Centro-Oeste brasileiro. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. 37 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 146), 2004.
16. PANAGOS, P.; BORRELLI, P.; MEUSBURGER, K.; ALEWELL, C.; LUGATO, E.; MONTANARELLA, L. **Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale.** Land Use Policy, v.48, p.38-50, 2015. DOI: 10.1016/j.landusepol.2015.05.021.
17. PAUSTIAN, K., LEHMANN, J., OGLE, S., REAY, D., ROBERTSON, G.P., SMITH, P. **Climates matter soils.** Nature 532, 49–57, 2016.
18. PERECIN, D.; CARGNELUTTI FILHO, A. **Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais.** Ciênc. Agrotec., v. 32, n. 1, p. 68-72, 2008.
19. PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Arborização de pastagens como prática de manejo ambiental e estratégia para o desenvolvimento sustentável do Paraná.** In: Carvalho, M.M. et al. (Ed.). Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO. p.235-255, 2001.
20. PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M.J.S.; NICODEMO, M.L.F.; DERETI, R.M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo.** Colombo: Embrapa Florestas. 48 p., 2009.
21. SANCHEZ, P.A.; SALINAS, J. G. **Low input technology for managing orisols and ultisols in tropical america.** Advances in Agronomy, v. 34, p. 280-400, 1981.
22. SCHLESINGER, W.H. **Biogeochemistry, an Analysis of Global Change.** Academic Press, San Diego, 1997.

23. SHIFERAW A., YIMER F., TUFFA S. **Changes in Soil Organic Carbon Stock Under Different Land Use Types in Semiarid Borana Rangelands: Implications for CO₂ Emission Mitigation in the Rangelands.** Journal of Agricultural Science and Food Research 9: 254, 2019.
24. STOCKMANN, U., ADAMS, M.A., CRAWFORD, J.W., et al. **The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon.** Agric. Ecosyst. Environ. 164, 80–99, 2013.
25. TAVARES, L. F.; SILVA, T. O.; SAMPAIO, C. C. V.; PAZETTO, B. C.; CARVALHO, A. M. X. **Influência de espécies arbóreas nativas do cerrado sobre acidez ativa e a umidade do solo.** Cadernos de Agroecologia, v. 9, n. 3, 2014.
26. TIBAU, A. O. **Matéria orgânica do solo e fertilidade do solo.** Nobel, 1984.
27. WANG, X.; ZHAO, X.; ZHANG, Z.; YI, L.; ZUO, L.; WEN, Q.; LIU, F.; XU, J.; HU, S.; LIU, B. **Assessment of soil erosion change and its relationships with land use/cover change in China from the end of the 1980s to 2010.** Catena, v.137, p.256-268, 2016. DOI: 10.1016/j.catena.2015.10.004.
28. YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. **A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil.** Commun. Soil Sci. Plant. Anal., 19:1467-1476, 1988.

“

Desenvolvimento sustentável à luz da inovação: análise econômica e ambiental em laticínios de pequeno e médio

I Alcione Lino de **Araújo**
IFMA

I Plínio Gonçalves **Fahd**
IFMA

RESUMO

A inovação e a sustentabilidade mostram-se propícias, onde é crescente a importância da pequena e média empresa para a economia brasileira, uma vez que estas são um dos principais pilares de sustentação da economia brasileira. Nesse sentido, este estudo teve como objetivo analisar como ocorre a gestão da inovação sob o panorama da sustentabilidade nas dimensões econômica e ambiental em laticínios de pequeno e médio porte na região dos Campos Gerais no estado do Paraná. A metodologia classifica-o no que diz respeito aos objetivos, explicativa, e quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa experimental. Já o método científico utilizado foi o indutivo. Os resultados mostram que todos os laticínios pesquisados possuem um grau de inovação e sustentabilidade em seus processos de produção, mesmo desconhecendo à fundo esses pilares da gestão. Assim, a guisa da conclusão para esse estudo, foi possível identificar que, quanto à integração do critério da sustentabilidade, os aspectos econômicos e ambientais fazem parte da estratégia da empresa, os impactos potenciais das inovações são avaliados, assim como as substâncias utilizadas nos processos.

Palavras-chave: Inovação, Sustentabilidade, Processo, Microempresas, Laticínios.

INTRODUÇÃO

As mudanças constantes do mercado, a alta velocidade das inovações e o aumento cada vez maior da competitividade entre as empresas, fazem com que estas estejam em uma constante busca para garantir a posição almejada no mercado, seja esta de liderança ou não. Desta forma, a inovação aparece como tema central para os executivos que vislumbram a manutenção de sua empresa nesse mercado cada vez mais competitivo, no qual Drucker (2002), corroborando com a afirmativa, destaca a inovação como a força motriz das organizações.

O contexto inovador, segundo Mintzberg (2001), tem como estrutura a organização inovadora, caracterizado pela situação em que a inovação frequente e de natureza complexa é inerente ao ambiente da organização e do segmento em que ela escolhe atuar, envolvendo tecnologias ou sistemas complexos, sob condições de mudanças dinâmicas.

Assim, as empresas desempenham papel fundamental para a inovação, uma vez que, por meio delas, as tecnologias, invenções, produtos, enfim, ideias, chegam ao mercado (DOSI, 2006; SBRAGIA et al., 2006). Entretanto, para que as empresas realizem inovações é necessário que, em primeiro lugar, tomem consciência da importância de inovar no cenário competitivo vigente, assim como da atenção para o futuro. A inovação e a sustentabilidade mostram-se propícias, onde é crescente a importância da pequena e média empresa para a economia brasileira, uma vez que estas são um dos principais pilares de sustentação da economia brasileira, quer pela sua enorme capacidade geradora de empregos, quer pelo elevado número de estabelecimentos desconcentrados geograficamente.

A partir do exposto, este trabalho atentou-se para observar como ocorre a gestão da inovação sob o cenário da sustentabilidade nos aspectos econômico e ambiental em laticínios de pequeno e médio porte na região dos Campos Gerais no estado do Paraná. A metodologia adotada para esse trabalho consiste em uma pesquisa qualitativa e quantitativa, com questionário aplicado com gerente de produção e/ou diretores de laticínios na última era da gestão da qualidade durante o mês de setembro e outubro de 2013, onde essa pesquisa embasou a dissertação de mestrado de um dos autores desse artigo.

OBJETIVO

Analizar como ocorre a gestão da inovação sob o panorama da sustentabilidade nas dimensões econômica e ambiental em laticínios de pequeno e médio porte na região dos Campos Gerais no estado do Paraná.

MÉTODOS

Esta pesquisa pode ser classificada do ponto de vista de sua natureza como aplicada, com o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos. Pode ser também caracterizada como quantitativa e qualitativa, visto que traduz em números as opiniões e informações para sua classificação e análise, mas, também porque os dados obtidos foram analisados indutivamente (DA SILVA e MENEZES, 2005). No que diz respeito aos objetivos, pode ser classificada como explicativa, pois visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa experimental, pois foi determinado um objeto de estudo e as variáveis capazes de influenciá-lo foram selecionadas, bem como as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto foram definidas (MIGUEL, 2011). O método científico utilizado foi o indutivo, pois parte de dados particulares para obtenção de uma verdade geral não contida nas partes examinadas (MARCONI e LAKATOS, 2004).

O campo de pesquisa foi composto pelos laticínios de pequeno e médio porte definidos como sendo da última era da qualidade, ou seja, com práticas inovadoras, conforme Alvarenga (2013). Dentre os oito laticínios inicialmente selecionados para realizar a coleta de dados, apenas seis participaram efetivamente da pesquisa, pois dois laticínios encontravam-se desativados. Conforme informação da SEAB (Secretaria da Agricultura e do Abastecimento) no Núcleo Regional de Ponta Grossa, a Jurisdição compreende as seguintes cidades: Castro, Piraí do Sul, Arapoti, Jaguariaíva, Sengés, Ortigueira, Palmeira, Porto Amazonas, São João do Triunfo, Carambeí, Ipiranga, Ivaí, Ponta Grossa, Imbaú, Reserva, Telêmaco Borba, Tibagi e Ventania. (MAPA, 2013).

Neste trabalho, foram abordados tópicos referentes à inovação, sendo a coleta de dados realizada por meio de um questionário com perguntas abertas e fechadas, num total de quatro blocos com cerca de cinco questões cada. O instrumento foi respondido (escrito) por gerentes de produção e/ou diretores (proprietários) nos meses de setembro e outubro de 2013.

RESULTADOS

Nesta seção, discutem-se aspectos quanto à verificação a caracterização e gestão da inovação nos laticínios.

Dentre os laticínios pesquisados observa-se que existe uma semelhança de idade 08 anos entre dois laticínios, porém com capacidade produtiva diferente. O laticínio A com capacidade produtiva de 12.000 litros/leite/dia e o laticínio D com 3.400 litros/leite/dia; porém o laticínio A por ter uma quantidade maior de volume de leite, conta com 18 funcionários

com nível de escolaridade Superior completo e incompleto, ensino médio completo. O laticínio D tem apenas 05 funcionários com o ensino médio incompleto. Do ponto de vista social, observa-se que todos os laticínios interagem com seu entorno, através de sua empregabilidade e compra de leite de sua vizinhança, adicionalmente dos seis laticínios pesquisados, dois (Laticínio A e E) praticam a sustentabilidade social através do programa do Leite das Crianças no estado do Paraná. O perfil geral dos laticínios está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos Laticínios na última era da qualidade na região dos Campos Gerais (setembro/outubro 2013)

CODIFICAÇÃO	LATICÍNIO A	LATICÍNIO B	LATICÍNIO C	LATICÍNIO D	LATICÍNIO E	LATICÍNIO F
Município	Carambeí	Reserva	Porto Amazonas	Carambeí	Palmeira	Carambeí
Idade do laticínio¹	08 anos	24 anos	10 anos	08 anos	16 anos	11 anos
Volume processado²	12.000	30.000	1.000	3.400	35.000	250
Número de funcionários	18	28	10	05	35	Empresa familiar
Nível de escolaridade dos funcionários	Superior completo e incompleto/ Ensino médio completo	Superior completo / Ensino médio completo e incompleto	Ensino médio completo	Ensino médio incompleto	Superior completo / Ensino médio completo e incompleto / Ensino fundamental incompleto	Ensino médio completo
Número de produtos que processa	02	08	04	02	08	03
Número de cidades com distribuição dos produtos	08	04 (Ponta Grossa, Curitiba, Londrina, Apucarana)	Em todo estado do Paraná	06 (Ponta Grossa, Castro, Carambeí, Londrina, Curitiba e Apucarana)	Em toda grande Curitiba, Ponta Grossa, Campo Largo, Palmeira, São Mateus do Sul, São João do Triunfo, Porto Amazonas	05
Responsável pelo preenchimento	Médico Veterinário	Administradora	Administrador	Gerente	Médico Veterinário	Gerente
Cargo	Proprietário	Proprietária / Gerente	Gerente Administrativo	Encarregado de Produção	Diretor	Proprietário
Tempo no cargo	08 anos	16 anos	10 anos	02 anos	03 anos	11 anos
Formação	Médico Veterinário	Técnica em Administração	Ensino Médio Completo	Ensino Médio Incompleto	Médico Veterinário	Ensino Médio Completo
Data da coleta	09/09/2013	10/09/2013	14/08/2013	09/09/2013	13/09/2013	09/09/2013

Fonte: Próprio Autor

Neste bloco de perguntas, a indagação inicial foi o questionamento sobre qual o significado de inovação aos entrevistados. As respostas foram muito variadas, entretanto em sua maioria notou-se que as respostas não mostram o real conceito de inovação, uma vez

1 Idade do laticínio em anos

2 Litros de leite processado por dia

que inovar é um pilar fundamental de crescimento e competitividade para toda e qualquer empresa no mercado competitivo atual. Ulusoy (2003) ressalta a importância da inovação, diretamente ligada à produtividade da empresa, melhoria do processo, na solução de problemas, no desenvolvimento de produtos que auxiliarão na capacidade de desenvolver e executar ações com êxito; Tigre (2006) destaca que a inovação é a efetiva aplicação prática de uma invenção e para que ocorra, é necessária a preexistência dessa invenção.

Para dizer que se tornou realmente uma inovação, o produto deve ter sido lançado no mercado, o processo deve ter sido implementado na linha de produção e os serviços realmente utilizados, ou seja, deve-se ver nitidamente a utilidade da inovação dentro da empresa. Ao inovar, deve ficar explícitas que as tecnologias, habilidades ou práticas da organização se tornaram obsoletas, pois a inovação vislumbra o progresso, crescimento e sucesso da empresa. É uma transformação de todo o modelo de organização e produção, sendo estas essenciais para o êxito da empresa (MOTTA, 1999; REIS, 2004; ARAÚJO, 2007).

A pergunta que dá início a esse bloco é: Para você o que é inovação? As respostas para essa pergunta foram surpreendentes para os pesquisadores, visto que segundo transcrição abaixo, os respondentes compreendem o que é a inovação, mas não souberam expressar corretamente o conceito.

- a. Laticínio A – “É surpreender o consumidor e fazer mais simples ou eficiente os processos produtivos”.
- b. Laticínio B – “Estar sempre melhorando com coisas diferentes, funcionais que facilitem”.
- c. Laticínio C – “É acompanhar a globalização, modernizar o laticínio, acompanhar o mercado”.
- d. Laticínio D – “É qualidade, se a empresa não inova quebra”.
- e. Laticínio E – “Inovar em Produto é diferente, muda algumas práticas, novos conhecimentos, novas matérias primas. Inovar no mercado é oferecer ao consumidor um produto que se adapte às suas necessidades ou criar uma necessidade para um novo produto”.
- f. Laticínio F – “Sempre ter aperfeiçoamento, não permanecer na mesma coisa”.

Quanto à auto percepção da empresa sobre ser inovadora, todos os respondentes da pesquisa foram unânimes em considerar sua empresa inovadora, pois acreditam que são inovadores devido a sua constante busca de aprimoramento nos produtos, embora não souberam descrever o que seria a inovação. Tigre (2006) apresenta que um novo método, ou uma melhoria do método na etapa de manuseio e entrega de produto, são consideradas inovações em processos.

Para saber se a empresa faz pesquisa sobre o desejo do consumidor, observa-se que a maioria dos laticínios realizam-na da seguinte maneira: telefone e questionário; degustação nos pontos de vendas e nas feiras de queijo no estado Paraná. Ressalta-se que metade dos laticínios pesquisados não realiza pesquisa alguma.

Quanto ao laticínio realizar algum tipo de pesquisa junto aos seus clientes sobre a qualidade dos seus produtos observa-se que, dentre os laticínios entrevistados, aproximadamente quatro laticínios apontaram que realizam algum tipo de pesquisa, sendo informal, telefone, e-mail, pergunta sobre a qualidade dos produtos aos distribuidores; propaganda boca a boca, nas churrascarias; por meio do SAC (Serviço de Atendimento ao Cliente) e site.

A pesquisa procurou investigar nos laticínios quantos novos produtos foram lançados nos últimos quatro anos e quais as características desses novos produtos. Os resultados indicam que:

- a. Laticínio A – Indicou que iria lançar quatro novos produtos até o final do ano de 2013; nova variedade; novo sabor;
- b. Laticínio B – No ano de 2013 foram lançados dois produtos (queijo parmesão e creme de queijo); bem como: novo rótulo; novo sabor; nova variedade;
- c. Laticínio C – No ano de 2013 foram lançados dois produtos (tablete de doce de leite e cocada de doce de leite); novo rótulo; novo sabor; nova variedade; nova embalagem; novo método de elaboração;
- d. Laticínio D – Quatro produtos foram lançados – queijo - (nó temperado, bolinha de queijo, bola de queijo e queijo para assar tipo coalho); nova variedade; novo sabor;
- e. Laticínio E – No ano de 2013 foram lançados treze produtos (leite prêmio integral e light; pote de creme, de doce de leite e de requeijão; três sabores de iogurte de pacote (pêssego, coco e ameixa); duas bebidas lácteas; três tamanhos diferentes de queijos minas (bloco de 1 kg, redondo 350 gramas e redondo de 180 gramas); novas matérias primas;
- f. Laticínio F – um produto (queijo com tomate seco e pimentão); nova variedade; novo sabor.

A pesquisa tem procurado identificar se o laticínio possui um departamento de projetos, pesquisa e desenvolvimento de novos produtos. Cinco laticínios responderam que não possuem um departamento de projetos, pesquisa e desenvolvimento de novos produtos.

Sabe-se que cada produto apresenta um ciclo de vida. Diante disso, a pesquisa procurou identificar se os responsáveis pela produção já ouviram falar sobre ciclo de vida de produtos. Dos entrevistados aproximadamente quatro laticínios já ouviram falar, abordando que pode ser: o ciclo comercial e o de prateleiras (validade); no máximo 01 ano de vida;

quando aparece um novo produto no mercado e os consumidores substituem-no por outros produtos ou concorrentes; tempo de validade do queijo. Pode-se observar que os entrevistados não apresentam um conhecimento aprofundando sobre ciclo de vida do produto; e que esse mesmo ciclo de vida faz parte da crescente conscientização por parte de organizações e consumidores em relação a temas como sustentabilidade, economia verde, ecologia industrial, sustentabilidade na atividade leiteira e outros afins, caracterizam um novo desafio à indústria moderna: planejar, direcionar, controlar e orientar ações efetivas com vista à manutenção no mercado, melhoria de desempenho ambiental associado ao ciclo de vida de produtos e serviços, relacionados à inovação.

Dentre os laticínios entrevistados, cinco apontaram que realizam algum tipo de estudo em laboratório quando estão testando novos produtos, sendo indicados pelo entrevistado: prospecção na UEPG (Universidade Estadual de Ponta Grossa) no laboratório de alimentos; e o leite é levado para Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (ABCBRH) em Curitiba; no próprio laboratório da empresa; e no LABROFOOT na cidade de Curitiba. Verificou-se que não foi informada a etapa do processo na qual é feita a análise. Porém, comparando com a pergunta: O laticínio possui um departamento de projetos, pesquisa e desenvolvimento de novos produtos? Observou-se que nessa resposta os resultados foram inversos, ou seja, cinco laticínios não dispõem de um departamento de projetos, pesquisa e desenvolvimento de novos produtos. Assim, deduz-se que ao ser desenvolvido qualquer produto na empresa há um processo de teste ou ensaio de experimentação, mesmo que externamente.

No decorrer da pesquisa questiona-se quanto às mudanças no processo de produção de derivados láteos nos últimos anos. Nesse sentido, cinco laticínios responderam que foram implantadas como: evolução no maquinário, adaptação do tempo de descanso (processo de maturação do queijo) ou técnica de fermentação em função da criação de novos produtos; ingredientes importados; no processo de “extandalização” (palavra expressa pelo responsável) das atividades, entendido pelos pesquisadores como expansão dos pontos de venda.

Quanto ao local no qual a empresa busca novos conhecimentos sobre a produção de laticínios, as respostas foram variadas, como: Congressos, Simpósios e Feiras de Leite; troca de informação com outros laticínios e troca de experiências na fabricação de queijos; na UEPG e Instituto de Laticínios Cândido Tostes no estado de Minas Gerais, contatos com colegas de outros laticínios, fornecedores, revistas especializadas em leite; EMATER (Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural) e SENAR (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural), ambos no estado do Paraná. Observa-se que, nesse aspecto, todos os laticínios entrevistados mostraram preocupação quanto a buscar novos conhecimentos, seja no âmbito técnico ou no sentido apenas de trocar informação.

Quanto a alguma espécie de desenvolvimento ou adaptação de processo na própria empresa, todos responderam que durante toda a existência do laticínio houve algum desenvolvimento ou adaptação no processo produtivo da empresa, como: aquisição ou modernização de novas máquinas no processo ou embalagem; construção de um novo ambiente de acordo com as normas da inspeção e vigilância; mudanças nas técnicas de fermentação para o queijo mussarela e estudos para melhoria permanente em todo o processo produtivo.

Quanto às áreas da empresa envolvidas no processo de aprimoramento da produção de laticínios, foram coletadas diferentes informações como: diretoria e produção; no processo de fabricação e inspeção sanitária, com contratação de veterinários; toda a empresa, no treinamento recente com a aquisição de uma nova máquina; na área de qualidade; na área industrial, comercial e de marketing e em toda a área de produção.

Quanto à empresa buscar novos segmentos de mercado para atuar, metade dos laticínios respondeu que sim. Para a empresa atuar em novos segmentos, a pesquisa também procurou saber quais os principais canais de distribuição. Foram informadas as seguintes respostas: mercado e padarias; nas cidades de Londrina, Curitiba e Ponta Grossa; atuação do produto na gôndola do supermercado (nessa resposta acredita-se que o respondente não entendeu); nas churrascarias; no food service, pequeno comércio, supermercados de médio porte; e um supermercado de grande porte, na cidade de Ponta Grossa.

Quanto às oportunidades nos mercados, foi mencionado pelas empresas: feeling; nas vendas; na busca de oportunidades para crescer; na procura por novos nichos para necessidades específicas de saúde e de prazer; de acordo com o volume de vendas em pontos específicos (“coloca no mercado porque vende”) e adquirindo o Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal (SISBI-POA).

A estratégia mercadológica utilizada pelas empresas pesquisadas foi descrita como: PCP (Planejamento e Controle da Produção) a longo prazo; em rádio municipal, divulgação por meio de patrocínio, distribuição de brindes; propaganda “boca a boca” e na única loja de venda que um dos laticínios possui; copiar algumas tendências internacionais e adaptar no Brasil; supervisionar a área de venda. Um dos laticínios indicou que não há estratégia de marketing em seus produtos.

Quanto às formas da empresa divulgar os seus produtos no mercado, observa-se que algumas utilizam meios bem simples, enquanto outra utiliza recursos mais sofisticados, como divulgação dos produtos localmente; amostras por peça deixadas no ponto de venda; degustação em gôndolas dos supermercados; propaganda “boca a boca”; plotagem em caminhões de distribuição; manutenção de um site ativo e nas feiras de queijo.

Quanto à parceria com fornecedores, metade dos laticínios informou que não faz. Os laticínios têm como parceiros: fornecimento de ração, assistência técnica; empréstimo de

dinheiro; análise do leite na ABCABH; assistência veterinária; nutrição (ração) e manejo das vacas. Quando se indagou a falta de parceria, a informação foi de que nunca tiveram essa preocupação, pois acreditam que a compra do leite já é uma espécie de parceria.

A cooperação/parceria com os clientes também seguiu a mesma tendência da questão anterior (quanto à maioria das respostas positivas), com as seguintes atuações: ações de venda; empréstimo de dinheiro; degustações; participação com matéria prima em novos produtos. Metade dos laticínios informou que nunca interagem com os seus clientes diretamente, utilizando-se de intermediários para o processo de venda.

Quanto a alguma espécie de cooperação com os fornecedores de tecnologia, cinco laticínios afirmam que possui essa relação, sendo: desenvolvimento de produto; UEPG, treinamento com maquinário e de processo na fabricação de queijo; fornecedores de coalho; embalagens. Apenas um laticínio respondeu que não adota nenhuma relação de cooperação com fornecedores de tecnologia.

Quanto a parcerias com Universidades e Institutos de Pesquisa, metade dos laticínios desenvolve essa espécie de relacionamento, enfatizando ser muito importante para o laticínio, como: UEPG na cidade de Ponta Grossa; ABCBRH; UFPR (Universidade Federal do Paraná); PUCPR (Pontifícia Universidade Católica do Paraná) na produção de leite, localizados em Curitiba. A falta de parceria está associada à autoimagem do laticínio, considerado ainda muito pequeno para manter essa espécie de vínculo.

Com relação a existência de um ambiente propício para inovação no laticínio, cinco laticínios responderam que sim. Porém, as principais dificuldades dos laticínios de pequeno e médio porte na região dos Campos Gerais para a inovação levantadas estão descritas a seguir, como: a burocracia nos registros e documentação – com respeito à inspeção da vigilância sanitária que ao lançar um novo produto (considerado inovação pelos laticínios), terá que apresentar ao órgão competente o projeto fabril, o layout de fábrica e máquinas, o número de funcionários, o que muitas vezes inviabiliza a inovação. Outros pontos são: a falta de orientação (extensão rural, com interação com especialistas ou facilitadores para orientar melhor); o custo de máquinas ou aquisição de implementos; dificuldade no intercâmbio de informações entre os laticínios.

Quanto à extensão rural, o respondente fez praticamente um desabafo, reclamando muito sobre esse aspecto de assistência, da falta de orientação, da escassez de cursos, palestras na área econômica/financeira ou também de laticínios. Nessa questão, pode-se perceber o sentimento de menos valia por parte dos proprietários e gerentes quanto as suas dificuldades frente à inovação. Porém, a teoria informa que, especificamente com relação à inovação em produto, sua importância é contrastada pelos baixos níveis de P&D (WILKINSON, 1998). No setor de laticínios, um dos grandes motivadores da implementação

de inovações é a busca das empresas por maior qualidade e durabilidade de seus produtos devido ao fato de o leite ser uma matéria prima bastante perecível. Nesse sentido, Rastoin (2004) destaca que, ao lado das inovações em produtos e processos, deve-se mencionar a inovação periférica, uma modificação marginal de gosto e de aspecto do produto, apresentação (embalagem) e imagem do produto (marketing).

Da mesma maneira, Damanpour (2001) afirma que uma inovação pode ser um novo produto ou serviço, uma nova tecnologia de processo de produção, um novo sistema administrativo ou uma nova estrutura organizacional, ou ainda um novo plano ou programa. Já, Delgado; Cruz (2009) destacam que a inovação nas organizações é influenciada não só pelo tamanho e pelo negócio central da organização, mas também pelo paradigma tecnológico dominante. Os autores Daroit; Nascimento (2004) destacam que as inovações são tratadas como forma de obtenção de lucros extras pelas empresas, por meio de vantagens competitivas decorrentes da produção de novos produtos ou processos que agregam valor para o cliente.

O enfoque econômico seria, portanto, o centro das atividades. No entanto, segundo os autores, uma maior compreensão do papel da inovação com relação à organização produtiva e aos efeitos sobre a sociedade e o meio ambiente tem conduzido a questionamentos sobre o padrão de operações das organizações empresariais e as consequências destas operações. Os mesmos autores afirmam que no lugar de se ater apenas ao atendimento das demandas do mercado, a geração de inovações voltadas para a sustentabilidade considera os valores e necessidades da sociedade, visando seu bem-estar tanto financeiro como de qualidade de vida. Por fim, Hall; Vredenburg (2003) também acreditam que as inovações, para que estejam alinhadas com o desenvolvimento sustentável, devem incorporar as restrições trazidas pelas pressões sociais e ambientais, assim como considerar as gerações futuras. Dessa forma, essas inovações são mais complexas (porque devem atender a um número maior de stakeholders) e mais ambíguas (pois as partes envolvidas podem ter demandas contraditórias).

As inovações incrementais ocorrem quase que continuamente nas indústrias ou serviços, dependendo da combinação de pressões de demanda, fatores sócio-culturais, oportunidades e trajetórias tecnológicas e nem sempre são resultado de pesquisa deliberada, mas resultado de melhorias sugeridas por seus usuários. Em contrapartida, as inovações radicais são eventos descontínuos, em grande parte resultantes de pesquisa deliberada por empresas, universidades ou por instituições públicas (FREEMAN; PEREZ, 1988). Os autores Dahlin; Behrens (2005), sugerem que a inovação radical deve cumprir três requisitos: a) novidade; b) singularidade; e c) impacto em tecnologias futuras. É, normalmente, com as inovações radicais que ocorre a evolução tecnológica e o desenvolvimento econômico,

social e cultural da sociedade (SCHUMPETER, 2005; FREEMAN; PEREZ, 1988). Nesse sentido, enfatiza-se a importância da parceria entre os laticínios e o setor acadêmico, visto que parte das ideias inovadoras são geradas a partir de levantamento de dados, resultados e descobertas de pesquisas puras ou aplicadas, não necessariamente direcionadas ao setor.

Sendo assim, pode-se definir inovação como adoção de equipamentos, sistemas, políticas, programas, processos, produtos ou serviços, desenvolvidos interna ou externamente, novos para a organização que a adota (não necessariamente em relação ao setor de referência).

CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com Hansen et al. (2009) a inovação orientada para a sustentabilidade permite abranger tanto as questões de sustentabilidade, como também conquistar novos segmentos de clientes e mercados, consistindo na inovação individualmente percebida por agregar valor positivo para o capital global do laticínio. Assim, este estudo procurou analisar se existe a gestão de inovações sustentáveis em empresas de pequeno e médio porte.

Foi possível identificar que, quanto à integração do critério da sustentabilidade, os aspectos econômicos e ambientais fazem parte da estratégia da empresa, os impactos potenciais das inovações são avaliados, assim como as substâncias utilizadas nos processos.

Os laticínios estudados também procuram ter uma integração com stakeholders e usuários na tomada de decisões sobre o desenvolvimento de novos produtos ou processos, indicado pelo interesse em manter convênios com universidades, preocupação com a opinião dos clientes, relacionamento próximo com fornecedores, e também na busca de ser exemplo para os concorrentes, estando à frente e inovando constantemente.

A literatura especializada reforça que a indústria de laticínios brasileira tem se modernizado e acompanhado as tendências mundiais para o setor. E, com o advento da concentração industrial observada nos últimos anos, os laticínios estão sendo forçados a buscar um maior nível de automatização e inovação.

Ressalta-se, ainda, que nos casos em que houve inovação de produto, essa resultou de tentativas de mudança via alteração nos sabores, por exemplo, sem necessariamente representar uma mudança ou incorporação de nova tecnologia ou de uma pesquisa específica para tal.

Adicionalmente, observou-se que a principal fonte de informação para o lançamento de novos produtos na indústria láctea na região dos Campos Gerais são os fornecedores de máquinas e equipamentos e os de insumos. Essa mesma tendência está explicitada na literatura e ilustrada nos depoimentos dos entrevistados, garantindo poder de monopólio a esse elo da cadeia de lácteos, visto que o laticínio permanece relativamente dependente

desses fornecedores, no caso da necessidade de uma manutenção, de reposição de peças ou aquisição de novo lote de produtos.

Nas indústrias, em geral, quem dita regras para inovação é o mercado. Se a indústria possui baixo índice de produtos lançados é porque o mercado em que atua não exigiu muito. Somente agora tem-se buscado inovar em tecnologias mais modernas para melhorar a qualidade e a produtividade. Com isso observa-se que a inovação nos laticínios do Estado do Paraná, especificamente nos Campos Gerais, está presente, com tendência crescente de acordo com a exigência do mercado consumidor e maior acesso à informação por parte dos produtores.

No que diz respeito à ampliação do sistema produto/serviço, os laticínios trabalham com substituição de produtos por serviços oferecidos pelo laticínio, assim como orientações quanto à educação para evitar o desperdício, buscando soluções de menor impacto econômico e ambiental.

Esta pesquisa não tinha a pretensão de ser exaustiva, pela quantidade relativamente baixa de elementos entrevistados. Entretanto, foi um ponto de partida para compreensão da inovação e sustentabilidade em alguns laticínios da região dos Campos Gerais. Futuramente, poderá ser estendida aos demais laticínios, não identificados como da última era de qualidade, bem como outras regiões do país.

■ REFERÊNCIAS

1. AFUAH, Allan N.; BAHRAM, Nik. The hypercube of innovation. **Research Policy**, v. 24, n. 1, p. 51-76, 1995.
2. ALVARENGA, Tiago Henrique de Paula. **Cenário da gestão da qualidade nos laticínios de micro e pequeno porte da região dos Campos Gerais do Paraná**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
3. ARAÚJO, Massilon J. **Fundamentos de agronegócios**. Editora Atlas SA, 2000.
4. CAMBRIA, Daniele; PIERANGELI, Domenico. Application of a life cycle assessment to walnut tree (*Juglans regia L.*) high quality wood production: a case study in southern Italy. **Journal of Cleaner Production**, v. 23, n. 1, p. 37-46, 2012.
5. DA SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. UFSC, Florianópolis, 4a. edição, v. 123, 2005.
6. DAHLIN, Kristina B.; BEHRENS, Dean M. When is an invention really radical?: Defining and measuring technological radicalness. **Research Policy**, v. 34, n. 5, p. 717-737, 2005.
7. DAMANPOUR, Fariborz; GOPALAKRISHNAN, Shanthi. The dynamics of the adoption of product and process innovations in organizations. **Journal of management studies**, v. 38, n. 1, p. 45-65, 2001.

8. DAROIT, Doriane; NASCIMENTO, Luis Felipe. **Dimensões da inovação sob o paradigma do desenvolvimento sustentável**. Anais do ENANPAD, Paraná, Brasil, v. 28, 2004.
9. DELGADO, Natalia Aguilar; CRUZ, Luciano Barin. As inovações no setor de laticínios: o caso francês do grupo cooperativo 3a. **Revista Eletrônica de Administração**, v. 15, n. 3, p. 531-555, 2009.
10. DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories. **Research Policy**, v. 2, n. 3, p. 147-62, 1982.
11. DRUCKER, Peter F. **Inovação e espírito empreendedor**: prática e princípios (C. Malferrari, Trad.). São Paulo: Pioneira. (Obra original publicada em 1985), 2002.
12. FREEMAN, Christopher; PEREZ, Carlota. **Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and**. 1988.
13. HALL, Jeremy; VREDENBURG, Harrie. The challenge of innovating for sustainable development. **MIT Sloan Management Review**, v. 45, n. 1, p. 61, 2003.
14. HANSEN, Erik G.; GROSSE-DUNKER, Friedrich; REICHWALD, Ralf. Sustainability innovation cube—a framework to evaluate sustainability-oriented innovations. **International Journal of Innovation Management**, v. 13, n. 04, p. 683-713, 2009.
15. HENDERSON, Rebecca M.; CLARK, Kim B. Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. **Administrative science quarterly**, p. 9-30, 1990.
16. JEFFERIES, Donna et al. Water footprint and life cycle assessment as approaches to assess potential impacts of products on water consumption. Key learning points from pilot studies on tea and margarine. **Journal of Cleaner Production**, v. 33, p. 155-166, 2012.
17. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. 2013. Acesso em: 25 mar. 2020.
18. MARCONI, M. de A.; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2004.
19. MIGUEL, P. A. C. et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2 ed. 2011.
20. MINTZBERG, Henry. **A organização inovadora**. In: O processo da estratégia. 2001. p. 292-305.
21. MOTTA, Paulo Roberto. **Transformação organizacional**: a teoria, e a prática de inovar. Qualitymark Editora Ltda, 2000.
22. FRANCKI, Valeska Mangini; GOLLÜCKE, Andréa Pittelli Boiago. **Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. In: Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos. 2005. p. 95-95.
23. RASTOIN, Jean Louis. Strategies d'entreprises agroalimentaires dans un contexte de globalisation: La dynamique de l'agroalimentaire dans un contexte de mondialisation. Seminaire Agroalimentaire, Université Laval-CREA, Québec, p. 32-36, 2004.
24. REIS, D. R. **Gestão da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Editora Manole, 2004.

25. SBRAGIA, Roberto *et al.* **Inovação**: como vencer esse desafio empresarial. São Paulo: Clio Editora, 2006.
26. SCHUMPETER, J.A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1934. Cap. 7. 2005. p. 32-36.
27. TIGRE, Paulo Bastos. **Gestão da inovação**. Campus, 2006.
28. ULUSOY, Gündüz. An assessment of supply chain and innovation management practices in the manufacturing industries in Turkey. International. **Journal of Production Economics**, v. 86, n. 3, p. 251-270, 2003.
29. WILKINSON, John. The R&D priorities of leading food firms and long-term innovation in the agro food system. International. **Journal of Technology Management**, v. 16, n. 7, p. 711-720, 1998.

“

A permacultura como ferramenta para a alfabetização ecológica: uma experiência na Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito/Fatec-CB

- Márcia Aparecida Novaes **Gomes**
FATEC-CB
- Ana Leticia Vergueiro de **Moraes**
FATEC-CB
- Renato Rodrigues **Bueno**
FATEC-CB
- José Alejandro de Proença **Cuevas**
FATEC-CB
- Ana Claudia Rocha **Braga**
FATEC-CB
- Mário Sérgio Soléo **Scalambrino**
FATEC - JACAREÍ

RESUMO

Este relato aborda uma experiência com a alfabetização ecológica de integrantes do Coletivo TEIA da Fatec-CB, utilizando como ferramenta os princípios e as práticas da permacultura. A faculdade está localizada na região do Estado de São Paulo com a maior área remanescente de Mata Atlântica e com grande número de famílias rurais. O Coletivo nasceu com um projeto que visa construir um espaço no Campus de disseminação dos conhecimentos da agroecologia e da permacultura. Dentre os resultados obtidos, destacam-se a implantação no Campus de uma área em que práticas da permacultura são desenvolvidas pelos alunos da faculdade e com crianças e jovens das escolas locais. Outras atividades do coletivo são os mutirões em propriedades rurais da região e a troca de experiências com um grupo de outra instituição de ensino superior. Destaca-se o importante papel da alfabetização ecológica para a formação de um grupo coeso e contínuo que possibilita o aprendizado mais amplo da agroecologia.

Palavras-chave: Educação Ambiental, Transdisciplinaridade, Sustentabilidade.

CONTEXTO

A Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito (Fatec-CB) possui dois cursos presenciais de graduação tecnológica: Silvicultura e Agroindústria. A região sudoeste do Estado de São Paulo, onde está situada a faculdade ($24^{\circ} 00' 21''$ S e $48^{\circ} 20' 58''$ W), possui boa parte da população no campo e concentra uma grande quantidade de remanescentes florestais, despertando interesses nos alunos em temas relativos ao meio ambiente e agricultura.

Em 2014, nasceu na Fatec-CB o Coletivo TEIA (Trabalhadores Ecológicos Inovando Ambientes), com a participação de docentes e alunos. O Coletivo foi inicialmente formado por alunos do curso de Tecnologia em Silvicultura sob a orientação de um docente com conhecimento em permacultura e bioconstrução, que fundamentou o trabalho do grupo na concepção de alfabetização ecológica de Fritjof Capra. Segundo Capra (2006), os conceitos básicos de ecologia e educação ambiental não devem ficar restritos à aprendizagem, mas sim na formação de indivíduos ecologicamente alfabetizados que compreendem que são integrantes de uma rede de interações com todos os seres vivos e com o ambiente do planeta.

Dessa forma, os princípios da permacultura tornaram-se a base para a implantação de um projeto visando tornar o Campus da Faculdade um espaço de importância na educação ecológica da comunidade acadêmica e do município, e na formação de futuros educadores ambientais. À medida que o projeto foi se desenvolvendo, alunos do curso de Tecnologia em Agroindústria, outros docentes e a direção passaram a fazer parte do Coletivo, bem como alguns alunos do ensino médio de Instituições de Ensino Básico do Município.

DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

Quando da formação do Coletivo foi aplicado um questionário com o objetivo de avaliar o conhecimento teórico e prático dos alunos participantes em relação aos temas: sustentabilidade, educação ambiental, alfabetização ecológica, agroecologia e permacultura. Também, uma autoavaliação quanto ao real interesse em desenvolver as práticas da permacultura, de aplicar o aprendizado no cotidiano e de se tornar um multiplicador dos conhecimentos.

Foi formado um grupo de estudo semanal que trabalha a temática da permacultura com foco na sensibilização e capacitação socioambiental. O aprendizado se concentra em saber observar a natureza e o ambiente, compreendendo os elementos do sistema antes de agir sobre ele. São valorizados os produtos renováveis, a reciclagem, diminuição de resíduos e, principalmente, a interação interpessoal e com o ambiente (Holmgren, 2013). Nos encontros é também discutido o planejamento das metodologias do trabalho coletivo a ser aplicado.

Como atividade prática, primeiramente foi realizado um levantamento da área disponível no Campus junto com a direção da faculdade e dos recursos materiais e financeiros para

a implantação do projeto, que teve como parceiros a própria faculdade, a empresa Fibria Celulose S.A. – Unidade Capão Bonito, através do seu Núcleo de Educação Ambiental (NEA), e a Associação da Indústria Madeireira de Capão Bonito (ASSIM).

A execução do projeto foi realizada em encontros principalmente nos finais de semanas e dentro desses ocorreram oficinas com crianças e jovens da Escola Municipal Governador André Franco Montoro, de Capão Bonito; Escola Municipal Bairro Ferreira do Matos, de Ribeirão Grande; e do Centro de Referência de Assistência Social (CRAS), um projeto da Prefeitura municipal de Capão Bonito. Os alunos estão reproduzindo o conhecimento nas escolas, com rodas de diálogos direcionadas aos temas ambiente, alimentação saudável e uso correto da água; e de práticas de reciclagem, compostagem e construção de horta permacultural. Segundo relatos de docentes, alguns alunos levam para suas casas os princípios da permacultura e procuram reproduzir as práticas aprendidas.

A Tabela 1 apresenta as atividades internas e externas realizadas até o momento. As internas (Figura 1) visam o enriquecimento teórico, prático e fortalecimento do grupo, estendendo para a comunidade acadêmica. As externas são voltadas à inclusão da população local e estudantes do ensino básico de Capão Bonito e municípios vizinhos, além de encontros com trocas de experiências (Figura 2).

Tabela 1. Atividade internas e externas realizadas pelo Coletivo TEIA.

Atividades	Descrição
Internas:	
Formação do Coletivo TEIA.	Discussões em salas de aula e no ambiente acadêmico sobre a importância da alfabetização ecológica e da permacultura.
Reuniões Semanais.	Encontros de discussões semanais sobre o tema, a estruturação do projeto, o planejamento das ações e das práticas, avaliação e revisão.
Instalação do projeto de permacultura no Campus da Fatec-Capão Bonito/SP.	<p>Identificação do ambiente, das plantas, animais presentes no local e dos espaços produtivos.</p> <p>Compostagem: montagem do biodecompositor, produção de substrato e do húmus de minhoca.</p> <p>Construção do pergolado.</p> <p>Preparação do solo, plantio e semeadura de sementes e mudas em viveiro.</p> <p>Formação do quebra vento, espiral de ervas, da horta mandala, canteiros sinuosos, horta sucessional, telhado verde e círculo de bananeiras.</p> <p>Semeadura, plantio de mudas e adição da palha seca.</p> <p>Produção do piso de cavaco, tijolos de adobe, forno de barro e do octógono.</p>
Externas:	
Programa de sensibilização e capacitação sócio ambiental em Instituições de Ensino Básico.	Apresentação do projeto para alunos do ensino fundamental e médio de Capão Bonito e municípios vizinhos.

Atividades	Descrição
Internas:	
Oficinas com crianças e jovens, alunos das escolas do município e região.	Oficinas permaculturais, com atividades teóricas e lúdicas. Debates sobre permacultura, sustentabilidade e educação ambiental; identificação da natureza nos espaços da faculdade; e a participação na construção do espiral de ervas e na produção de uma compostagem.
Trocas de experiências.	Visita à Faculdade de Tecnologia de Jacareí, em Jacareí/SP, visando a transmissão dos conhecimentos como agentes multiplicadores do projeto.
	Recepção no Campus da Fatec-CB do grupo formado na Faculdade de Tecnologia de Jacareí.
	Mutirões em finais de semana para a instalação do projeto em propriedades rurais e quintais urbanos dos Municípios de Capão Bonito, Ribeirão Grande e Itapetininga/SP.

Figura 1. Atividades internas: instalação do projeto de permacultura no Campus da Fatec-Capão Bonito/SP.



Figura 2. Atividades externas: (A), (B) e (C) oficina com crianças das escolas; (D) recepção dos alunos da Fatec de Jacareí; (E) e (F) mutirão em uma propriedade rural de Ribeirão Grande/SP.



ANÁLISES

A realização do presente projeto na área da agroecologia, com práticas da permacultura visando a alfabetização ecológica dos alunos da Faculdade de

Tecnologia de Capão Bonito/SP, proporcionou o aprendizado e a capacitação profissional, seja para aqueles que fizeram uma rápida passagem ou para aqueles que tornaram a permacultura seu caminho pessoal e profissional. Os integrantes do projeto tiveram a oportunidade de experenciar e aprender que é possível ocupar espaços de maneira racional, utilizar materiais renováveis e interagir com as pessoas e com a natureza de maneira harmônica. As vivências e o aprendizado adquirido elevaram nos participantes, de forma permanente, a percepção da rede de interações que existe entre os humanos, demais seres vivos e o ambiente, com a transformação de suas atividades diárias.

A oficina com as crianças permitiu ao grupo compreender a dinâmica, as possibilidades e os desafios de uma alfabetização ecológica como multiplicadores. A integração com a Fatec de Jacareí e os mutirões na área rural fizeram com que aumentasse a segurança como multiplicadores também para outros estudantes e para a comunidade rural e urbana.

Uma das principais dificuldades na formação e permanência de grupos como esse está na não continuidade das ações, decorrente da falta de recursos e da coesão do grupo. O projeto está em andamento após três anos de seu início, com a substituição de alunos e docentes, mas ainda coeso e forte em sua ação e reflexão individual e coletiva, fortalecendo o conhecimento e transformação pessoal de seus integrantes e participantes ocasionais.

Assim, com o “alicerce” formado, o grupo segue pronto para aprofundar seu conhecimento técnico e político na agroecologia. Como ações futuras, o grupo está buscando a troca

de experiências com agricultores agroecológicos da região. Ademais, estão sendo discutidas parcerias do Coletivo Teia com as prefeituras de Capão Bonito e Ribeirão Grande, com as quais o Coletivo vai ter a oportunidade de multiplicar o conhecimento adquirido.

AGRADECIMENTOS

Aos integrantes do Coletivo TEIA, em especial ao professor Mário Sérgio Soléo Scalambrino, à empresa Fibria Celulose S.A. – Unidade Capão Bonito, à Associação da Indústria Madeireira de Capão Bonito (ASSIM) e à Fatec de Capão Bonito.

■ REFERÊNCIAS

1. CAPRA, F. **Alfabetização Ecológica: a educação das crianças para um mundo sustentável.** São Paulo: Cultrix, 2006.
2. HOLMGREN, D. **Permacultura: Princípios e caminhos além da sustentabilidade.** 1. ed. Porto Alegre: Via Sapiens. 2013, 415p.

“

Manejo ecológico da rainha (*Psychotria Viridis* RUIZ & PAV.) em São José de Ribamar – MA

- | Tandy Loyola **Rolim**
UEMA
- | Josewania Coelho **Ferreira**
UEMA
- | Nahor Daniel Ribeiro **Diniz**
UEMA
- | Ricardo **Monteles**
UFMA

RESUMO

“O Brasil, com sua imensa área de florestas, abriga tradições milenares. À sombra de portentosas árvores, tribos amazônicas se reuniam para tomar *ayahuasca*, uma bebida enteógena, cheia de magia, utilizada para entrar em contato com os espíritos da cura, da caça, enfim, da sabedoria ancestral” (Mortimer, 2001). Nesta experiência, relatamos que o consórcio da bananeira (*Musa paradisiaca* L.) e chacrona ou rainha (*Psychotria viridis* Ruiz & Pav.) no templo Céu das Águas Claras (CAC) - ICEFLU (Igreja do Culto Eclético Fluente Luz Universal) vem dando certo, com bons resultados no que diz respeito às simbioses e aos ciclos observados até então nas culturas. A bananeira foi escolhida por vários motivos, dentre eles, proporcionar o ambiente úmido que, sem dúvidas, é um dos que mais agrada a convivência para com a cultura principal; pois além de proporcionar sombra à chacrona e de garantir benefícios para o solo, controle de insetos e nematóides, condições favoráveis para todo o ambiente, contribui para uma maior produtividade de folhas para o feitio da bebida.

Palavras-chave: Agrofloresta, Daime, Manejo, Rainha.

INTRODUÇÃO

Este relato de experiência visa descrever um sistema de manejo da amazônica rainha da floresta/chacrona (*Psychotria viridis* Ruiz & Pav., Rubiaceae) em consórcio com bananaeiras, num contexto de implantação de uma pequena agrofloresta na Ecovila Tarumim, por onde corre as águas de um brejo que circunda o território, situada em uma região ecotonal na zona periurbana da litorânea cidade de São José de Ribamar, norte do Maranhão. A chacrona, que compõe o Santo Daime, também conhecido em outras tradições amazônicas como ayahuasca, juntamente ao cipó *Banisteriopsis caapi* (Spruce ex Griseb. C.V. Morton, Malpighiaceae), necessita de um ambiente úmido e com certa diversidade de plantas que possam lhe servir de “companheiras”, proporcionando microclimas favoráveis para que se processe seu ciclo de vida.

Com o intuito de viabilizar maior autonomia ao processo produtivo, que é um dos objetivos de organizações que aglomeram um contingente significativo de pessoas, como é o caso dos templos religiosos que utilizam ayahuasca em seus rituais, como O Santo Daime, percebemos o manejo agroflorestal, como uma fonte de saber empírico culturalmente circular no contexto das diversas tradições da ayahuasca. Observa-se o quintal agroflorestal como uma ferramenta de dispersão de saberes, sendo uma área agrícola de uso tradicional e sustentável do solo, que consiste em uma das formas mais antigas de uso da terra, tem importância significativa à medida que são espaços multifuncionais de manutenção e troca de saberes (MILLER & NAIR, 2006) e permite um manejo consorciado sustentável de diversas espécies agrícolas (ALTIERI, 2002), medicinais, comestíveis e ornamentais - abrangendo pequenos animais domesticados - lavradas por meio da mão de obra familiar em áreas adjacentes às residências (DUBOIS et al., 1996), através de saberes acessíveis a cultura e realidade local (AMARAL & GUARIM NETO, 2008; WAL & BONGERS, 2013).

O Daime é um movimento religioso concebido na Amazônia, durante o segundo ciclo da borracha por um maranhense, Mestre Raimundo Irineu Serra, que se estabeleceu no Acre, onde passou a ter contato com uma tradição cabocla/mestiza de uso e sacralização de duas plantas amazônicas que, conjuntamente preparadas em ritual, resultavam numa bebida fortemente psicoativa, conhecida como ayahuasca. No contexto das comunidades daimistas, percebe-se a importância dada à natureza e, sobretudo, à bebida preparada por meio de plantas amazônicas. O Daime, como uma instituição religiosa, é considerado uma doutrina, assim como uma escola espiritual. É comum que circule/permeie entre a irmandade, uma diversidade de saberes e práticas, incluindo aquelas associadas ao manejo e cultivo das plantas sagradas em contexto ecológico e agroflorestal.

A rainha da floresta - assim como seu parente da família Rubiacea, o cafeiro - é, originalmente, uma planta sensível à exposição de luz solar (JUNIOR, s. d.) Nessas plantas, o

mecanismo de fotodegradação do hormônio vegetal de crescimento é mais severo do que em outras. O AIA - ácido indolilacético - é responsável pelo crescimento das folhas e ramos de todas as plantas, mas é degradado pela luz, a ponto de um lado do ramo que recebe luz ficar atrofiado e o lado oposto crescer, fazendo o ramo envergar no sentido da luz, dando impressão que a planta está procurando luz. Quando a luminosidade é mais forte do que a planta suporta, tendendo a sofrer mudanças de acordo com a espécie, esta passa a exibir folhas com menor porte do que aquelas folhas produzidas em condições normais de crescimento e equilíbrio solar. Outras características decorrentes da exposição solar excessiva são esmaecimento do verde das folhas, seguido de atrofamento de ramos e diminuição gradual dos entrenós dos galhos, síndrome conhecida pelos agrônomos como enfezamento. A deficiência de zinco causa o mesmo sintoma, pois o zinco está ligado à síntese de um aminoácido, o triptofano, que é precursor metabólico do hormônio AIA (CORRÊA et al., 2007).

O Reinado (área de cultivo de plantas sagradas amazônicas) fica prejudicado se não for sombreado a contento. Qualquer sombreamento é válido, desde que não ultrapasse a 50% de sombra, pois sob sombra em excesso, a planta poderá ficar alta, com galhos longos e com poucas folhas. O plantio de bananeiras para sombreamento é uma prática interessante (CORRÊA et al., 2007).

OBJETIVO

A sistematização do trabalho foi pautada em integrar a cultura principal (*Psychotria viridis*) não somente à cultura companheira (*Musa paradisiaca L.*), mas sim a toda galeria de mata já existente no local, para além de otimizar a produção de folhas, sintetizar todo o campo de trabalho.

A ideia de Jardins Florestais (Reinados) é a integração das diversas espécies presentes, assim como gerar autonomia para os feitiços realizados de forma ritualística nos centros religiosos do Santo Daime.

MÉTODOS

O experimento iniciou em fevereiro de 2018, com a limpeza da capoeira e plantio de mudas de rainhas da floresta, e continua em desenvolvimento. Manejos posteriores foram realizados para formação das leiras transversalmente ao declive do terreno para controle de erosão, assim como a realização do plantio de bananeiras, sendo 13 da variedade prata e duas roxas, somando-se a um quantitativo parcial de 23 pés de rainha da floresta.

Para esta experiência, foi realizada limpeza da área, com dimensão de 30m x 10m, onde foi iniciado o consórcio em questão, de espaçamento 2m entre plantas e 2m entre linhas

de rainha. Posteriormente, foi realizada a coleta e limpeza de possíveis “brocas” nos rizomas de bananeiras das variedades prata e roxa, adquiridas a partir de contato previamente estabelecido com uma família ligada à tradição daimista, que mantém, nas adjacências da Ecovila Tarumim, uma pequena aglofloresta.

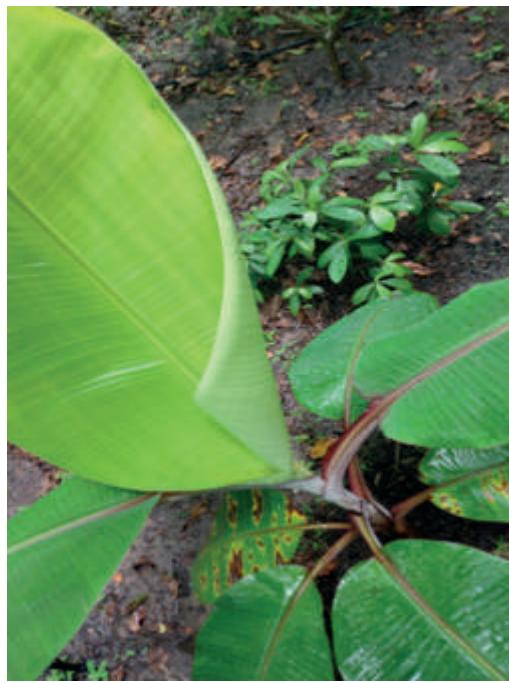
Em meio à experiência de cultivo, o estudo foi realizado a partir da constatação empírica de que a planta amazônica em questão carece de cuidados específicos, sobretudo quanto às variáveis ecológicas “umidade” e “sombreamento”.

Em termos metodológicos, executamos a princípio uma abordagem qualitativa, nutrida pela observação experiencial das práticas de manejo empregadas a fim de relatar as condições de manejo empregadas/adotadas, assim como as condições de realização do cultivo e alguns resultados preliminares a respeito do manejo e cultivo agroecológico de plantas psicoativas amazônicas, consideradas sagradas no contexto das tradições brasileiras da ayahuasca, a exemplo do Daime.

O trabalho tem como base a observação qualitativa e participativa dos processos naturais de sucessão/estratificação vegetal. Os preceitos estão firmados em conceitos ecológicos, como a compostagem *“in situ”* fazendo a vida prosperar, pois o processo de decomposição é mais importante para o solo do que a compostagem.

RESULTADOS

Nesta experiência, estamos evidenciando que o consórcio da bananeira com a rainha da floresta vem dando certo e trazendo bons resultados no que diz respeito à simbiose e ciclos observados até então nas culturas. Ao utilizar a estratificação nos consórcios gera sombreamento e a fitomassa produzida também são fatores que influenciam no bom desenvolvimento do sistema, aumenta a disponibilidade de água no solo, minimizando/reduzindo o uso da irrigação.



Fonte: : LOBO, A. 2019.



Fonte: : LOBO, A. 2019.

DISCUSSÃO

A banana propicia ao solo um alto nível de fertilidade, além de contribuir na potencialização do SAFS (Sistemas agroflorestais). A cobertura permanente do solo, com materiais diversificados que compõem o sistema, possibilita o desenvolvimento dos seres vivos, que tornam o solo naturalmente macio, fértil e com boa capacidade de armazenar água. A bananeira foi escolhida por vários motivos, dentre eles, proporcionar um ambiente úmido, um

dos fatores que torna uma convivência agradável para com a cultura principal e reduz o uso da irrigação.

O sombreamento e a fitomassa produzida também são fatores que influenciam no bom desenvolvimento da Rainha, estabelecida no estrato inferior do sistema, produzindo mais folhas e um porte mais frondoso. Uma planta bem nutrida consegue resistir naturalmente à ocorrência de insetos e patógenos. Observam-se bons resultados no que diz respeito à simbiose e ciclos observados até então nas culturas implantadas.

CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

A doutrina do santo daime surge do contato de um Mestre maranhense, Raimundo Irineu Serra, com os povos da floresta. A forma de lidar com a natureza e o espaço em que se realizam as atividades vinculadas aos templos religiosos está intrinsecamente ligado ao despertar e a consciência de que o ser humano não é separado da natureza.

Independente da corrente ecológica de pensamento, o importante é fazer a vida prosperar no sistema. Para isso é necessário nos aproximar de um modelo biófilo, buscando a harmonia de todos os seres que compõem o sistema, tornando mais saudável o nosso convívio com a terra, a partir de jardins florestais.

■ REFERÊNCIAS

1. ALTIERI, M. A. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 93, n. 1, p. 1-24, 2002.
2. AMARAL, C. N.; GUARIM NETO, G. Os quintais como espaços de conservação e cultivo de alimentos: um estudo na cidade de Rosário Oeste (Mato Grosso, Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, Belém, v. 3, n. 3, p. 329-341, 2008.
3. Cartilha do Departamento de Cultivo de Mariri e Chacrona. Platando a união, 2006.
4. CORRÊA, Maria Alice [et al]. Manual de plantio de Mariri e Chacrona. Ubá-MG. UDV 12^a Revisão. 2007.
5. DUBOIS, J. C. M. Manual Agroflorestal para a Amazônia. Rio de Janeiro: REBARF, 1996.
6. Folder: A bananeira e algumas de suas funções nos sistemas agroflorestais. Projeto Agroflorestar, s. d.
7. JUNIOR, Júlio César. Manual Prático Para o Plantio Mariri e Chacrona. Patrocínio- MG. UDV OU DAV, s. d.
8. MILLER, R. P.; NAIR, P. K. R. Indigenous agroforestry systems in Amazonia: from prehistory to today. *Agroforestry systems*, v. 66, n. 2, p. 151-164, 2006

9. MORTIMER, Lúcio. NOSSO SENHOR APARECIDO NA FLORESTA. São Paulo-SP. Céu de Maria. 2001
10. WAL, H. de; BONGERS, F. Biosocial and bionumerical diversity of variously sized home gardens in Tabasco, Mexico. *Agroforestry Systems* v. 87, p. 93-107,2013.

“

Aspectos a observar na seleção de sistemas agroflorestais sucessionais para análise financeira

- I Jimi Amaral **Silva**
ICRAF
- I Valter Roberto **Schaffrath**
IFPR
- I Carlos Eduardo **Seoane**
EMBRAPA
- I Ana Carolina Vitório **Arantes**
UFOPA
- I Tatiana Cristina Guimarães **Kaminski**
UFPR

RESUMO

Na construção de uma pesquisa em análise financeira de SAFs sucessionais é importante a atenção para determinados aspectos a serem observados para a seleção de SAFs sucessionais. Tal observação otimizará os esforços de pesquisa e gerará resultados mais consistentes. Buscaram-se áreas adequadas para a realização de análise financeira dos SAFs sucessionais e em cada SAF sucessional visitado foram averiguados quanto a adequação ou não para a realização da análise financeira, sendo os motivos das adequações e inadequações anotados a posteriormente analisados, agrupados e transformados em um roteiro de observações. Entre os aspectos, destacam-se verificar se o tamanho da área, a disposição do agricultor em colaborar, o acesso a informações básicas, a viabilidade logística para trabalhos de campo, a condução padronizada ao longo do tempo e a produção como objetivo principal do SAF sucessional.

Palavras-chave: SAFs Multiestata, Análise Financeira, Agricultura Ecológica, Rentabilidade.

INTRODUÇÃO

O conceito de sustentabilidade de agroecossistemas abrange ao menos três aspectos: viabilidade econômica, conservação ambiental e as justiças social e cultural (ALTIERI, 2012). Um sistema que se apresenta como possivelmente sustentável é o sistema agroflorestal (SAF) sucessional, praticado em muitas regiões do mundo. Pesquisas recentes demonstram a justiça social e a restauração ambiental alcançada pelos SAFs sucessionais brasileiros, , entre elas Steenbock et al., 2013, Seoane et al, 2014, Cezar et al., (2015) e Froufe et al. (2019). Portanto, SAFs sucessionais são potencialmente restauradores do meio ambiente e socialmente justos.

No entanto, ainda se carece de demonstrações que SAFs sucessionais são apenas potencialmente geradores de renda e altamente produtivos. Ou seja, faltam cálculos de indicadores financeiros em SAFs sucessionais que identifiquem sua viabilidade financeira. A eventual demonstração de um potencial significativo dos SAFs sucessionais para gerar renda, além de otimizar o planejamento e condução de novos SAFS sucessionais, irão orientar as políticas públicas voltadas para o seu fomento e, por fim, potencializar seu papel na frente de resistência contra a hegemonia agrícola poluidora e injusta.

A maioria das metodologias de análise financeira disponíveis foram desenvolvidas para SAFs simplificados, sendo os SAFs sucessionais sistemas complexos, com alta diversidade de espécies, diferenças temporais nos ciclos de produção e tratos culturais que beneficiam simultaneamente diferentes espécies e que, mesmo tendo princípios bem delimitados, se valem de tecnologias em experimentação, o que reflete em uma constante mudança em seus desenhos de implantação, disposição de espécies e manejo. Estas características, somadas a outras peculiaridades específicas de cada implantação, trazem considerável complexidade para a avaliação de seu desempenho financeiro e podem mesmo tornar inviável a realização de uma análise financeira de determinadas implantações.

OBJETIVO

Frente a necessidade de realizar análises financeiras de SAFs sucessionais, o objetivo deste trabalho é apontar os aspectos a serem observados para a correta seleção de locais para a implantação destes estudos.

MÉTODOS

Buscaram-se áreas adequadas a realização de análise financeira dos SAFs sucessionais na região da Barra do Turvo-SP, no litoral paranaense e na Região Metropolitana de

Curitiba (RMC). Em cada SAF sucessional visitado foram averiguados quanto a adequação ou não para a realização da análise financeira com a ferramenta AMAZONSAF (EMBRAPA, 2011), sendo os motivos das adequações e inadequações anotados a posteriormente analisados, agrupados e transformados em uma lista de aspectos.

RESULTADOS

Foram levantados dez aspectos a serem observados para a correta seleção de locais para a implantação de estudos de análise financeira de SAFs sucessionais. (tabela 1).

Tabela 1. Aspectos a observar na seleção de sistemas agroflorestais sucessionais para análise financeira.

Aspectos de sistemas agroflorestais sucessionais para análise financeira
1 - Solicitar e seguir as Indicações de informantes chave 2 - Observar se há tamanho mínimo de área que possibilite a análise 3 - Perceber se há disposição do agricultor em colaborar 4 - Averiguar a existência e se há acesso a informações básicas 5 - Determinar se os trabalhos em campo são logisticamente viáveis 6 - Verificar se houve um planejamento prévio do desenho do sistema 7 - Verificar se houve uma condução padronizada ao longo do tempo 8 - Perceber a confiança e dedicação do agricultor ao sistema implantado 9 - Perceber se a condução do sistema tem como objetivo a produção 10 - Perceber se o sistema é replicável

DISCUSSÃO

É fundamental fazer uma primeira busca de informações, na região que se pretende realizar o estudo, em relação presença-qualidade de SAFs sucessionais e em relação aos agricultores que os praticam. Nesta tarefa, informantes chave geralmente são profissionais dos órgãos de extensão rural, ONGs e prefeituras, e lideranças agrícolas e agroecológicas. Com esta informação, deve-se planejar um roteiro de visitas e fazer os contatos necessários para implementá-lo.

Uma vez em campo, é importante observar se o SAF sucessional tem um tamanho mínimo de área onde caiba o número de repetições de indivíduos, espécies e interações entre estes, que atenda as exigências das estatísticas de análise. Tal área mínima dependerá tanto da complexidade do SAF sucessional quanto dos métodos estatísticos utilizados.

Sendo a análise financeira um trabalho realizado em parceria com o agricultor responsável pelo SAF sucessional, necessita-se de perceber as condições pessoais e sociopolíticas do agricultor que influenciarão no grau e forma de colaboração deste e na qualidade final a pesquisa. Mesmo podendo gerar futuros benefícios, sua participação lhe tomará tempo e poderá expor falhas de planejamento e execução. É importante que haja um “acordo” com o agricultor, onde ele entenda claramente a troca que será realizada e veja como positivo o saldo de custo-benefício para o emprego do tempo dele nas atividades de análise financeira.

A análise financeira necessita de informações básicas referentes ao histórico de implantação e as posteriores entradas e saídas do sistema, dentre elas a data de implantação e das principais atividades realizadas, as espécies cultivadas e o número de indivíduos cultivados durante todos os períodos, o tempo gasto em mão de obra e hora máquina e hora homem de todas as atividades realizadas no talhão, as quantidades dos insumos utilizados, bem como a finalidade da produção e o destino e preço dos produtos. Alguns agricultores têm estas informações para serem disponibilizadas, outros não.

Durante a pesquisa serão realizadas algumas idas a campo, e para tanto se necessitará de fácil comunicação com o agricultor para acessar informações sobre atividades realizadas na parcela e realizar agendamentos das repetidas visitas necessárias para coletar dados para a análise. Parcelas de SAFs excessivamente distantes, isoladas ou com acesso difícil devem ser evitadas.

Um SAF sucessional bem sucedido geralmente será aquele no qual houve um planejamento prévio do investimento em mão de obra e insumos, como por exemplo a inserção de número significativo de plantas de mesma espécie, e uma previsão de retorno financeiro considerando o mercado. Assim deve-se evitar SAFs sucessionais ‘sem lógica’, pois estes dificilmente terão uma representatividade financeira em seu sistema.

Uma das características positivas dos SAFs sucessionais é sua versatilidade, reflexo da sua complexidade. Esta versatilidade implica na possibilidade de ajustes significativos para maximizar a geração de renda. Por exemplo, as palmeiras produtoras de palmitos comerciais podem menos intensamente manejadas em um dado ano sem prejuízo para a cultura, possibilitando o agricultor dispor de mais mão de obra para outras culturas que estão com melhor preço. Por outro lado, necessitando de renda a curto prazo, o agricultor poderá intensificar o corte de palmito em uma dada época. No entanto, essa versatilidade não é sinônimo de falta de objetividade. Muitas vezes se encontram SAFs originalmente implantados para uma finalidade e que, no decorrer do tempo, receberam um manejo apontando para outras finalidades, e estes SAFs não são os adequados para análise financeira, já que a análise financeira normalmente lida com a prospecção para um horizonte futuro (*ex ante*), tendo como referência as espécies de ciclo mais longo. Essa característica permite a previsibilidade do sistema produtivo, e por sua vez, a modelagem de horizontes futuros. Um sistema adequado para ser analisado financeiramente é um no qual existe um padrão no manejo, reflexo de um padrão nos objetivos de produção e de inserção no mercado dos produtos.

Não se deve selecionar um SAF sucessional com a produtividade bem abaixo de seu potencial produtivo, pois isso implicará em chegar a resultados que não contemplam todo o potencial da configuração avaliada, já que sua maior ou menor viabilidade econômica irá depender de um manejo coerente com as demandas de tratos culturais das espécies

que compõem o arranjo de produção agrícola. Assim é importante perceber a confiança do agricultor no sistema implantado se este lhe deu a devida dedicação em termos de mão de obra e insumos.

Os SAFs sucessionais tem como característica sua versatilidade, variedade de potenciais e aplicações, e por isso podem ser implantados com outros objetivos que não a produção, como por exemplo, restauração ambiental, composição paisagística e educação ambiental. No entanto, para o estudo da análise financeira, devem ser selecionados SAFs sucessionais destinado a produção que gere receitas, a fim de possibilitar a correta avaliação da viabilidade financeira. Caso a parcela não gere receitas, não é possível chegar a viabilidade financeira positiva com base nos indicadores econômicos clássicos como Valor Presente Líquido, Relação Benefício Custo, PayBack, entre outros. No entanto, não é impedimento que os SAFs sucessionais selecionados tenham outros objetivos além da produção, desde que a produção seja o principal.

É importante estudar SAFs sucessionais com configuração possível de ser replicada em novas implantações, pois um dos intuios de se realizar uma análise financeira é determinar a segurança que o agricultor pode ter quando opta por determinado sistema/modelo/configuração para aplicar em sua propriedade. Esta característica de replicabilidade é um aspecto que será possível de ser verificada somente após a verificação dos outros aspectos aqui destacados.

CONCLUSÃO / CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na construção de uma pesquisa em análise financeira de SAFs sucessionais é importante a atenção para determinados aspectos a serem observados para a seleção de SAFs sucessionais. Tal observação otimizará os esforços de pesquisa e gerar resultados mais consistentes. Entre estes aspectos, destacam-se verificar se o tamanho da área, a disposição do agricultor em colaborar, o acesso a informações básicas, a viabilidade logística para trabalhos de campo, a condução padronizada ao longo do tempo e a produção como objetivo principal do SAF sucesional.

■ REFERÊNCIAS

1. ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3a Edição, Editora Expressão Popular, AS-PTA, São Paulo, Rio de Janeiro, 400p., 2012.
2. CEZAR, R.M.; VEZZANI; F.M.; SCHWIDERKE, D.K.; GAIAD, S.; BROWN, G.G.; SEOANE, C.E.S.; FROUFE, L.C.M.. Soil biological properties in multi-strata successional agroforestry systems and in natural regeneration. *Agroforestry Systems* 89(6): 1035–1047. 2015.

3. EMBRAPA. Cálculo de Indicadores Financeiros para Sistemas Agroflorestais. 2011. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/917097>> Acesso em 20/10/2014.
4. FROUFE, L. C. M., SCHWIDERKE, D. K., CASTILHANO, A. C., CEZAR, R. M., STEENBOCK, W., SEOANE, C. E. S., BOGNOLA, A.I; VEZZANI, F. M. 2020. Nutrient cycling from leaf litter in multistrata successional agroforestry systems and natural regeneration at Brazilian Atlantic rainforest biome. *Agroforestry Systems* 94 (1), 159-171.
5. SEOANE, C. E.; FROUFE, L. C.; AMARAL-SILVA, J; ARANTES, A. C. V.; NOGUEIRA, R. e STEENBOCK, W. Conservação Ambiental Forte Alcançada Através de Sistemas Agroflorestais Multiestratificados. 1 - Agroflorestas e a Restauração Ecológica de Florestas. *Cadernos de Agroecologia*. v. 9, n. 4, 2014. 11 p.
6. STEENBOCK, W.; COSTA-E-SILVA, L.; SILVA, R. O.; RODRIGUES, A. S.; PEREZ-CASARINO, J.; FONINI, R.; SEOANE, C. E.; FROUFE, L. C. M. (Org.). *Agrofloresta, ecologia e sociedade*. Curitiba: Kairós, 2013. 422 p.

“

Caracterização física de um latossolo vermelho distroférrico sob mata nativa

I Ana Paula Barroco Geraldini **Palombino**

RESUMO

Avaliar a qualidade física do solo é importante para o entendimento dos impactos gerados pela atividade agrícola, principalmente quando esta substitui as florestas. Neste contexto, o presente estudo objetivou a avaliação das propriedades: densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), resistência do solo à penetração (RP), umidade volumétrica (θ) e coeficiente de permeabilidade à água até a profundidade de 20 cm de um Latossolo Vermelho Distroférrico sob mata nativa com o intuito de subsidiar futuros estudos sob condições edafoclimáticas semelhante a este. A análise estatística foi realizada por meio da correlação de Pearson para as variáveis Ds, Pt, e RP e θ , média e intervalo de confiança. A Ds apresentou pequeno aumento em profundidade, com média entre as camadas de 0-10 cm e 10-20 cm de $0,96 \text{ g cm}^{-3}$ e relacionou-se de forma inversa à Pt, $0,64 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$. A RP da camada superficial foi de $0,61 \text{ MPa}$ e de $1,62 \text{ MPa}$ na camada subsequente, não sendo consideradas limitantes ao crescimento das plantas. Não foi encontrada diferença de θ entre as camadas por meio do intervalo de confiança e o coeficiente de permeabilidade deste solo foi de $241,02 \text{ mm h}^{-1}$, considerado como permeabilidade moderada a rápida. A caracterização física deste solo demonstrou-se confiável e pertinente à futuras comparações aos solos submetidos à sistemas agrícolas.

Palavras-chave: Solo, Qualidade Física do Solo, Mata Nativa.

INTRODUÇÃO

A quantificação da qualidade física do solo é importante para a manutenção e avaliação da sustentabilidade dos sistemas agrícolas (BEUTLER *et al.*, 2001). Comumente realiza-se a caracterização física dos solos a partir das propriedades físicas indiretamente relacionadas com o crescimento e desenvolvimento das plantas (granulometria do solo, densidade do solo, agregação e porosidade), os quais influenciam aqueles relacionados diretamente com o crescimento das plantas como a retenção de água, aeração, temperatura e resistência do solo à penetração das raízes (WATANABE, 2001).

A substituição de florestas por sistemas agrícolas causa desequilíbrio no ecossistema, modificando as propriedades do solo em diversas intensidades, dependendo da condição climática, do uso e manejo adotados e da natureza do solo (ARAUJO *et al.*, 2004). O manejo empregado exerce grande influência nas propriedades físicas (KLEIN *et al.*, 1998), sendo mais pronunciadas nos sistemas convencionais de preparo do que nos conservacionistas (DE MARIA *et al.*, 1993; BERTOL *et al.*, 2004).

Alterações negativas nas propriedades físicas do solo desencadeiam processos de deterioração, como compactação, redução da agregação do solo; diminuição da porosidade do solo, afetando a quantidade de água disponível e a taxa de difusão de gases; aumento da resistência à penetração (CASTRO FILHO *et al.*, 1998; DE MARIA *et al.*, 1999; ARAUJO *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2009; MICHALOVICZ, 2016).

A permeabilidade do solo depende, dentre outros fatores, da quantidade, da continuidade e do tamanho de poros, sendo a compactação e a descontinuidade dos poros responsáveis pela redução significativa da permeabilidade do solo à água (BEUTLER *et al.*, 2001; SOUZA & ALVES, 2003).

A resistência à penetração, frequentemente avaliada por meio de penetrômetros, caracteriza o impedimento que o solo oferece ao crescimento das raízes, o qual é geralmente intensificado com a compactação e redução da umidade do solo (NEIRO *et al.*, 2003).

Devido às dificuldades em atender as condições experimentais de análise das modificações das propriedades do solo quando sob vegetação natural e submetido às explorações agrícolas, muitos estudos são realizados utilizando o solo cultivado e a mata nativa como referência (ARAUJO *et al.*, 2004).

OBJETIVO

Avaliar as propriedades físicas de Latossolo Vermelho Distroférrico sob mata nativa, sem degradação por uso agrícola, com o intuito de subsidiar futuros estudos sob condições edafoclimática semelhante a este.

MÉTODOS

A área experimental está localizada no município de Campo Mourão ($24^{\circ} 05' 58''$ S, $52^{\circ} 21' 25''$ W), Noroeste do Estado do Paraná e altitude de 627 m. Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima da região é Cfa (subtropical úmido mesotérmico), com verões quentes, sem estação seca, temperatura anual média de $21,5^{\circ}\text{C}$, precipitação média anual de 1.617mm e umidade média anual de 62% (GODOY *et al.*, 1976).

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (EMBRAPA, 2006), de classe textural muito argilosa, localizado no terceiro planalto paranaense e inserido na bacia sedimentar do Rio Paraná, em área de transição geológica entre o Grupo Bauru de Formação Caiuá e o Grupo São Bento de Formação Serra Geral (MINEROPAR, 2005). A amostragem foi efetuada em uma área de vegetação nativa, representada pela transição entre a Floresta Estacional Semideciduosa e a Floresta Ombrófila Mista.

Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas de solo, em abril de 2014 e fevereiro de 2018, com três repetições, nas profundidades de 0-10cm e 10-20 cm, para determinações físico-hídricas em laboratório. A análise granulométrica foi realizada segundo a NBR 7181 (ABNT, 1984) em amostra de solo deformada, empregando (NaPO₃)₆ como dispersante na concentração de 45,7g do sal por litro, com agitação rápida rápida durante 15 min, utilizando o método do densímetro para determinar os teores de areia, silte e argila.

A densidade do solo e a porosidade total foram obtidas de acordo com a metodologia sugerida pela Embrapa (1997), em amostras com estrutura não deformada pelo método do anel volumétrico, com 3 repetições nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm e considerando a densidade das partículas igual a 2,65 g/cm³. Os coeficientes de permeabilidade à água foram determinados de forma a atender as especificações expostas pela NBR 13292 (ABNT, 1995). Este método pressupõe a existência de proporcionalidade direta entre a velocidade de fluxo e os gradientes hidráulicos, admite-se a continuidade do escoamento em regime permanente, sem variações de volume do solo durante o ensaio e a saturação total do corpo de prova, fundamentadas na lei experimental de Darcy. O ensaio procedeu em amostra indeformada de 20 cm de profundidade de solo, até a obtenção de quatro coeficientes de permeabilidade (k) relativamente próximos, calculados pela seguinte

Equação:

$$k = \frac{Q L}{A t h}$$

Onde, “Q” é a vazão (m³/s); “L” é a altura da amostra do solo (m); “A” é a área da amostra por onde a água flui (m²); “t” é o tempo de escoamento da água (s); “h” é a carga hidráulica (m).

A resistência do solo à penetração foi determinada em campo por meio do penetrômetro digital Falker, modelo PenetroLOG – PLG 1020, registrando as 7 leituras a cada cm até a profundidade de 20 cm.

A análise estatística dos resultados constituiu da análise de correlação de Pearson para as variáveis densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt) e resistência à penetração (RP) e umidade volumétrica (θ), média e intervalo de confiança.

RESULTADOS

Os valores médios encontrados nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm para a Ds, Pt, RP e θ estão dispostos na **tabela 1**.

Tabela 1. Valores médios e intervalo de confiança das análises físicas.

	Ds (g cm ⁻³)	Pt (cm ³ cm ⁻³)	RP (MPa)	θ (m ³ m ⁻³)
0-10	0,94	0,64	0,61	0,33
10-20	0,97	0,63	1,62	0,36
Média	0,96	0,64	1,12	0,35
Ic 0-10	0,05	0,02	0,41	0,05
Ic 0-20	0,05	0,02	0,74	0,04

Ds: densidade do solo; Pt: porosidade total; RP: resistência à penetração; θ : umidade volumétrica; Ic: intervalo de confiança.

A Ds média deste solo entre as camadas de 0-10 e 10-20 cm foi de 0,96 g cm⁻³, sendo o menor valor observado na camada superficial, camada em que se encontra o maior número de poros. A Pt apresentou o Ic de 0,02 para ambas as camadas e conferiu valores muito próximos, sendo de 0,64 e 0,63 cm³ cm⁻³, valores elevados para solos sob mata nativa. A Ds ainda correlacionou-se de forma direta à RP e à θ , onde os menores valores registrados para estas propriedades também foram observados na camada superficial do solo.

Com o aumento da profundidade da camada de solo amostrada, constatou-se incremento nos valores de RP, que passaram de 0,61 para 1,62 MPa, consideradas baixa e moderada, respectivamente, segundo a classificação utilizada por Beutler *et al.* (2001). Este comportamento também foi observado para a θ , que aumentou de 0,33 m³ m⁻³ da camada de 0-10 cm para 0,36 m³ m⁻³ na camada subsequente. Desta forma, a RP e a θ tiveram correlação direta, no entanto as camadas não diferiram quanto à θ , por meio da análise do Ic. O solo avaliado neste estudo ainda apresentou valor de coeficiente de permeabilidade igual a 241,02 mm h⁻¹, considerado como permeabilidade moderada a rápida.

DISCUSSÃO

A Ds tem relação inversa com a Pt e infiltração de água no solo e direta com a RP e ao conteúdo de água no solo. Com a redução do teor de água no solo, ocorre aumento na RP decorrente da maior coesão entre as partículas (NEIRO *et al.*, 2003).

O valor médio de Ds entre as camadas experimentadas foi típico de solos argilosos, sendo superior ao encontrado por Beutler *et al.* (2001) em Latossolo Vermelho Típico em mata nativa do Cerrado em Minas Gerais- MG (0,83 g cm⁻³) e inferior aos valores de Araújo *et al.* (2004) em Latossolo Vermelho Distrófico no município de Maringá (PR). Esses resultados podem estar relacionados às características mineralógicas e granulométricas diferentes do solo estudado por esses autores em relação ao solo avaliado nesse estudo, uma vez que ambos estudos foram conduzidos em mata nativa, porém, sob condições edafoclimáticas distintas.

O valor de Ds em ambas as camadas amostradas foram consideravelmente inferiores às médias de Ds obtidas em sistemas agrícolas (TORMENA *et al.*, 2002; ARAUJO *et al.*, 2004; MICHALOVICZ, 2016). Esse resultado já era esperado, visto que é amplamente reconhecido na literatura que a qualidade estrutural do solo de sistemas agrícolas tende a ser inferior quando comparada à mata nativa.

A Pt demonstrou ser elevada em solo sob mata nativa, independentemente da camada avaliada, estando em conformidade com a Pt encontrada por Beutler *et al.* (2001) e Araújo *et al.* (2004).

Constatou-se o incremento da RP com o aumento da θ na camada de 10-20 cm. Tal incremento é contraditório, visto que RP e θ são inversamente correlacionadas na literatura. Contudo, não foi constatada diferença de θ entre as camadas por meio do intervalo de confiaça e, nesse sentido, é provável que os menores valores de RP observados na camada superficial esteja melhor relacionado ao maior acúmulo de matéria orgânica e, consequentemente, de carbono orgânico do solo, geralmente verificado na camada de 0-10 cm devido à deposição dos resíduos vegetais nessa camada. Como é amplamente conhecido, o carbono é um importante condicionador da qualidade estrutural do solos (Six *et al.*, 2002) e, nesse sentido, o menor valor de RP na camada superficial do solo desse estudo está em acordo com os maiores valores de Pt e menores valores de Ds observados nessa camada. Tal comportamento também foi constatado em sistemas agrícolas por Silva *et al.* (1998) e Tormena *et al.* (2002). Contudo, independentemente da variação de RP ao longo do perfil de solo, foi constatado que o valor médio de RP das camadas avaliadas nesse estudo (1,12 MPa) foi muito abaixo ao sugerido na literatura como limitante para o crescimento das plantas em sistemas agrícolas (GRANT & LAFOND, 1993; WATANABE, 2001).

O elevado coeficiente de permeabilidade também foi constatada por Beutler *et al.* (2001) para um solo sob Cerrado nativo e, assim como observado neste estudo, os autores verificaram uma boa condição estrutural do solo, representada por baixos valores

de D_s e RP e elevado valor de Pt. O adequado valor de Pt e permeabilidade corroboram Ferreira *et al.* (1999), os quais afirmam que Latossolos, mesmo quando muito argilosos, podem apresentar elevada θ em decorrência da estrutura granular muito pequena e muito bem expressa nesses solos.

CONCLUSÃO

O solo sob mata nativa apresentou pequeno aumento de densidade em profundidade e decréscimo irrelevante da porosidade na profundidade de 10-20 cm. Também foi constatada maior resistência à penetração na camada de 10-20 cm, contudo, os valores observados tanto nessa camada quanto na camada superficial foram inferiores aos valores considerados pela literatura como limitantes ao crescimento das plantas em sistemas agrícolas. O coeficiente de permeabilidade também foi satisfatório, existindo moderada a rápida permeabilidade à água em Latossolo Vermelho ditroférrego de textura muito argilosa. De modo geral, a caracterização física do solo em questão demonstrou ser confiável para ser utilizada em futuras comparações entre o sistema de uso avaliado e sistemas agrícolas, sob condição edafoclimática semelhante.

■ REFERÊNCIAS

1. ARAÚJO, M.A.; TORMENA, C.A.; SILVA, A.P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 28, p. 337-345, 2004.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181: Solo – Análise Granulométrica**. Rio de Janeiro. 1984. 13p.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13292: Solo – Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares a carga constante**. Rio de Janeiro, 1995. 8p.
4. BELTOL, I.; ALBUQUERQUE, J.A.; LEITE, D.; AMARAL, A.J.; ZOLDAN JUNIOR, W.A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 28, p. 155-163, 2004.
5. BEUTLER, N.A.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 25, p. 167-177, 2001.

6. CASTRO FILHO, C.; MUZILI, O.; PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de cultura e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 22, p. 527-538, 1998.
7. DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M.; SOUZA DIAS, H. Atributos físicos e desenvolvimento radicular de soja em solo argiloso sob diferentes métodos de preparo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 1993, Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 1993. p.41-42.
8. DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M.; SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 23, p.703-709, 1999.
9. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ed. Rio de Janeiro. 1997. 212p.
10. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI; 2006. 306 p.
11. FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.23, p.515-524, 1999.
12. GODOY, H.; CORREA, A.R.; SANTOS, D. Clima do Paraná. In: Fundação Instituto Agronômico do Paraná. **Manual agropecuário para o Paraná**. Londrina, 1976. p.178.
13. GRANT, C.A.; LAFOND, G.P. The effects of tillage systems and crop sequences on soil bulk density and penetration resistance on a clay soil in southern Saskatchewan. **Canadian Journal of Soil Science**. v. 73, p. 223-232, 1993.
14. KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L.; SILVA, A.P. Resistência mecânica do solo à penetração sob diferentes condições de densidade e teor de água. **Engenharia Agrícola**. v. 18, n. 2, p. 45- 54, 1998.
15. MICHALOVICZ, L. Atributos de qualidade do solo em resposta à aplicação de gesso agrícola e compactação. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá. 2016.
16. NEIRO, E.S.; MATA, J.D.V.; TORMENA, C.A.; GONÇALVES, A.C.A.; PINTRO, J.C.; COSTA, J.M. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho distroférrico, com rotação e sucessão de culturas, sob plantio direto. **Acta Scientiarum: Agronomy**. v. 25, p.19-25, 2003.
17. SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ. **Potencialidades e Fragilidades das Rochas do Estado do Paraná**. Curitiba: Mineropar, 2005.
18. SILVA, J.M.; PASSOS, A.L.R.; BELTRÃO, F.A.S. Análise espacial da densidade, umidade e resistência mecânica do solo à penetração sob sistemas de cultivo. **Engenharia Ambiental**. v. 6, p.103-118, 2009.
19. SILVA, A.J.N.; RIBEIRO, M.R.; MERMUT, A.R.; BENKE, M.B. Influência do cultivo contínuo da cana-de-açúcar em Latossolos Amarelos coesos do estado de Alagoas: Propriedades micro-morfológicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 25, p. 515-525, 1998.
20. SIX, J.; FELLER, C.; DENEF K.; OGLE, S.M.; MORAES SÁ, J.C.; ALBRECHT, A. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils – Effects of no-tillage. **Agronomie**. v. 22, p.755-775, 2002.

21. SOUZA, Z.M.; ALVES, M.C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 7, p. 18-23, 2003.
22. TORMENA, A.C.; BARBOSA, M.C.; COSTA, A.C.S.; GONÇALVES, A.C.A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**. v. 59, p. 795-801, 2002.
23. WATANABE, S.T. Caracterização física de um Latossolo Vermelho distrófico submetido a diferentes métodos de preparo do solo. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá. 2001.

20

“

Parâmetros morfológicos em matrizes de *Carapa guianensis* AUBL. e *Carapa procera* D. C. em agroecossistemas de várzea No Município de Cametá-PA

- | Symara Soares **Furtado**
UFP
- | Antônia Benedita Silva **Bronze**
UFRA
- | Elessandra Laura Nogueira **Lopes**
UFPA
- | Harleson Sidney Almeida **Monteiro**
UFRA
- | Meirevalda do Socorro Ferreira **Redig**
UFPA
- | Sinara Soares **Furtado**
UFP
- | Omar Machado de **Vasconcelos**
UFPA
- | Carlos Henrique Cavalcante **Moraes**
UFRA

RESUMO

O presente estudo torna-se necessário para fomentar o debate sobre a valorização das sementes de andiroba como um dos Produtos Florestais não Madeireiros nas comunidades ribeirinhas e incentivar o manejo sustentável através do Sistema Agroflorestal tradicional nos agroecossistemas de várzea. Teve como objetivo caracterizar e identificar matrizes desejáveis de andiroba (*Carapa guianensis* AUBL. e *Carapa procera* D. C.) para subsidiar estudos de propagação que possa atender a variabilidade dos germoplasmas em estudos de melhoramento genético. As matrizes coletadas foram em quatro populações, com vinte e cinco matrizes por população, totalizando cem matrizes de andiroba amostradas. Foram avaliadas seis características quantitativas, relativas à planta e as sementes: circunferência à altura do peito (CAP), comprimento do folíolo (CF), largura do folíolo (LF), peso da semente (PS), comprimento da semente (CS) e largura da semente (LS). Submetidos à análise de variância através do delineamento experimental em Blocos Casualizados, adotado para avaliar os caracteres fenotípicos e agronômicos. Houve ocorrência de variações significativas ($P \leq 0,01$) e ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos nas quatro populações, para os diferentes caracteres. As melhores médias das variáveis foram circunferência à altura do peito (CAP=26,554) e peso da semente (PS=50,56) para o tratamento 1 (P1), tornando- se economicamente desejável para o melhoramento genético. As estimativas de herdabilidade foram significativas variando entre 40,78% (LF) a 91,65% (PS), significa um alto ganho genético, ou seja, uma seleção eficiente. O fator ambiente foi determinante quanto à variação genética, maiores valores para CAP (384,21) seguido do PS (82,56), ou seja, a atuação do genótipo depende diretamente do ambiente adequado.

Palavras-chave: Andiroba, *Carapa Guianensis* AUBL, *Carapa Procera* D. C. Agroecossistemas.

INTRODUÇÃO

Os agroecossistemas de várzea são considerados sistemas ecológicos modificados pelos ribeirinhos, considerados como um conjunto de arranjos produtivos agroextrativistas (HART, 1980; ALTIERI, 1989; 2012; GLIESSMAN, 2005). A região ribeirinha de Cametá, no Pará, é caracterizada pelas extensas áreas de várzeas, assim também como a influência agroextrativista de produtos florestais madeireiros e não madeireiros fontes de economia complementar na renda dos ribeirinhos. Lima e Tourinho (1996) referenciam várzeas como sendo áreas inundáveis, formadas por solos aluviais recentes resultantes de contínua sedimentação de partículas suspensas nas águas dos rios, com inundações periódicas que podem ser diárias ou sazonais.

Diversos estudos realizados nos últimos 10 anos apontam o potencial econômico dos Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNMs), além da sua grande relevância sociocultural (MONTEIRO, 2003; COULY, 2004; MEDINA; FERREIRA, 2004; SHANLEY; MEDINA, 2005; CASTRO, 2006; GOMES, 2007; DÜRR; COSTA, 2008). O manejo de PFNMs, conduzido de maneira racional, além de tornar as florestas rentáveis, mantém sua estrutura e biodiversidade praticamente inalteradas (MACHADO, 2008).

A Andiroba pertence à família Meliaceae, do gênero *Carapa* e são encontradas naturalmente as duas espécies *Carapa guianensis* AUBL. e *Carapa procera* D. C. (FERRAZ et al., 2002). No Brasil, ocorrem em ambientes similares em três tipos de habitats: terra firme, igapó e várzea (LEITE, 1997; FERRAZ et al., 2003). Por muito tempo foi utilizada como atividade de extrativismo da madeira, e dependendo do grau de exploração, pode até levar algumas espécies à extinção, causando perda de diversidade biológica e a erosão genética (CANÇADO; BORÉM, 2001; MENDONÇA- HAGLER, 2001).

Atualmente a espécie vem sendo alvo de atividade predominantemente extrativista, sendo assim, há preocupação quanto ao manejo adequado, produção de mudas, e principalmente estímulo para desenvolver pesquisas voltadas para o melhoramento genético, que possa atender as matrizes genéticas de propagação das mesmas, antes de sofrer uma erosão genética por conta do alto teor exploratório das sementes.

Para Santos *et al.* (2004), os Sistemas Agroflorestais das várzeas de Cametá apresentam altos percentuais de espécies comerciais e economicamente potenciais, devido sua composição, estrutura e possibilidade de produção diversificada durante quase o ano todo, indicando grandes possibilidades de sustentabilidade econômica e ambiental. Smith *et al.* (1998) classificaram a agrofloresta como SAF tradicional, pois apresenta alta diversidade específica e genética, maior uso de regeneração natural, grande número de espécies para subsistência e menor uso de insumos e mão-de-obra. Modelo este alternativo de uso dos

recursos florestais, propiciando geração de renda e melhoria nas condições de vida das populações locais.

Portanto, este estudo torna-se necessário para fomentar o debate sobre a valorização das sementes de andiroba como um dos Produtos Florestais não Madeireiros nas comunidades ribeirinhas, uma vez que se insere no conceito de sustentabilidade, pois é agregado um valor a um produto não madeireiro. Discutir sobre o manejo e o uso desse recurso natural como interesse para a conservação e utilização como fonte de atividade econômica e ressaltar sua importância para o processo de valorização cultural, proveniente da extração artesanal e uso medicinal do óleo.

Desta maneira, o presente estudo teve como objetivo caracterizar e identificar matrizes desejáveis de andiroba para subsidiar estudos de propagação que possa atender a variabilidade dos germoplasmas.

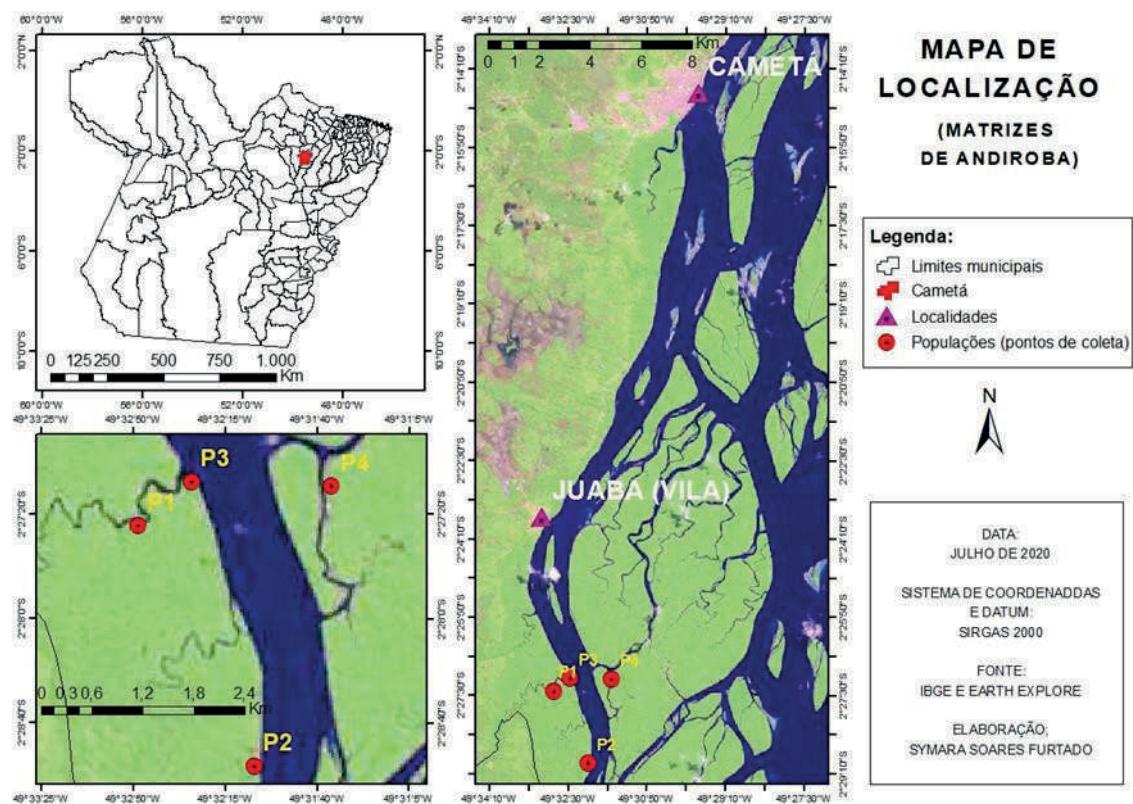
MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e período de coleta

Os agroecossistemas de várzea deste estudo ficam localizados a margem esquerda do baixo Rio Tocantins, região ribeirinha, Distrito de Juaba, com equidistância de 24,87 km da cidade do município de Cametá (Figura 1). A vegetação é de mata de várzea, encontrada as margens de rios, em áreas em que as chuvas ocorrem em grande parte do ano, período que ocorre o fenômeno conhecido como “lançante” – o nível do rio sobe e alagam as margens.

Segundo a classificação de Koppen, o clima dessa região é do tipo Ami, tropical úmido. A temperatura média anual é de 26,5 °C, com mínima de 22 °C e máxima de 31 °C, média anual de umidade relativa do ar de 85 % e pluviosidade média anual de 2375 mm, apresentando estação mais chuvosa de janeiro a maio e menos chuvosa de junho a dezembro (IBGE, 1991).

Figura 1. Mapa de localização dos pontos de coletas (populações) das matrizes de andiroba (*Carapa guianensis* AUBL. e *Carapa procera* D. C.) coletadas no Distrito de Juaba, município de Cametá-Pa.



As características do local de coleta foram descritas a partir da: vegetação (VG), tipo de solo (SL), clima (CL), topografia (TO) e Drenagem (DR). Quanto às populações foram caracterizadas em: se definível ou não (DF), situação (ST), condição de luz (CL), presença de serapilheira (SR), presença de plântulas da espécie (PL), número de indivíduos estimados (NºI), tipo de associação vegetal (AV), frequência da espécie (FR), classes de tamanho (CT) e distribuição espacial dos indivíduos (DT).

As coletas foram realizadas no período de 2018 a 2020, atentando para os meses de maior concentração da queda de frutos. A escolha da população e das matrizes foi feita levando-se em consideração o conhecimento dos ribeirinhos, tomando-se dados de plantas adultas produtivas, sendo todas georreferenciadas com o auxílio de GPS (Garmim Etrex, modelo HCx).

As matrizes foram coletadas em quatro (4) populações (tratamentos), com vinte e cinco (25) matrizes por população, totalizando cem (100) matrizes de andiroba amostradas. Foram avaliadas seis características quantitativas e qualitativas, relativas à planta e as sementes. Os caracteres morfológicos avaliados para as plantas foram: Circunferência à altura do peito (CAP): corresponde a circunferência do tronco tomada à altura do peito e expressa em centímetros (cm); Comprimento do folíolo (CF): corresponde do ponto de inserção da raque foliar até o ápice do folíolo, expresso em centímetro (cm), e por fim, largura do folíolo

(LF): corresponde ao comprimento que vai de uma borda a outra do folíolo, expresso em centímetro (cm).

Os caracteres das sementes foram avaliados em cem (100) sementes, coletadas após a queda dos frutos, sendo representado pela média, entretanto: Peso da semente (PS): efetuado em balança de precisão e expresso em gramas (g); comprimento da semente (CS) e largura da semente (LS), ambos expressos em centímetros (cm) por paquímetro digital. As sementes utilizadas nesse estudo foram coletadas nas mesmas populações já caracterizadas anteriormente. A queda dos frutos ocorre no período de maior precipitação, sendo de dezembro a fevereiro, considerado a safra no ecossistema de várzea, porém em junho ainda há queda dos frutos na entressafra. No entanto, os padrões de florescimento e frutificação podem ser variáveis conforme as demais regiões da Amazônia (FERRAZ, 2003; KAGEYAMA *et al.*, 2004; RAPOSO, 2007).

Após a coleta dos dados estes foram tabulados em planilha de Excel 2010 e submetidos à análise de variância através do delineamento experimental em Blocos Casualizados, adotado para avaliar os caracteres fenotípicos e agronômicos e as médias comparadas pelo teste de Scott & Knott, estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade de erro, processados no programa estatístico Genes.

O melhoramento genético tradicional é sustentado pela base genética quantitativa, fundamentado na seleção dos melhores indivíduos, utilizando para isso informações fenotípicas das matrizes que compõem uma população, através das características quantitativas, enfatizando sua herança e os componentes determinantes de sua variação, como os vários genes muitos influenciados pelo ambiente. Dessa forma, podem ser estimados parâmetros genéticos essenciais como herdabilidades, correlações genéticas e ganhos genéticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do ambiente e das populações estudadas

No quadro 1, encontram-se os dados qualitativos relativos à caracterização das variáveis do ambiente e de cada população estudada. O solo é do tipo predominante Gleissolo (solo de várzea) com grande quantidade de matéria orgânica, considerado altamente fértil pelo regime das marés, com presença de igapós, para todos os agroecossistemas estudados. Este estudo identificou, segundo a classificação de Cravo *et al.* (1996), quanto a topo sequência em várzea alta, localizada junto às margens dos cursos d'água para P1, P2 e P3, enquanto várzea baixa que é contígua a primeira e sujeita à inundação mais prolongada para P4.

Quadro 1. Caracterização do ambiente para cinco variáveis (VG, SL, CL, TO e DR) e características quanto às populações caracterizadas em (DF, ST, CL, SR, PL, N^ºI, AV, FR, CT e DT), avaliados em populações naturais de *Carapa guianensis* AUBL. e *Carapa procera* D. C em agroecossistemas de várzea. Cametá, PA, Brasil, 2020.

Caracterização das variáveis					
Área amostrada	Local	Coordenadas geográficas	Matrizes	Caracterização do ambiente	Caracterização das populações
P1	Rio Itabatinga, distrito Juaba.	02° 27" 24.2'S 49° 32" 48.1'W	AND 01 /AND 25	Vegetação de floresta de mata; Gleissolo; várzea alta; clima Ami; topografia plana. Presença de igapó.	População definível; situação de baixada; muito sombreamento; presença de serapilheira grossa; presença de plântulas da espécie Abundante, Perto ou Embaixo da Planta Mãe; frequência da espécie estimada por ha 25-50 até 25% total da população; associação vegetal mista; heterogêneo; todas as classes desde plântula até adulta.
P2	Rio Laranjal, distrito Juaba.	02° 28" 56.2'S 49° 32" 03.9'W	AND 26 /AND 50	Vegetação de floresta de mata; Gleissolo; várzea alta; clima Ami; topografia plana. Presença de igapó.	População definível; situação de terra alta; muito sombreamento; presença de serapilheira grossa; presença de plântulas da espécie Abundante, Perto ou Embaixo da Planta Mãe; frequência da espécie estimada por ha 25-50 até 25% total da população; associação vegetal mista; heterogêneo; todas as classes desde plântula até adulta.
P3	Rio Itabatinga, distrito Juaba.	02° 27" 07.5'S 49° 32" 27.8'W	AND 51 /AND 75	Vegetação de floresta de mata; Gleissolo; várzea alta; clima Ami; topografia plana. Presença de igapó.	População definível; situação de baixada; pouco sombreamento; presença de serapilheira média; presença de plântulas da espécie escassas, Perto ou Embaixo da Planta Mãe; frequência da espécie estimada por ha 25-50 até 25% total da população; associação vegetal mista; heterogêneo; todas as classes desde
P4	Ilha de Turema, distrito Juaba.	02° 27" 09.1'S 49° 31" 34.8'W	AND 76 /AND 100	Vegetação de floresta de mata; Gleissolo; várzea baixa; clima Ami; topografia plana. Presença de igapó.	População definível; situação de baixada; pouco sombreamento; presença de serapilheira média; presença de plântulas da espécie escassas, Perto ou Embaixo da Planta Mãe; frequência da espécie estimada por ha 25-50 até 25% total da população; associação vegetal mista; heterogêneo; todas as classes desde

Para: vegetação (VG), tipo de solo (SL), clima (CL), topografia (TO), Drenagem (DR), Se definível ou não (DF), situação (ST), condição de luz (CL), presença de serapilheira (SR), presença de plântulas da espécie (PL), número de indivíduos estimados (N^ºI), tipo de associação vegetal (AV), frequência da espécie (FR), classes de tamanho (CT) e distribuição espacial dos indivíduos (DT).

A vegetação é de floresta de mata, possuem diversidade de espécies florestais madeireiras e não madeireiras, como seringueira (*Hevea brasiliensis*), virola (*Virola surinamensis*), murumuru (*Astrocaryum murumuru*), sumaúma (*Ceiba pentandra*), cacau (*Theobroma cacao*), açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) tapereba (*Spondias mombin*), mangueira (*Mangifera indica*), embaúba (*Cecropia*), acapu (*Vouacapoua americana*), entre outras que compõe as agroflorestas.

Para a condição de luz para P1 e P2 são de ambiente muito sombreamento, com cobertura densa, já para P3 e P4 ambiente pouco sombreamento, sub-bosque relativamente aberto,

são sujeitos à exploração moderada de impacto reduzido e a pouca extração de madeira, para todas as espécies florestais. Para a frequência de plantas adultas e intermediárias das espécies estudadas, obteve variação de 25 a 50 indivíduo por hectare, definidas de acordo com as classes de tamanho (CT), em distribuição heterogênea, com presença de serapi-lheira média a grossa.

A propagação é feita através de dispersão natural, geralmente As várzeas altas sofrem a influência da maré duas vezes ao ano, chamado equinócio. Já as várzeas baixas sofrem influências periódicas com as enchentes e vazantes diárias, facilitando assim as sementes a flutuar e percorrer longas distâncias, assim também como por pequenos animais predadores que se alimentam das sementes, porém é comum observar a presença de plântulas abundantes, perto ou embaixo da planta-mãe, com exceção do P4 que foram encontradas em número escasso. Já a distribuição espacial dos indivíduos, às populações apresentaram todas as classes desde plântula até adulta, representando 25% do total da população.

São árvores de grande porte, podendo atingir até 55m de altura, com fuste cilíndrico e reto de 20-30m. A casca é grossa e amarga, de cor avermelhada ou acinzentada e desprendesse em grandes placas (FERRAZ et al, 2013, p. 5). Na figura 2, a *Carapa guianensis* se diferenciam pela cor e característica de desprendimento do caule (A), tamanho dos frutos e sementes (B).

Figura 2. A - Caule de *Carapa guianensis* com característica de desprendimento em placas. B – Sementes de andiroba das duas espécies, a *Carapa procera* (1) é menor que a *Carapa guianensis* (2).



Avaliação das matrizes

Os resultados das análises de variância dos caracteres estão apresentados na Tabela 1. Houve diferenças significativas ($P \leq 0,01$) e ($P \leq 0,05$) entre as populações analisadas, no que diz respeito ao CAP (3953,9538**), CF (57,7467*), OS (988,7333**) e CS (3,6052*), em função das populações analisadas. Mostrando que os parâmetros avaliados podem

ser utilizados no processo de seleção das matrizes para serem utilizados em programas de melhoramento.

Tabela 1. Análise de variância de seis caracteres fenotípicos avaliados em 100 árvores matrizes de *Carapa* spp. com as respectivas médias gerais, coeficiente de variação (CV), Cametá, PA, Brasil, 2020.

FV	Quadrado Médio (QM)					
	CAP	CF	LF	PS	CS	LS
Blocos	383,5967	37,7292	3,3373	35,0208	0,7348	0,3913
Tratamentos	3953,9538**	57,7467*	2,8265ns	988,7333**	3,6052*	1,1553ns
Resíduo	384,2074	16,7814	1,6738	82,5597	0,7197	0,4786
Médias	7,69	17,7	7,48	44,9	11,23	8,49
CV(%)	254,84	23,14	17,31	20,24	7,56	8,15

Comprimento do caule á altura do peito (CAP); comprimento do folíolo (CF); largura do folíolo (LF); peso da semente (PS); comprimento da semente (CS); largura da semente (LS). ** e * - significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste F; ns – não significativo pelo teste F

As maiores médias foram observadas nas variáveis PS (44,9 g) seguido de CF (17,7 cm). Os coeficientes de variação apresentam-se entre 7,56% e 254,84%. Os maiores coeficientes de variação foram obtidos para os caracteres CAP=254,84%, CF=23,14% e PS=20,24%. Tal resultado pode ser devido à influência do ambiente onde os fatores ambientais podem apresentar maior influência nos resultados de coeficiente de variação encontrados nos parâmetros

Para as médias das três variáveis analisadas em 100 matrizes de andiroba das quatro populações, descritas na tabela 2, verificou-se que os caracteres morfológicos amostrados apresentaram uma diferença significativa em CAP para P1 (26,554 cm - $P \leq 0,05$). Esse fator é relevante a considerar que diz respeito às matrizes adultas que foram conservadas há mais tempo, isto é, apresenta um diâmetro maior do caule, com boa produção de sementes e capacidade energética maior. Para Ferraz (1996), a densidade de árvores de ambas as espécies, dentro do mesmo tipo de vegetação varia muito, considerando apenas árvores com DAP > 25 cm foram encontradas 1,6 árv/ha e em floresta de transição entre terra firme e várzea foram encontradas 4 árv/ha.

Tabela 2. Análise de médias de variância relativa a três variáveis avaliadas: CAP (circunferência a altura do peito,) CF (comprimento do folíolo), LF (Largura do folíolo) em 100 matrizes em quatro populações naturais de andiroba (*Carapa* spp.), Cametá, PA, Brasil, 2020.

Tratamentos	Médias das variáveis		
	CAP (cm)	CF (cm)	LF (cm)
P1	26,554 a	19,28 a	7,708 a
P2	1,584 b	18,72 a	7,816 a

Médias das variáveis			
Tratamentos	CAP (cm)	CF (cm)	LF (cm)
P3	1,454 b	16,48 b	7,144 a
P4	1,1744 b	16,32 b	7,232 a

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.
Tratamentos utilizados P1 (Rio Itabatinga, distrito Juaba); P2 (Rio Laranjal, distrito Juaba); P3 (Rio Itabatinga, distrito Juaba); P4 (Ilha de Turema, distrito Juaba).

Para a variável CF, ocorreu agrupamento das maiores médias para P1 (19,28 cm) e P2 (18,72 cm), os folíolos são maiores em comprimento, são de ambientes de mata mais fechada, com vegetação de maior porte, as matrizes são mais altas e necessitam competir quanto à luz solar, quanto maior a folha, mais estômatos, que facilita o processo de fotossíntese. Enquanto que para os tratamentos P3 (16,48 cm) e P4 (16,32 cm) se encontram árvores de menor porte, predominância de palmeiras, as matrizes são mais jovens e mais baixas, com luz solar mais disponível. De maneira geral, as folhas de plantas que se desenvolvem em ambientes ensolarados são menores, mais espessas e mais pesadas por unidade de área em relação às cultivadas à sombra (CHABOT, 1977; SMITH, 1997; CRAVEN *et al.*, 2010).

Para a variável LF não houve diferenças significativas para os quatro tratamentos, a quantidade, a distribuição, o tamanho e o formato dos estômatos são características inerentes a cada espécie e podem ou não ser modificadas em função das adaptações às condições ambientais, como disponibilidade de radiação solar (LARCHER, 2004).

Vale ressaltar que ambas as populações amostradas são manejadas em sistemas agroflorestais. Pela grande densidade de árvores adultas assim como plântulas e intermediária nas áreas amostradas, pode-se afirmar que são sujeitos a manejo moderado, embora a atividade de maior influência seja a exploração madeireira que para a colheita de sementes. As características morfológicas dos frutos e das sementes são pouco modificadas pelo ambiente, constituindo assim um critério bastante seguro para a identificação de famílias, gêneros e, às vezes, espécies, de acordo com OLIVEIRA; PEREIRA (1984), GROTH; LIBERAL (1988); BARROSO *et al.* (1999).

Para as médias das variáveis que compõe a tabela 3, analisadas em 300 sementes de andiroba das quatro populações, consta dois grupos para PS=(P1, P2 e P4 = $P \leq 0,05$) com médias de 50,56cm, 46,08cm e 47,04cm, respectivamente, enquanto que para P3 (PS=35,92cm) houve uma diferença significativa bem abaixo das médias apresentadas. Em CS também formaram dois grupos para CS=(P1=11,408cm e P3=11,652cm, P2=10,796cm) e P4=11,044cm.

Tabela 3. Análise de médias de variância relativa a três variáveis avaliadas: peso da semente (PS), comprimento da semente (CS) e largura da semente (LS), em 300 sementes de andiroba (*Carapa spp.*). Cametá, PA, Brasil, 2020.

Tratamentos	Médias das variáveis		
	PS (cm)	CS (cm)	LS (cm)
P1	50,56 a	11,408 a	8,48 a
P2	46,08 a	10,796 b	8,264 a
P3	35,92 b	11,652 a	8,78 a
P4	47,04 a	11,044 b	8,432 a

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott. Tratamentos utilizados: P1 (Rio Itabatinga, distrito Juaba); P2 (Rio Laranjal, distrito Juaba); P3 (Rio Itabatinga, distrito Juaba); P4 (Ilha de Turema, distrito Juaba).

Para Ferraz (1996), as sementes podem apresentar grande variação de forma e tamanho em um mesmo fruto, foram encontradas sementes pesando entre 1 e 70g e medindo entre 1 e 6cm de comprimento. Este trabalho registrou sementes com peso de até 68g e medindo até 13,4cm de comprimento, o número de sementes variou em média de 40 a 50 sementes/kg. Dados estes observados que são considerados importantes agronomicamente, seja para o sistema de produção de mudas quanto para a extração do óleo.

O tamanho e o peso das sementes para algumas espécies podem ser considerados um indicativo de sua qualidade fisiológica, sendo que em um mesmo lote, sementes mais leves, normalmente, apresentam menor desempenho do que as mais pesadas, em decorrência da quantidade de reservas acumuladas e da formação do embrião (SANTOS; NETO *et al.*, 2009). Conforme Barros (1986), quando as sementes atingem a maturidade, elas se desligam da planta-mãe e passam a consumir seu próprio material de reserva durante o processo respiratório.

Com vistas à produtividade de óleo que é uma das características de grande interesse desta espécie, a variabilidade genética é fundamental para o melhoramento, o que permite a seleção de matrizes com alta produção deste componente.

No Brasil, registrado uma produção por árvores de até 180-200 kg sementes/ano (RIZZINI; MORS 1976; FERRAZ, 1996). De acordo com Queiroz (2007), cada árvore de *Carapa guianensis* produz em média de 10 até 100 kg de sementes, onde o rendimento máximo é de 100 ml por quilo de semente. Segundo entrevistas com produtores agroextrativistas que já trabalham com essa produção, afirmam que, a comercialização das sementes é feita em sacos de 30 kg, o rendimento em real é mínimo, as empresas pagam R\$ 0,80/kg de sementes, enquanto para a produção do óleo extraído artesanalmente, pode ser vendido no comércio local por R\$ 20,00/litro, a venda esporádica em Belém, por exemplo, alcança R\$ 45,00/litro. Agregar valor a esse produto florestal não madeireiro é primordial

para valorizar a conservação dessa fonte energética, além de incentivar investimentos para esse sistema produtivo.

Neste sentido, há uma necessidade em conservar esse recurso natural a fim de garantir a continuidade dos recursos genéticos dessa espécie. Além de realizar estudos quanto ao processamento do óleo, uma vez que o processo exige um conhecimento tradicionalmente adquirido que, com o passar dos anos, tende ao desaparecimento (MENDONÇA; FERRAZ, 2007).

Na tabela 4, podemos verificar as estimativas dos parâmetros genéticos da andiroba, onde as maiores estimativas do coeficiente de variação genética foram obtidas para CAP (155,36%) e para o PS (13,41%). Segundo Kageyama (1980), a estimativa do coeficiente de variação genética é de suma importância para a estrutura genética de populações, por expressar a quantidade de variação existente entre os materiais genéticos.

Tabela 4. Análise dos Parâmetros Genéticos relativo às variáveis avaliadas de andiroba (*Carapa spp.*). Cametá, PA, Brasil, 2020.

Parâmetros Genéticos	CAP	CF	LF	PS	CS	LS
O ² e	384.21	16.78	1.67	82.56	0.72	0.48
O ² g	142.79	1.64	0.05	36.25	0.12	0.03
h ²	90.28	70.94	40.78	91.65	80.04	58.57
b	0.61	0.31	0.17	0.66	0.40	0.24
CVe(%)	155.36	7.23	2.87	13.41	3.03	1.94

CVe(%)=coeficiente de variação ambiental; O²e=variância ambiental; O²g=variância genética; h²=coeficiente de herdabilidade a nível de média; b=CVg(%)/CVe(%).

As estimativas de herdabilidade foram significativas, variando entre 40,78% (LF) a 91,65% (PS), com alta correlação entre fenótipo e genótipo, que aliada à variabilidade genética entre as matrizes, evidencia que a seleção com base nesses caracteres é promissora. A herdabilidade é um parâmetro de grande utilidade para os melhoristas, pois permite antever a possibilidade de sucesso com a seleção (RAMALHO *et al.*, 2000).

A variância ambiental foi significativa para CAP (384,21) seguido do PS (82,56), o que mostra que o fator genético mais o ambiental contribuem e muito para o processo de melhoramento das matrizes analisadas.

Para o índice b que é a variação genética pela variação ambiental foi observado que os maiores valores para o PS (0,66) sendo seguido pelo CAP (0,61), o que mostra que esses parâmetros podem ser utilizados como critérios de seleção de matrizes de andirobeira para serem usados em programas de melhoramento.

CONCLUSÃO

As populações apresentaram tendências de normalidade quanto aos seis caracteres biométricos de frutos e sementes avaliados e apresentam pequena importância para a divergência.

As melhores médias das variáveis foram circunferência a altura do peito ($CAP=26,554$ cm) e peso da semente ($PS=50,56$ cm) para o tratamento 1 (P1), tornando-se economicamente desejável para o melhoramento genético.

As estimativas de herdabilidade foram significativas variando entre 40,78% (LF) a 91,65% (PS), o que significa um alto ganho genético, ou seja, uma seleção eficiente.

O fator ambiente foi determinante quanto à variação genética, maiores valores para CAP (384,21) seguido do PS (82,56), ou seja, a atuação do genótipo depende diretamente do ambiente adequado.

O grande potencial para uso medicinal do óleo ainda é um desafio para valorização das sementes, pois são comercializados a preços muitos baixos para as empresas de cosméticos, já para a extração do óleo, este ainda é extraído de forma artesanal, e quase que exclusivamente para o uso doméstico.

■ REFERÊNCIAS

1. ARAGÃO, D. S. et al. Efeitos do sombreamento na anatomia foliar de plantas jovens de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.). *Revista Árvore*. Volume 38, nº.4, Viçosa. Jul/ago de 2014.
2. FERRAZ et al. Sementes e plântulas de andiroba (*Carapa guianensis* AUBL. e *Carapa procera* D.C.): aspectos botânicos, ecológicos e tecnológicos. *Acta Amazônica* 32(4): 647.661. 2002. Aceito para publicação em 25/06/2002. Páginas 647 a 661.
3. FERRAZ, I.D.K. SAMPAIO, P.T.B. Métodos simples de armazenamento das sementes de Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D.C. *Acta Amazônica*, nº 26, 13 7-144 p. Manaus, 1996.
4. GUIA DE ELABORAÇÃO DE TRABALHOS ACADÊMICOS. Rose Suellen Lisboa, Diego Santana e Nonato Lisboa. 93 p.; Belém: Biblioteca UFPA, 2017.
5. MEDEIROS, A. P. R. Influência de ambiente e período de armazenamento na germinação, formação de mudas e rendimento do óleo de *Carapa guianensis* AUBL. (Meliaceae). Belém, 2016. 50 F.: il. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia/Sistemas Agroflorestais.
6. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Monografia da espécie *Carapa guaianensis* Aubl. (andiroba). Organização Ministério da Saúde e ANVISA. Brasília, 2015. 70f.

7. OLIVEIRA, L. L. de. Estudos sobre desenvolvimento in vitro, ex vitro e toxicidade de *Carapa guianensis*. – Rio de Janeiro, 2014. 107 f.: 30 cm. (Dissertação (Mestrado) em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.
8. PANTOJA, T. F. - Descrição morfológica e análise da variabilidade genética para caracteres de frutos, sementes e processo germinativo associado à produtividade de óleo em matrizes de *Carapa guianensis* Aublet., uma meliaceae da Amazônia. - Jaboticabal, 2007. 82 f.: il. 28 cm. (Dissertação (mestrado), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias) - Universidade Estadual Paulista.
9. REDIG, M. do S. F. Coleta, caracterização e avaliação de germoplasma de inajazeiro (*Maximina maripa* (Aublet) Drude) do nordeste paraense. Belém, 2013. 225 f.: il. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias/Agroecossistemas da Amazônia) – Universidade Federal Rural da Amazônia / Embrapa Amazônia Oriental.
10. REIS, A. A. dos. Desenvolvimento sustentável e uso dos recursos naturais em áreas de várzea do território do Baixo Tocantins da Amazônia Paraense: limites, desafios e possibilidades. Belém, 2015. 271 F.: il. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) – Universidade Federal do Pará/Núcleo de Altos Estudos Amazônicos.
11. RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. Botânica econômica brasileira, Âmbito Cultural, 2. ed. rev. Atual, 241p, Rio de Janeiro, 1995.
12. SANTOS, S. R. M. dos. MIRANDA, I. S. TOURINHO, M. M. Análise florística e estrutural de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará. Acta Amazônica, vol.34, nº 2 Manaus, 2004.
13. TONINI, H. COSTA, P. da. KAMISKI, P. E. Estrutura, distribuição espacial e produção de sementes de andiroba (*Carapa guianensis* aubl.) no sul do estado de Roraima. Ciência Florestal, v. 19, n. 3, p. 247-255, Santa Maria, 2009.

“

Uso de plantas do cerrado em territórios da reforma agrária: biodiversidade herdada de povos originários e afrodiásporicos

- Adriana Fernandes **Souza**
- Etelvino Rocha **Araújo**
- Jéssica Rodrigues **Pereira**
- Patricia Dias **Tavares**
- Paula Balduíno de **Melo**

RESUMO

Esse estudo apresenta uma reflexão sobre as interações entre os povos e o bioma Cerrado a partir da descrição do uso de plantas em territórios da Reforma Agrária, em especial do assentamento Pequeno Willian. Utilizamos os princípios da pesquisa ação para as imersões a campo em parceria com o Núcleo de Estudos em agroecologia do Instituto Federal de Brasília - IFB/Campus Planaltina (NEA Candombá). As informações levantadas forma sistematizadas em uma matriz destacando a diversidade, estratégias de manejo e uso das espécies vegetais presentes em cada uma das seguintes tipologias, destacadas pelas famílias: Área de Cerrado (dentro e fora dos lotes), áreas de produção vegetal (horta e sistema agroflorestal), área de produção animal e quintal. Registrarmos o uso de 156 espécies vegetais, das quais 112 são cultivadas e 44 são exploradas na forma de extrativismo nas áreas de Cerrado do Assentamento. Entre as espécies encontramos tanto algumas nativas que indicam a presença e intervenção humana de longa duração, provavelmente de povos originários desta região, quanto espécies que remontam o histórico de ocupação do território brasileiro, destacando os fluxos migratórios e a relação entre pessoas e plantas. O uso e manejo de muitas espécies é resultado do conhecimento acumulado por diversas populações e expressam a diversidade biocultural associada aos territórios.

Palavras-chave: Agroecologia, Agrobiodiversidade, Saberes Ancestrais.

INTRODUÇÃO

As plantas cultivadas são resultado de um processo de interação e coevolução entre a humanidade e a natureza. Nessa trajetória os seres humanos puderam selecionar as espécies de maior interesse. O uso e manejo de muitas espécies é resultado do conhecimento acumulado por diversas populações e expressam a diversidade biocultural associada aos territórios. Portanto, são práticas e conhecimentos estabelecidos por meio de vínculos das populações com o ambiente (Gargoloff et al., 2011).

A partir das plantas manejadas em territórios da Reforma Agrária em Planaltina-DF, formulamos a hipótese de que a presença e a intervenção humanas nesta região remonta à história de longa duração, provavelmente de povos originários e povos da diáspora africana que se enraizaram no Cerrado. Recorrendo aos apontamentos de Clement (2009) sobre domesticação de plantas, dentre outras contribuições teóricas, situamos o Cerrado como artefato humano, rompendo a suposta dicotomia entre “natureza e cultura”, evidenciando as imbricações entre atividades humanas e ambiente, às quais compõem ao mesmo tempo lugares e modos de vida. Nesse sentido, o artigo considera os processos socioculturais e biológicos envolvidos na promoção da biodiversidade, sendo os recursos genéticos uma herança que garante a sobrevivência das populações atuais.

A biodiversidade manejada reflete-se na base alimentar das populações, ou seja, quando a paisagem diversifica o prato fica colorido. Há, pois, uma relação direta entre biodiversidade, cultura, alimentação e saúde. A alimentação, além dos aspectos nutricionais, expressa sentidos e símbolos culturais. Entre esses, podemos dizer que as histórias de vida e a ancestralidade são determinantes para as escolhas de cultivo, manejo e também para a alimentação. Tal fato se expressa na disseminação de espécies vegetais por diferentes locais, o que permitiu na história da agricultura, que muitas espécies passassem a ser cultivadas nos diversos continentes (Ferreira, 2011). Assim, a trajetória das espécies está associada às trajetórias das diferentes populações, seus conhecimentos e técnicas.

A domesticação de plantas, como aponta Clement (2009) é um processo coevolutivo pelo qual a seleção humana sobre os fenótipos de populações de plantas promovidas, manejadas ou cultivadas resulta em mudanças nos genótipos da população que tornam as plantas mais úteis para os seres humanos e melhor adaptadas à intervenção humana na paisagem. Para que ocorra a domesticação deve haver seleção e manejo para causar reprodução e sobrevivência diferenciadas das que ocorreriam sem a seleção humana. Assim o grau de mudança na população de plantas pode variar em: plantas selvagens, plantas incidentalmente co-evoluídas, plantas incipientemente domesticadas, plantas semi domesticadas e plantas domesticadas.

Estudando florestas tropicais no estado Maranhão, buscando conhecer as relações entre certas sociedades indígenas e a biodiversidade regional na Amazônia, Balée (1993) desenvolveu a tese de que o manejo tradicional indígena resultou no aumento de espécies de determinados habitats na Amazônia, os quais se configuraram, pois, como florestas antropogênicas, ou seja, florestas criadas pelos indígenas há séculos ou milênios.

Charles Mann (2007), dialogando com Balée, com outros antropólogos(as) e arqueólogos(as), ressalta que a atual configuração da floresta amazônica reflete uma interação histórica entre meio ambiente e seres humanos e que as sociedades indígenas construíram um notável corpo de conhecimentos sobre como manejar e melhorar o seu meio ambiente. Assim, “os índios amazonenses criaram literalmente o chão sob seus pés” (Mann, 2007:326). Descola (apud Diegues, 2005) chama atenção para o mesmo fato relativo às áreas amazônicas. “A abundância dos solos antropogênicos e sua associação com florestas de palmeiras ou de árvores frutíferas silvestres sugerem que a distribuição dos tipos de floresta e de vegetação na região resulta, em parte, de vários milênios de ocupação por populações cuja presença recorrente nos mesmos sítios transformou profundamente a paisagem vegetal” (Diegues, 2005:150). Enfim, “virtualmente todas as florestas e grasslands do planeta foram afetadas por padrões culturais de uso humano” (Barreto Filho, 2006:119).

Existem diversos estudos que fazem relações entre a biodiversidade regional e as atividades dos povos originários, povos afro-diaspóricos, povos e comunidades tradicionais. No Brasil, estes estudos concentram-se no Bioma Amazônico. Cabe trazer tais reflexões para o Cerrado, como o faz Altair Sales Barbosa. Ao longo da história, os Povos Cerradeiros - povos originários, quilombolas, geraizeiros, camponeses, dentre outros - têm uma participação *sine qua non* na construção da biodiversidade do Cerrado.

Segundo Barbosa, nas regiões de Cerrado, a ação humana durante a pré-história configurou-se como uma ação pontual, de caráter local, já que a ocupação humana no interior do Brasil é um fato relativamente recente e se deu em escala insignificante em termos populacionais (ano, p. 171). Na história contemporânea, observa-se práticas agrícolas por povos Cerradeiros ou Cerratenses em áreas onde atualmente ocorrem sítios arqueológicos, nas quais foram anteriormente implantadas aldeias indígenas. Barbosa ressalta que, em um lapso temporal de 100 a 150 anos, as áreas em que foi desenvolvida agricultura retomaram suas características primárias (ano, p. 172). O autor não menciona evidências de que o manejo tradicional possa ter resultado no aumento de espécies, como observado por alguns pesquisadores na Amazônia.

Novas espécies aportaram no Cerrado no contexto do tráfico de africanas e africanos escravizados para as Américas. Segundo Gomes, “o mercantilismo e os processos migratórios escravistas, a partir de 1500 no Atlântico, promoveram fluxos enormes e diversos, novas

redes, novas territorialidades” (GOMES, 2009, p.36) . A migração forçada de africanas e africanos para o Brasil representou a chegada de novas espécies nas Américas, bem como a construção de novos saberes a elas associados.

A diáspora africana consiste em um movimento de re-territorialização por meio do qual se constituiu um patrimônio biocultural nas conexões entre África e Brasil. Isso porque as pessoas que aqui chegaram dominavam técnicas de sobrevivência em condições bioclimáticas intertropicais e traziam consigo saberes etnobotânicos: sobre a agricultura tropical, fitoterapia e agroecologia (Gomes, 2009).

OBJETIVO

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é propor uma reflexão sobre as interações entre os povos e o bioma do Cerrado a partir da descrição do uso de plantas em territórios da Reforma Agrária, em especial do assentamento Pequeno Willian.

MÉTODOS

Esse estudo foi realizado junto a famílias do assentamento rural Pequeno William, fruto da luta pela reforma agrária de trabalhadoras e trabalhadores rurais organizadas pelo Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem-Terra (MST). O assentamento Pequeno William foi criado pelo Instituto de Colonização e Reforma Agrária – INCRA em 26/12/2011, com 22 famílias em uma área de 144,17ha. O território está inserido no bioma Cerrado e possui áreas com cobertura vegetal nativa com alto grau de preservação. No assentamento Pequeno William as famílias estabeleceram um acordo coletivo para a adoção dos princípios agroecológicos para o manejo de seus sistemas produtivos.

O trabalho de campo foi realizado em parceria com o Núcleo de Estudos Agroecológicos do Instituto Federal de Brasília, campus Planaltina (NEA - Candombá) entre os anos de 2018 e 2019. Participaram do estudo dez famílias do assentamento Pequeno William. Utilizamos como referência para a pesquisa os princípios da pesquisa-ação e ferramentas participativas adaptadas para a sistematização das informações, como a caminhada transversal pelas propriedades rurais, o desenho de um mapa e a elaboração de uma linha do tempo referente à ocupação do lote por cada família.

Posteriormente ao trabalho de campo, os dados levantados no assentamento Pequeno William foram sistematizados em uma matriz que buscou agregar informações em torno das espécies vegetais presentes em cada uma das seguintes tipologias: Área de Cerrado (dentro e fora dos lotes), áreas de produção vegetal (horta e sistema agroflorestal), área de produção animal e quintal.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Projeto de Assentamento Pequeno Willian, além da área destinada à reserva legal (aproximadamente 46% do total), os lotes situados nas partes mais altas do assentamento são quase que inteiramente cobertas por vegetação de Cerrado, com pequenas áreas abertas ao redor das residências. A área desmatada concentra-se em uma faixa que ocupa aproximadamente 15% da área do Assentamento, nas partes baixas da paisagem, onde a abertura para exploração agropecuária ocorreu anteriormente à criação do Assentamento. A vegetação do local é caracterizada por formação savânica que mescla cerrado típico e cerrado denso. Nesta vegetação os assentados exploram diversas plantas, de forma extrativista, para comercialização, alimentação das famílias, confecção de artesanatos e usos medicinais.

Nas áreas de Cerrado presentes em cada lote pesquisado, bem como nas áreas de reserva legal do Assentamento, foi registrado o uso de 156 espécies vegetais, das quais 112 são cultivadas e 44 são exploradas na forma de extrativismo nas áreas de Cerrado do Assentamento. As espécies cultivadas são predominantemente exóticas, de porte herbáceo ou arbustivo, manejadas em solos previamente preparados, demandando tratos culturais frequentes. Já as espécies exploradas nas áreas de Cerrado são predominantemente de porte arbóreo ou arbustivo, destacando-se: Araticum (*Annona* sp.), Cagaita (*Eugenia dysenterica*), Pequi (*Caryocar brasiliense*), Cajuzinho do Cerrado (*Anacardium Humile*), Bacupari (*Salacia crassifolia*), Jatobá (*Hymenaea* sp.), Pitanga do Cerrado (*Eugenia* sp.) e Sucupira (*Pterodon* sp.).

Com base no apresentado, suspeitamos que as plantas úteis encontradas na área do assentamento Pequeno Willian indicam a presença e intervenção humana de longa duração, provavelmente de povos originários desta região. O Pequi, por exemplo, tem sua presença relacionada a florestas antropogênicas provenientes da domesticação da paisagem por meio da agricultura itinerante (Clement, 2009) ou, conforme apresentado por Frikel (1978), à arboricultura indígena. Além do Pequi, as outras espécies relatadas no assentamento pertencem aos mesmo gêneros de algumas das espécies listadas por Clement (2009) como: culturas provavelmente domesticadas, provavelmente semi-domesticadas e incipientemente domesticadas no Bioma Amazônico.

Dentre as plantas cultivadas, um gênero presente no assentamento Pequeno William e bastante comum no mundo inteiro é o do cará (Família Dioscoreaceae e gênero *Dioscorea* sp.), com cerca de 600 espécies, entre as mais importantes por produzirem tubérculos comestíveis: *D. cayennensis*, *D. rotundata*, *D. alata*, *D. trifida* e *D. esculenta* (SANTOS et al., 2006). Essas espécies são mais relevantes nas regiões de clima tropical, onde muitas populações possuem conhecimentos associados às diferentes formas de manejo e preparo. Entre essas espécies, uma que é bastante cultivada no Brasil é a *Dioscorea bulbifera*, conhecida

popularmente como cará-moela, podendo também ser chamada de cará-borboleta, cará-do-ar e cará-de-corda, dependendo da região. O cará-moela (*Dioscorea bulbifera*) foi indicado por algumas famílias pela sua multifuncionalidade e resiliência. Ela contribuiativamente para a segurança alimentar e ainda é de fácil manejo, adaptando-se em diferentes condições edafoclimáticas, sendo uma espécie importante para a ampliação da base alimentar e incremento de biodiversidade nos sistemas produtivos.

A África tropical, mais especificamente o centro-oeste africano, seria o berço desta espécie (Silva, 1971; Carney 2001). Como observa Gomes, “os africanos da África Ocidental domesticaram diversas plantas, tornando possíveis seus cultivos fora dos ecossistemas naturais e em áreas com fatores limitativos semelhantes (clima, substrato, sol, luminosidade, umidade, relações ecológicas)” (GOMES, 2009, p.105).

Nesse sentido, o estudo de espécies como a *Dioscorea bulbifera* pressupõe o reconhecimento da capacidade cognitiva e da história intelectual de africanas e africanos que historicamente manejam a espécie. Ou seja, trata-se de um exercício de desconstrução de imaginários racistas constituídos pela colonização e perpetuados pela colonialidade do poder.

Se a chegada da espécie está vinculada a uma migração forçada, sua disseminação pelo território brasileiro associa-se a diversos outros fluxos migratórios. Interessa neste momento compreender essa disseminação envolvendo os assentamentos da reforma agrária, entendidos como territórios em que confluem conhecimentos, experiências, valores e conflitos. Nos assentamentos rurais diferentes trajetórias de vida e de luta convergem no movimento de assentar-se. E assim, delineiam-se vínculos entre biodiversidade, cultura e alimentação. A presença da ancestralidade africana é vigorosa neste universo.

Segundo o Censo Agropecuário 2017, 52,8% das pessoas que vivem no campo são negras (pretas ou pardas) e 45,4% são brancas, uma distribuição semelhante à da população do País, segundo números da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD Contínua). Enfim, em territórios da reforma agrária, famílias assentadas tornaram-se mantenedoras de uma grande diversidade biológica e de conhecimento sobre o manejo dessa diversidade, permitindo a continuidade dos processos coevolutivos da biodiversidade (PERONI e MARTINS, 2000).

Portanto, os diversos fluxos migratórios e a ocupação de diferentes territórios são fatores que criam biodiversidade, através de seu componente agrícola, ou seja a agrobiodiversidade. Logo, levantamentos sobre os usos e práticas de cultivo junto a diferentes populações e comunidades podem contribuir para ampliar as base de conhecimento das plantas cultivadas. Esses estudos podem contribuir também para a adoção de espécies mais adaptadas às condições edafoclimáticas locais e, consequentemente, para a conservação da agrobiodiversidade local. Neste estudo apresentamos uma sistematização de saberes sobre

o uso e manejo da espécie cará-moela (*Dioscorea bulbifera*) pelas famílias agricultoras do assentamento Pequeno William, localizado na região de Planaltina-DF. A espécie (*Dioscorea bulbifera*) é usada pelas famílias para fins alimentícios e medicinais. Dona Gustavina, assentada da comunidade Pequeno William, relata que “É uma planta bem importante para a alimentação, a gente usa ela cozida, frita, assada, coloco na sopa, no pão e uma alimentação muito nutritiva”.

Existem diferentes denominações para as espécies do gênero *Dioscorea* sp. de acordo com a regionalização. A palavra inhame, no Sul e Centro Sul do Brasil, é aplicada a espécie comestível, de valor econômico, *Colocasia esculenta* (L.) Schott, pertencente à família Araceae, também referida por taro. Em São Paulo e Centro Oeste, particularmente, cultiva-se muito *D. alata*, que é conhecida por cará, palavra de origem Tupi (ká rá), e, na região Nordeste o gênero *Dioscorea* sp. é chamada de inhame. Inicialmente o termo cará era referente às túberas de *D. trifida* L. nas regiões Norte e Sudeste (MESQUITA, 2002).

O cará foi muito utilizado como alimento em navios, pois era fácil de manusear e não estragava, sendo conservado por diversos meses. Devido à presença de vitamina C nos tubérculos, funcionava como um valioso alimento anti escorbuto (doença causada pela falta de vitamina C) em longas viagens. Durante muito tempo, foi utilizado nas viagens pelos oceanos Índico e Pacífico por povos autóctones (Purseglove, 1972, apud Ferreira 2011). Possivelmente, o cará-moela foi um dos alimentos transportados em navios negreiros no travessia transatlântica África - Brasil, nos movimentos do mercantilismo e processos migratórios escravistas.

As famílias relataram que conseguiram a espécie do cará-moela em espaços de trocas de sementes. Isso mostra a importância desses espaços para a partilha de variedades e de saberes associados. Dona Gustavina nos conta: “Faz alguns anos que conseguimos a cará-moela e estamos cultivando, passando para outras pessoas, sempre guardamos um pouquinho de sementes para multiplicar (...) doamos também para as pessoas, nessa época de pandemia doamos caixas de cará-moela, porque é uma alimentação muito boa, muito rica”.

A maioria dos sistemas produtivos das famílias são manejados através de consórcios, sistemas agroflorestais (SAFs) e outras estratégias de policultivos, tornando-se oportunidade de inserção de novas espécies de hábitos diferentes, como o cará-moela, uma espécie trepadeira. Essa espécie possui alta capacidade de adaptação e resiliência, como apresenta dona Gustavina - “A gente planta o cará esse ano e as vezes ele não dá tanto, produz pouco, chegou a época da seca achamos que ele morreu, mas chega a chuva ele cresce de novo, torna a produzir, acontece sempre com a mesma planta”. É importante acrescentar que as espécies do gênero *Dioscorea* sp. possuem relevância para a agricultura tradicional brasileira. Existe uma grande variedade de espécies em diferentes territórios que são

conservadas pelas comunidades, pois essa é uma espécie resistente a insetos e doenças, tem a capacidade de permanecer armazenada por longos períodos, contribuindo com a segurança alimentar (Ferreira, 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, portanto, que sistemas ecológicos os quais se pensava serem “naturais” são produtos de manipulação humana, conforme demonstrado por diversos pesquisadores. A natureza, nesse sentido, não é um dado, é uma construção social (Diegues, 2005). Nesta perspectiva, no caso do Cerrado, o estudo das plantas nativas úteis podem revelar que populações humanas anteriormente ocupavam a área e que deixaram como herança uma gama enorme de recursos genéticos que atualmente garantem a sobrevivência das populações atuais.

Por sua vez, o estudo de plantas cultivadas pode ajudar a compreender como se constitui o patrimônio biocultural do Cerrado. No caso do estudo do cará-moela, as informações levantadas junto às famílias e por meio de pesquisa bibliográfica mostram a relevância dessa espécie para aumento da biodiversidade nos sistemas produtivos por apresentar características importantes para o manejo (resistência, resiliência e adaptação) e para a alimentação e saúde humana. Portanto, é uma espécie que pode ser indicada para o uso em diferentes desenhos de agroecossistemas e suas diversidade de estratégias de manejo.

Apesar dessas informações relevantes e de seu reconhecido uso alimentar e medicinal, o cará-moela não possui valor comercial reconhecido, fazendo com que poucas famílias a adotem em suas áreas. Essa lógica pode ser explicada pela sobreposição de culturas e pela própria concepção de comida, fetichizada pelo mercado, o que reduz, drasticamente, a base alimentar da população. Nas áreas rurais esse processo conduziu a mudanças, levando agricultores a deixarem de consumir algumas espécies, como o cará, que em muitos locais é visto como “comida de pobre”. Cabe investigar mais a fundo a associação entre esse estereótipo e a origem da espécie, que pode estar permeada pelo racismo ambiental. Portanto, as primeiras informações levantadas neste estudo trazem a oportunidade de ressignificar o uso e a incorporação do cará-moela nos sistemas, estimulando as famílias tanto a consumirem, quanto a estabelecerem diálogos com consumidores para que seja feita a sua comercialização.

Futuros estudos devem se deter, principalmente em três aspectos: a) a história da espécie: sua origem e seus percursos; b) abordagens agronômicas para o manejo do cará moela em sistemas biodiversos, compreendendo seu hábito e relação com outras espécies; e c) aspectos nutricionais e medicinais, estimulando que a espécie seja inserida nos sistemas de comercialização direta - produtor/consumidor.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem às famílias assentadas da Comunidade Pequeno Wilian pela acolhida e por participarem ativamente do processo de pesquisa.

FINANCIAMENTO

Agradecemos o apoio financeiro da Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) através do Projeto “Ambientes de interação agroecológica e inovações no manejo da agrobiodiversidade em assentamentos rurais de Planaltina-DF”, aprovado pelo edital EDITAL 03/2018.

■ REFERÊNCIAS

1. Balée, W. **Indigenous Transformation of Amazonian Forests : An Example from Maranhão, Brazil.** In: L'Homme, 1993, tome 33 n°126-128. La remontée de l'Amazone. pp. 231-254.
2. Barreto Filho, H.T. **Populações tradicionais: introdução à crítica da ecologia política de uma noção.** ADAMS, C.; MURRIETA, R.; NEVES, W.(orgs). Sociedades caboclas amazônicas: modernidade e invisibilidade. São Paulo: Annablume, 2006.
3. Clement, C. R. **The relation between domestication and human population decline.** In: 1942 and the loss of Amazonian crop genetic resources. Economic Botany, New York, 1999. v. 53, n. 2, p. 188-202.
4. Diegues, A.C.(org.) **Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos.** São Paulo: Hucitec. 2000 (2005).
5. Frikel, P. **Áreas de arboricultura pre-agrícola na Amazônia: notas preliminares.** Revista Antropológica, 1978. 21:45-52.
6. Levis, C.C. et al. **Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition.** Science, 2017. 355 (6328). pp. 925-931.
7. Mann, C. C. **1491. Novas revelações das Américas antes de Colombo.** Tradução de Renato Aguiar. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005 (2007).
8. Ribeiro, Ricardo Ferreira. **Da Amazônia para o Cerrado: as Reservas Extrativistas como estratégias socioambientais de conservação.** Sinapse Ambiental educação ambiental - Abril de 2008. pp. 12-32.
9. UNB, Aprender. 2019. **Assentamento Pequeno Willian Arquivo: Vida com qualidade e dignidade é possível.** Disponível em: <https://aprender.ead.unb.br/mod/resource/view.php?id=45787>. Acesso em 29/06/2019
10. EDIT, J.S. e UDRY, C. **Sistemas Agrícolas Tradicionais no Brasil.** Brasília: EMBRAPA, 2019.

11. GOMES, A.M da Silva. **Rotas e diálogos de saberes da etnobotânica transatlântica negro-africana: Terreiros, quilombos, quintais da Grande BH.** 2009. 220 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2011.
12. PEREIRA, J.R. **Saberes associados à biodiversidade produtiva no assentamento Pequeno William Planaltina - DF.** Monografia (Tecnologia em Agroecologia). 47 f. IFB. Brasília, 2018.
13. PEREIRA, J.R; PIRES, D.M; PIMENTEL, V; TAVARES, P.D. **Experiência do Núcleo de Estudos em Agroecologia Candombá-IFB: Articulando inovações no manejo da agrobiodiversidade no assentamento Pequeno William - Planaltina/DF.** Cadernos de Agroecologia. XI CBA, 2019.
14. MELO, P. Balduino de; ARAÚJO, E. R. **Uso de plantas do Cerrado por agricultores/as do assentamento Pequeno William: biodiversidade herdada de povos indígenas.** Cadernos de Agroecologia. XI CBA, 2019.
15. FERREIRA, A.B. **SISTEMAS DE CULTIVO DO CARÁ *DIOSCOREA SPP.* POR PEQUENOS AGRICULTORES DA BAIXADA CUIABANA – MT.** 94 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
16. MESQUITA, A. S. **Inhame na Bahia: a produção no caminho da competitividade.** Revista Bahia Agrícola, Salvador, v. 4, n. 2, p. 39-48, nov. 2001.

“ A importância das boas práticas no manejo e coleta da castanha-do-brasil para Coletores de Itaúba, MT

| Sílvia de Carvalho Campos **Botelho**

| Eulália Soler Sobreira **Hoogerheide**
CPAMT

| Hélio **Tonini**
CPPSUL

| Aisy Botega **Baldoni**
CPAMT

| Fernando Mendes **Botelho**
UFMT

| Géssica Tais **Zanetti**
UNEMAT

RESUMO

A castanha-do-brasil é um importante produto natural da Amazônia com reconhecidos benefícios para a saúde, além de positivos impactos sociais e ambientais. Porém, a expansão e consolidação desta cadeia produtiva apresenta um entrave: a contaminação por aflatoxinas. Objetivou-se nesse trabalho capacitar os extrativistas em boas práticas de coleta e manejo; bem como avaliar o teor de aflatoxinas nas castanhas. Os extrativistas foram capacitados por técnicos com mediante palestras sobre o manejo das castanhas no ano 2012/13. Em 2013/2014 foram analisadas quanto à aflatoxina as castanhas coletadas por um extrativista capacitado *versus* amostras de castanhas de um extrativista não capacitado e, portanto, que não foi orientado quanto as boas práticas das oficinas. Os resultados mostraram ausência de aflatoxinas nas amostras do coletores que adotou as boas práticas, em todos os meses avaliados. Já nas amostras obtidas do coletores que não aplicou os conceitos das boas práticas foi detectada presença de aflatoxinas nos meses de novembro e dezembro de 2013 e janeiro de 2014. A capacitação e a aplicação dos conceitos das boas práticas contribuem para a melhoria da qualidade da castanha-do-brasil.

Palavras-chave: Capacitação, Aflatoxinas, Pós-Colheita, Bertholletia Excelsa, Recurso Florestal Não-Madeireiro.

INTRODUÇÃO

A castanha-do-brasil, também conhecida como castanha-do-pará ou castanha da Amazônia é uma amêndoia coletada da castanheira: árvore símbolo da Amazônia identificada botanicamente como *Bertholletia excelsa* H.B.K. Atualmente, a espécie é importante para o sustento das populações tradicionais da região Amazônica (índios, quilombolas e ribeirinhos) seja para o extrativismo ou seu uso nos sistemas agroflorestais (SILVA et al., 2019; PEREIRA; NOBRE; BIANCHI, 2019; SILVA et al., 2020).

O valor da produção nacional da extração da castanha-do-brasil ficou em torno de R\$45,7 milhões no ano de 2008, R\$ 79,5 milhões em 2014 e, em 2019, esse valor superou o montante de R\$135,8 milhões. A região Norte foi responsável pela maior parte desta arrecadação, com R\$123,8 milhões. A região Centro-Oeste contribuiu com aproximadamente R\$12 milhões, o que corresponde a 6,8% da produção nacional, ou seja, 2.226 t, sendo representada apenas pelo estado de Mato Grosso (IBGE/SIDRA, 2021).

Em 2007, uma ação interministerial da época (Ministério do Meio Ambiente, Ministério do Desenvolvimento Agrário e Ministério do Desenvolvimento Social) criou o “Plano Nacional para a Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade” (PNPSB) e a castanha-do-brasil foi um dos primeiros produtos escolhidos para debates, sendo realizado em junho de 2009 o Workshop Nacional da castanha-do-brasil, onde se reuniram, em Brasília-DF, alguns atores relacionados à cadeia, como extrativistas e suas representações sociais, cooperativas, governos estaduais e federal, instituições de pesquisa e empresários do setor. A partir destas ações, desenvolveu-se o documento “Diretrizes Técnicas para adoção de boas práticas de manejo florestal não madeireiro da espécie *Bertholletia excelsa* (castanha-do-brasil)” (MAPA, 2012). Neste documento estão descritas as recomendações de práticas a serem executadas para o manejo sustentável da castanha-do-brasil.

Estima-se que mais de 700 famílias estejam envolvidas com a extração de castanha-do-Brasil em Mato Grosso, atividade que vem sendo apoiada pelos governos locais, já que o extrativismo no estado ainda é caracterizado como uma atividade informal, mas com grande capacidade de crescimento, necessitando de organização e capacitação profissional dos coletores, além de conhecimento científico sobre a espécie (ALVES, 2010). Em Mato Grosso, alguns municípios se destacam na atividade da castanha-do-brasil e, entre estes, Itaúba, que desde 2009, é considerada a “capital estadual da castanha-do-brasil” com 25% da produção estadual, seguidos dos municípios de Apiacás e Nova Bandeirantes, que juntos totalizam 50% da castanha comercializada em Mato Grosso (TONINI et al., 2017).

O município de Itaúba possui 4.529,581 km² (IBGE, 2020) e, aproximadamente, 1.690,98 km² de áreas produtivas em castanhais. A população de Itaúba em 2020 era de 3.704 habitantes (IBGE, 2020) e, de acordo com a prefeitura, em 2012, cerca de 10% da população

em Itaúba dependia diretamente da comercialização da castanha. O maior problema da castanha produzida em Itaúba é a baixa qualidade, visto que a umidade e o calor são fatores que podem favorecer a proliferação de fungos, inclusive os produtores de aflatoxinas (ÁLVARES *et al.*, 2012). Para combatê-los é importante adotar boas práticas que impeçam essas condições na coleta, secagem e armazenamento das castanhas (APIZ, 2010).

As castanhas são manejadas pelos coletores locais desde a coleta ao beneficiamento em condições muito favoráveis ao desenvolvimento de fungos contaminantes, sem condições sanitárias adequadas e com muitos danos físicos ao produto. A contaminação da castanha-do-brasil por aflatoxinas é um fato de interesse nacional e internacional, haja vista que este é um produto importante na pauta de exportação da região amazônica, tendo alto consumo em países como os da União Europeia e os Estados Unidos (SILVA; MARSAIOLI JR, 2003).

OBJETIVO

Visando contribuir para a melhoria das condições de coleta, armazenamento e comercialização da castanha-do-brasil no município de Itaúba, MT, objetivou-se capacitar os coletores de castanhas em boas práticas de coleta e manejo e avaliar o teor de aflatoxinas.

MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Itaúba, situado na mesorregião do norte mato-grossense e microrregião de Sinop, estando localizado na latitude 11°03'42" sul e longitude 55°16'35" oeste. Os coletores de castanha convidados a participar da capacitação eram pertencentes à Associação dos Coletores de Castanhas-do-brasil de Itaúba (ASCOCABI)

As oficinas de divulgação das boas práticas ocorreram entre abril e setembro de 2013. Os dados dos coletores foram obtidos através de entrevistas, com a finalidade de obter informações, tais como: idade, atividade anterior à coleta de castanhas e práticas usuais de coleta e manejo da castanha. Os questionários e palestras foram aplicados por pesquisadores da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop/MT, além de palestras extras com pesquisadores da Embrapa Acre e Embrapa Rondônia.

Na primeira oficina, utilizando-se a técnica do diagnóstico rápido participativo caracterizou-se o sistema de coleta de castanha-do-brasil em Itaúba e aplicou-se o questionário. Nas oficinas seguintes foram apresentadas e discutidas as etapas de coleta e manejo da castanha-do-brasil, segundo o documento “Diretrizes técnicas para adoção de boas práticas de manejo florestal não madeireiro da espécie *Bertholletia excelsa*”. Neste momento houve muito diálogo, em que os coletores explicavam o seu modo de fazer, e os pesquisadores orientavam dentro das boas práticas como o processo poderia ser melhorado, de forma e

evitar a contaminação por aflatoxinas. Após a realização das oficinas selecionou-se um castanheiro disposto a aplicar os conceitos das boas práticas e fornecer amostras mensais de castanhas para análise de aflatoxinas. Obtiveram-se, também, amostras com um castanheiro local que não participou das oficinas, para efeitos de comparação.

Assim, no ano de 2013/14, as amostras foram obtidas e encaminhadas para a Embrapa Agrossilvipastoril e avaliadas quanto ao teor de água (pelo método gravimétrico em estufa de circulação forçada regulada a 105 °C, por 24 h), atividade de água (em medidor portátil Aqualab modelo 4TE, marca Decagon) e teor de aflatoxinas B1 e total, por HPLC (AOAC, 1995) durante os meses de outubro/2013 a março/2014.

RESULTADOS

Aspectos gerais

Foram realizadas sete oficinas com os produtores de castanha-do-brasil em Itaúba, sendo as duas primeiras de sensibilização e as demais de capacitação.

Participaram das oficinas, em média, vinte produtores, em sua maioria homens com idade entre 40 e 71 anos. Todos os informantes nasceram em outros estados e se mudaram para o Mato Grosso para trabalhar na exploração de madeira, tornando-se posteriormente extrativistas dos castanhais nativos do município, mencionando estarem na atividade pelo menos há dez anos. Todos eles residem na cidade e vão à mata somente na época da colheita das castanhas.

O extrativismo é realizado no sistema de arrendamento dos castanhais, em que há a concessão de uso da área para extração das castanhas com pagamento em torno de 15 a 20% da produção aos proprietários das áreas.

As coletas são realizadas em grupos pequenos, geralmente formados pelo castanheiro (extrativista), sua esposa e mais um homem, a quem é pago o valor da diária do trabalhador braçal.

A safra inicia-se, geralmente, no mês de setembro ou outubro e estende-se até fevereiro, sendo o pico em dezembro. O início da safra era confirmado pela observação das chuvas ou por vistorias nas áreas de coleta, realizadas pelos castanheiros. T.

Com relação ao método de coleta, os informantes disseram percorrer a mesma castanheira ou pela área diversas vezes durante a safra, não utilizando nenhum instrumento de coleta (tipo mão de onça, comum entre extrativistas no Norte do país), não utilizavam jiraus ou estruturas para que evitasse que a castanha coletada não ficasse em contato com o solo úmido. Vale ressaltar que tampouco utilizavam equipamentos de proteção individual, como capacete, perneira ou luva. É comum a estes castanheiros manter as castanhas na mata

após a coleta entre 8 a 15 dias, até transportá-las. O transporte era feito veículo particular ou pagando frete a terceiros para a cidade, onde eram quebradas, geralmente, por mulheres e secas ao sol. Quanto à comercialização, são realizadas diretamente ao consumidor, em barracas rudimentares às margens da BR 163, para atravessadores ou para programas governamentais como Programa de Aquisição de Alimentos (PAA).

As oficinas

As informações das Diretrizes Técnicas foram divididas em quatro etapas e desenvolvidas trabalhadas em módulos específicos visando à troca de experiência com os castanheiros, de modo a dialogar sobre como e deve ser realizado e o que os extrativistas de Itaúba realizavam, e como poderiam melhorar o processo dentro das boas práticas.

Assim, foram abordadas as seguintes etapas:

1. Pré-coleta: as recomendações foram, basicamente, quanto à identificação, demarcação e mapeamento das áreas produtivas. Assim, obteve-se uma caracterização geral da propriedade onde está a área de manejo, com uma breve descrição da área.
2. Coleta: concentraram-se as atividades de preparação, estabelecendo um plano de coleta, observando-se o ciclo e periodicidade da coleta, e a necessidade de uso de ferramentas para a coleta e a quebra do ouriço.
3. Pós-coleta: nas recomendações sobre a quebra e seleção primária, pré-secagem, armazenamento primário e o transporte.
4. Manutenção e Monitoramento: recomendação dos tratamentos silviculturais e a manutenção do castanhal na entre safra.

Análises de aflatoxina

Quanto às análises das amostras de castanhas, o teor de água e a atividade de água das amostras estão apresentados na Tabela 1. Verificou-se que o teor de água e a atividade de água para as castanhas coletadas com o uso de boas práticas de coleta e manejo foram maiores do que àquelas coletadas sem o uso de boas práticas de coleta e manejo, exceto para o mês de fevereiro/2014.

Tabela 1. Teor de água e atividade de água (a_w) de castanha-do-brasil coletadas com o uso de boas práticas de coleta e manejo (CBP) e sem o uso de boas práticas de coleta e manejo (SBP)

Mês	Teor de água (%)		a_w (adimensional)	
	CBP	SBP	CBP	SBP
Novembro	16,40	12,45	0,992	0,793
Dezembro	9,14	9,01	0,877	0,784

Mês	Teor de água (%)		a_w (adimensional)	
	CBP	SBP	CBP	SBP
Janeiro	21,19	11,53	0,837	0,811
Fevereiro	8,65	11,53	0,561	0,589
Março	15,16	10,98	0,823	0,866
Abril	16,33	12,89	1,00	0,993

Os dados mostraram ausência de aflatoxinas nas amostras obtidas do coletor que participou das capacitações e aplicou as boas práticas, em todos os meses avaliados (outubro/2013 a março/2014). Já nas amostras obtidas do coletor que não aplicava as boas práticas houve detecção de aflatoxinas em três meses avaliados (Tabela 2).

Tabela 2. Teor de aflatoxinas (em $\mu\text{g kg}^{-1}$) B1 e totais em castanhas-do-brasil coletadas sem o uso de boas práticas de coleta e manejo

Mês	Aflatoxina B1	Aflatoxinas totais
Novembro/2013	195,94	227,79
Dezembro/2013	629,74	642,93
Janeiro/2014	nd ¹	6,71

¹nd: Não detectado.

DISCUSSÕES

Altos valores para teor de água e a atividade da água favorecem o desenvolvimento de patógenos como o *Aspergillus flavus*, considerado o principal fungo produtor de aflatoxinas que necessita de a_w de 0,78-0,80 para crescimento e de a_w de 0,83-0,87 para produção de toxina (BEAUCHAT, 1981), condição que foi observada em praticamente todos os meses de coleta da castanha-do-brasil pelos coletores de Itaúba, MT.

É importante observar que o limite máximo tolerado de aflatoxinas pela ANVISA é de 20 $\mu\text{g kg}^{-1}$ para castanha-do-brasil com casca para consumo direto; 10 $\mu\text{g kg}^{-1}$ para castanha-do-brasil sem casca para consumo direto e 15 $\mu\text{g kg}^{-1}$ castanha-do-brasil sem casca para processamento posterior (BRASIL, 2011). Desta forma, as castanhas obtidas nos meses de novembro e dezembro de 2013 pelo extrativista que não utilizou as boas práticas de coleta e manejo apresentavam contaminação acima do limite máximo tolerado de aflatoxinas.

Botelho et al. (2019) observou que a retirada imediata dos frutos da mata, secagem e armazenagem em condições seguras, associadas ao uso de boas práticas de manejo na coleta e beneficiamento são as principais práticas para a obtenção de um produto saudável e seguro microbiologicamente. Apesar de existir condição favorável ao crescimento do fungo e produção de toxinas, com a aplicação de boas práticas de manejo e coleta é possível reduzir consideravelmente essa contaminação em castanhas-do-brasil.

CONCLUSÕES

A capacitação dos extrativistas e a aplicação dos conceitos das boas práticas contribuem para a redução de aflatoxina e, consequentemente, na melhoria da qualidade da castanha-do-brasil.

AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Mauro Soares Fagundes (*in memorian*) e ao Sr. Wagner Antônio do Nascimento, pelo apoio nas oficinas e nas coletas.

FINANCIAMENTO

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso/FAPEMAT – Processo: 751535/2011.

■ REFERÊNCIAS

1. ÁLVARES, V. de S.; CASTRO, I.M. de; COSTA, D.A. da; LIMA, A.C. de; MADRUGA, A.L.S. Qualidade da castanha-do-brasil do comércio de Rio Branco, Acre. *Acta Amazônica*, 42(2): 269-274, 2012. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/S0044-59672012000200013>>. Acesso em 18 mar. 2021.
2. APIZ – Associação do Povo Indígena Zoró. Boas práticas de coleta, armazenamento e comercialização da castanha-do-Brasil: Capacitação e intercâmbio de experiências entre os povos da Amazônia mato-grossense com manejo de produtos florestais não-madeireiros. 3 ed. Defanti Editora, Cuiabá, MT, 2010. Disponível em: <https://www.pactodasaguas.org.br/wp-content/uploads/2017/01/Manual-Boas-Praticas_Castanha_3ed_Final_web.pdf>. Acesso em 18 mar. 2021.
3. ALVES A. Valorização do extrativismo é estratégica para Mato Grosso. 02/09/2010. Disponível em: <http://www.ciforestas.com.br/conteudo.php?id=3671>. Acesso em: 25 fev. 2021.
4. AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 16th The Association: Arlington, Washington. 1995.
5. BEAUCHAT, L.R. Microbial stability as affected by water activity. *Cereal Food World*. n. 26, p. 345-349, 1981.
6. BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011. Dispõe Sobre o Regulamento Técnico Sobre Limites Máximos Tolerados (LMT) para Micotoxinas em Alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 09 mar. 2011. Seção 1, p. 66-67.

7. BOTELHO, S. de C.C.; TONINI, H.; TARDIN, A.B.B. Manejo e pós-colheita da castanha-do-brasil. Embrapa Agrossilvipastoril: Primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma Agropecuária Sustentável. 2019. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bits-tream/item/200605/1/2019-cpamt-agrossilvipastoril-part-6-cap-17-manejo-pos-colheita-casta-nha-do-brasil-mato-grosso-p-485-489.pdf>>. Acesso em 26 fev. 2021.
8. IBGE/SIDRA. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. Tabela 289 - Quantidade produzida e valor da produção na extração vegetal, por tipo de produto extrativo. 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2019>>. Acesso em 27 fev. 2021.
9. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados: Itaúba, Mato Grosso. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/itauba.html>>. Acesso em 26 fev. 2021.
10. MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Castanha-do-brasil: *Bertholetia excelsa* H.B.K. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: MAPA/ACS, 2012. 49p.
11. PEREIRA, D.T. de O.; NOBRE, J.R.C.; BIANCHI, M.L. Energy quality of waste from Brazil nut (*Bertholletia excelsa*), in the state of Pará. Brazilian Journal of Physical Therapy, p. 3258–3265, 2019.
12. TONINI, H.; BALDONI, A.B.; HOOGERHEIDE, E.S.S.; BOTELHO, S. de C.C. Caracterização e rentabilidade do sistema extrativista da castanha-do-brasil praticado em Itaúba (MT). Nativa, Sinop, v.5, n.3, p.175-181, 2017.
13. SILVA, F. A.; MARSAIOLI Jr., A. Aspecto Econômico de um Processo de Secagem de Amêndoas de Castanha-do-Brasil (*Bertollethia excelsa*) Assistida a Microondas. Revista Ciências Exatas e Naturais. n. 5, v. 2, 2003.
14. SILVA, L.D.J. de S.; MENEGHETTI, G.A.; PINHEIRO, J.O.; SANTOS, E.M. dos; PARINTINS, D.M. O extrativismo como elemento de desenvolvimento e sustentabilidade na Amazônia: um estudo a partir das comunidades coletoras de castanha-do-brasil em Tefé, AM. Revista Desafios Acadêmicos, v. 11, n. 2, 168–187, 2019.
15. SILVA, T.P. da; PONTOS, A.N.; ALBUQUERQUE, A.R. Cadeias de produção sustentáveis no extrativismo de castanha do Brasil na Amazônia brasileira. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 8, p. 63460-4678, 2020.

“

Análise do manejo do agroecossistema roça de corte e queima na reserva chapada limpa, Chapadinha-MA

- | James Ribeiro de **Azevedo**
UFMA
- | Mauricio Marcon Rebelo da **Silva**
ICMBio
- | Vanessa dos Santos **Sousa**
UFMA
- | Wanessa Rafaelly dos Santos **Sousa**
UFMA

RESUMO

Os agroecossistemas devem ser desenhados e manejados para desenvolver sistemas de produção sustentáveis. O objetivo deste trabalho foi analisar o manejo do agroecossistema roça de corte e queima na Reserva Extrativista Chapada Limpa, município de Chapadinha, Estado do Maranhão, com base nos princípios da Agroecologia. A pesquisa foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas com 36 famílias e observação participante. O manejo da roça foi analisado considerando o conhecimento ecológico dos agroextrativistas e seus itinerários técnicos. Os resultados demonstraram que o manejo realizado, embora atenda a princípios agroecológicos da autonomia do agricultor nos processos decisórios, da resiliência, da ausência de dependência de insumos externos, da diversificação de cultivos e da rotação de áreas, tem sua base de sustentação afetada devido aos prejuízos causados pelo uso do fogo. Concluiu-se que é preciso a adoção de inovações tecnológicas para a substituição do uso do fogo e fixação dos roçados.

Palavras-chave: Agroecologia, Agricultores Familiares, Agroextrativistas.

INTRODUÇÃO

Há milhares de anos a humanidade vem alterando os ecossistemas para produção de alimentos e de outros produtos necessários à sua sobrevivência. Esses ecossistemas alterados para o desenvolvimento da agricultura são denominados de agroecossistemas (CONWAY, 1987; MARTEN, 1988; ALTIERI, 1989). Seu conceito proporciona uma estrutura com a qual podemos analisar os sistemas de produção de alimentos como um todo, incluindo seus conjuntos complexos de insumos, produção e conexão entre as partes que os compõem (GLIESSMAN, 2001).

No Brasil, o sistema hegemônico de produção de alimentos é a agricultura convencional (STOTZ, 2012) ou moderna oriunda da “Revolução Verde”. Esse tipo de agricultura caracteriza-se pelo uso intensivo de fertilizantes químicos, agrotóxicos, mecanização, monocultivo e plantio em grandes áreas (ROSSET et al., 2014). Este modo de produção é desenvolvido principalmente pela agricultura patronal.

Os sistemas de produção desenvolvidos pela agricultura familiar são menos artificializados, portanto seus agroecossistemas são mais semelhantes aos dos sistemas naturais. Concordando com Veiga (2001) e Schneider (2010), essa categoria social tem potencial para promoção do desenvolvimento rural sustentável, em razão de que a agricultura praticada por eles se baseia em baixo uso de insumos externos, na utilização de mão de obra familiar, na diversificação da produção (policultivos e criações de animais) e utilização de pequenas áreas, constituindo a grande maioria dos estabelecimentos agrícolas do país.

A maioria dos agricultores familiares, principalmente, do norte e nordeste praticam um sistema de cultivo denominado de corte e queima, roça no toco, coivara ou sistema itinerante. A vegetação nativa é derrubada, queimada e posteriormente realiza-se o plantio no início do período das chuvas. Cultivam-se principalmente mandioca, arroz, milho e feijão que são destinados prioritariamente para segurança alimentar. Somente o excedente é comercializado. A área é cultivada somente uma safra e depois é abandonada para o desenvolvimento da vegetação nativa, entrando na etapa de pousio para recuperar a fertilidade natural do solo e produção de biomassa.

Esse sistema se enquadra na definição de agrofloresta do Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal (ICRAF), que são sistemas de uso da terra onde espécies lenhosas perenes são deliberadamente utilizadas nas mesmas unidades de área com culturas agrícolas ou animais, num determinado arranjo espacial e temporal (NAIR, 1993). Esse sistema demanda a existência de áreas em tamanho suficiente e livres de impacto, para que o tempo de pousio seja completado e permita a rotação temporal. Quando o período de pousio é incompleto, a sustentabilidade do sistema de produção é afetada e pode comprometer a segurança alimentar e a renda das famílias.

OBJETIVO

Analisar o manejo do agroecossistema roça de corte e queima, com base nos princípios da Agroecologia, na Reserva Extrativista Chapada Limpa, município de Chapadinha, Estado do Maranhão.

MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Reserva Extrativista Chapada Limpa, criada em 2007, com área de 11.971 hectares, localizada no município de Chapadinha, território do Baixo Parnaíba Maranhense. As informações foram obtidas através de entrevistas e de observação participante, realizada no campo e em atividades nas comunidades. Entrevistas foram realizadas com 36 famílias, que correspondia a 27%, utilizando-se questionário semiestruturado. As famílias entrevistadas foram selecionadas pela direção das associações comunitárias locais. O manejo da roça (agroecossistema) foi analisado considerando o conhecimento ecológico dos agroextrativistas, seus costumes e itinerários técnicos.

RESULTADOS

Utilizando indicadores de fertilidade como: tipo de espécies vegetais, porte da vegetação, formação de serapilheira, estrutura e cor de solo, os agroextrativistas escolhiam as áreas de pousio para instalarem seus roçados. Nessas áreas, a vegetação era derrubada, deixada secar e queimada. As cinzas resultantes eram o único fertilizante de disponibilização imediata para as plantas. No perímetro das áreas dos roçados, faziam-se aceiros (limpeza do terreno com aproximadamente um metro de largura) para evitar que o fogo saísse da área destinada ao cultivo.

O plantio das culturas era realizado diretamente no solo sem nenhum revolvimento. As sementes eram plantadas manualmente com auxílio de uma plantadeira ou terçado para as culturas do arroz, milho e feijão e de enxada para a cultura da mandioca, nesse caso praticamente não havia compactação do solo.

Eram plantados arroz, milho e mandioca em toda a extensão e em menor quantidade feijão, melancia, abóbora, quiabo e maxixe. Esse desenho atende o princípio da diversificação (ALTIERI, 2001), minimizando a incidência de pragas e doenças e aproveitando melhor os nutrientes do solo em comparação com a monocultura. A produção era destinada prioritariamente para o consumo familiar contribuindo com a segurança alimentar. Havendo excedente, o mesmo era comercializado. O milho era destinado em sua maioria para a alimentação dos animais (aves e suínos) e em menor quantidade para o consumo familiar.

DISCUSSÃO

Em cada ano, uma nova área era derrubada e queimada para plantio. Nesse caso, havia uma rotação de área que reduzia a incidência de pragas, de doenças e de plantas espontâneas. A rotação é uma prática baseada nos princípios da agroecológica e foi observada também no trabalho de Valente, Oliveira e Vieira (2016). A cinza resultante da queima e a ciclagem de nutrientes realizada pela vegetação que se desenvolveu anteriormente na área atendem ao princípio agroecológico da redução de insumos externos. O fogo, quando escapava da área aberta, queimava a vegetação circundante e se espalhava floresta a dentro, afetando a vegetação que protegia os cursos d'água, os animais silvestres, as espécies de uso extrativista e a vegetação em pousio (capoeiras) que seria utilizada por outros agroextrativistas, acirrando, assim, conflitos nas comunidades.

Considerando um hectare por família, o total de área derrubada e queimada anualmente era de cerca de 135 hectares. Como o tempo de pousio utilizado era de no mínimo dez anos, o total de área necessário seria de no mínimo 1.350 hectares para a manutenção do sistema, o que equivalia a 11% da área. A redução das áreas de capoeiras afetadas pelo fogo descontrolado e o aumento da população de pessoas da reserva, com área delimitada, poderiam reduzir o tempo de pousio e diminuir a produção dos cultivos, ameaçando a segurança alimentar das famílias e a base de sustentação desse sistema. Andrade et al. (2014) registraram situação semelhante. Alguns agroextrativistas percebiam a situação de insustentabilidade do sistema e havia divergência em relação às alternativas que poderiam adotar, em função do repertório de experiências de cada um.

Ao estudar o uso do fogo na agricultura, Gliessman (2001) cita que o agroecossistema mais antigo dessa prática é a agricultura itinerante ou de roçado e que, diante de uma perspectiva agroecológica, o mesmo pode ser considerado bom ou ruim. Isso vai depender da intensidade e frequência ou a forma como é utilizado. O fogo pode trazer benefícios como a redução da incidência de pragas e doenças; o estímulo ao crescimento de certas plantas, o controle de plantas espontâneas, e o aumento da disponibilidade de nutrientes no solo (NEPSTAD et al., 1999; BONFIM et al., 2003).

Soares e Batista (2007) destacam que, ainda que os produtores adotem práticas de proteção, é comum ocorrer o descontrole da queima e o fogo vir a danificar e muitas vezes incendiar áreas cultivadas e extensões florestais. A prática de corte e queima quando empregada em sistemas que tenham a sua base de sustentação interrompido, seja pela redução do período de pousio ou pelo descontrole do fogo utilizado é um método que causa impacto no meio ambiente por essa razão, deve-se buscar alternativas, que reduzam ou adequem a prática de corte e queima nas áreas rurais (SÁ et al., 2015). Experiências agroecológicas

com uso de roça sem fogo têm demonstrado vários benefícios para agricultores familiares na Amazônia (KATO et al., 2002; KATO et al., 2004; ALVES; MODESTO JÚNIOR; 2012;).

Havia um questionamento também na atual relação custo-benefício desse sistema de produção, considerando que era muito grande o esforço realizado todo ano para preparação de uma área de cultivo diante de sua produtividade do trabalho e da terra, e os riscos das perdas das colheitas com a diminuição das chuvas. Nesse sentido, tecnologias agroecológicas adequadas a realidade local, que aumentem a produtividade do trabalho e que sejam mais resilientes a situações de déficit hídrico poderiam contribuir para a sustentabilidade dos sistemas de produção.

CONCLUSÃO

Entende-se que o manejo do agroecossistema roça de corte e queima na Reserva Extrativista Chapada Limpa precisa sofrer alterações, sendo necessário a adoção de inovações tecnológicas com base nos princípios da Agroecologia, para substituição do uso do fogo e fixação dos roçados. As inovações tecnológicas devem levar em consideração o funcionamento do sistema de produção e a situação social, econômica, ambiental e cultural dos agricultores. Os próprios agroextrativistas percebiam e demandavam por essa inovação e apesar de suas percepções de que os processos ecológicos são os responsáveis pela resiliência dos agroecossistemas, o imaginário presente da maioria, devido a força da Revolução Verde, era de que a solução tecnológica adviria do uso de maquinários agrícolas e insumos químicos, mas havia percepções distintas com agroextrativistas críticos a Revolução Verde, convededores de seus impactos à sua autonomia, ao meio ambiente, à saúde dos trabalhadores e consumidores, e que sensibilizados com a Agroecologia se engajavam como agricultores agroecológicos experimentadores.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todas as famílias da Chapada Limpa e em especial aos agricultores e agricultoras extrativistas que colaboraram com as entrevistas e ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) pela autorização para realização dessa pesquisa.

FINANCIAMENTO

Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (SECTI/MA) e Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA).

■ REFERÊNCIAS

1. ALTIERI, M. A. (Ed.) **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA; Fase, 1989.
2. ALTIERI, M. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 110 p.
3. ALVES, R. N. B.; MODESTO JÚNIOR, M. de S. Roça sem fogo e trio da produtividade da mandioca. **Inc. Soc.**, Brasília, DF, v. 6 n. 1, p.191-200, jul./dez. 2012.
4. ANDRADE, J. P.; SOUSA, F. F.; KATO, O. R.; ALMEIDA, R. H. C.; SOUZA, A. M.; NEVES, J. L. G. de S. Agricultura de “corte e Trituração” e implementação de sistema agroflorestal: Uma experiência de transição agroecológica no nordeste paraense. **Cadernos de Agroecologia**, [S.I.], v. 9, n. 4, fev. 2015.
5. BONFIM, V. R.; RIBEIRO, G. A.; SILVA, E; BRAGA, G. M. Diagnóstico do uso do fogo no entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.1, p.87-94, 2003.
6. CONWAY, G.R. The Properties of Agroecosystems. **Agricultural Systems**, n. 24, p. 95-117, 1987.
7. GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001.
8. KATO, O. R.; KATO, M. S. A.; SÁ, T. D. de A.; FIGUEIREDO, R. Plantio direto na capoeira. Ciência e Ambiente, 29, p. 99-111, 2004. In: GAMA-RODRIGUES, A. C. et al. (Ed.). **Sistemas Agroflorestais**: bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Campos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2004, 365 p. II.
9. KATO, O. R.; KATO, M.S.A. JESUS, C. C. de. RENDEIRO, A. C. **Época de preparo de área e plantio de milho no sistema de corte e trituração no município de Igarapé-Açu, Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002, 3p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 64).
10. MARTEN, G. C. Productivity, Stability, Sustainability, Equitability and Autonomy as Properties for Agroecosystem Assessment. **Agricultural Systems**, n. 26, p. 291-316, 1988.
11. NAIR, P.K.R. **An introduction to Agroforestry**, Florida, USA: Kluwer Academic Publisher, 1993.
12. NEPSTAD, D. C. A.; MOREIRA A. A.; ALENCAR. **Flames in the rain forest**: origins, impacts and alternatives to amazonian fires. Brasília: UNB, 1999.
13. ROSSET, J. S.; COELHO, G. F.; GRECO, M.; STREY, L.; GONÇALVES JUNIOR, A. C. Agricultura convencional versus sistemas agroecológicos: modelos, impactos, avaliação da qualidade e perspectivas **Scientia Agraria Paranaensis**, Mal. Cdo. Rondon, v.13, n.2, abr./jun., p.80-94, 2014.

14. SÁ, T. D. de A.; KATO, O. R.; VASCONCELOS, S. S.; SHIMIZU, M.; ARAGÃO, D. V.; AZEVEDO, C. M. B. C. de; BORGES, A. C. M. R.; SILVA, A. R. B. e. Alternativas à agricultura de corte e queima em processos de transição agroecológica: um desafio para a agricultura amazônica. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE AGROCEOLOGIA, 5. 2015, La Plata. **Anais...**: Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/136468/1/A1-258.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2021.
15. SCHNEIDER, S. Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 3, p. 511-531, 2010.
16. SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios florestais**: controle, efeitos e uso do fogo. Curitiba: Os autores, 2007. 264p.
17. STOTZ, Eduardo Navarro. Os limites da agricultura convencional e as razões de sua persistência: estudo do caso de Sumidouro, RJ. **Rev. Bras. Saúde Ocup.**, São Paulo, v. 37, n. 125, p. 114-126, jun. 2012.
18. VALENTE, A. S. O.; OLIVEIRA, E. C. P. de; VIEIRA, T. A. Práticas agroecológicas em sistemas de uso da terra em uma comunidade rural na Amazônia Oriental, Brasil. **Revista Espacios**. v. 38, n. 22, p. 10, 2017.
19. VEIGA, J. E. da. O Brasil rural ainda não encontrou seu eixo de desenvolvimento. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 15, n. 43, p. 101-119, 2001.

“

Variabilidade espacial de atributos do solo em um sistema agroflorestal no cerrado: um novo olhar sobre amostragem em sistemas biodiversos

- | Pedro Pereira **Santos**
- | Eloisa Aparecida Belleza **Ferreira**
EMBRAPA
- | Luciano Mansor **Mattos**
EMBRAPA
- | Francisco Matos dos Santos **Delvico**
EMBRAPA
- | Álvaro Nogueira **Souza**
UnB

RESUMO

Os Sistemas Agroflorestais se apresentam como uma alternativa para a produção sustentável de alimentos. Entretanto a variabilidade espacial nos atributos do solo desses sistemas não está bem esclarecida o que pode induzir o produtor cometer erros na amostragem e na interpretação dos resultados da análise. Desta maneira o objetivo desse trabalho foi avaliar a variabilidade espacial de atributos do solo em um Sistema Agroflorestal Sucessional de quatro anos no Cerrado. Para isso foram avaliadas amostras de solo coletadas até 30 cm de profundidade para os tratamentos: Canteiro de Roça (CR), Canteiro de Arvore (CA), Entre-Canteiros (EC) e CERRADO. Foram observadas diferenças nos atributos do solo tanto entre o Sistema Agroflorestal e o ecossistema nativo de Cerrado como entre os ambientes do Sistema Agroflorestal. Deste modo, em termos de amostragem para fertilidade e matéria orgânica, o produtor não deve subestimar a variabilidade espacial quanto aos atributos químicos e carbono do solo.

Palavras-chave: Carbono, Nitrogênio, pH, Sistemas Integrados de Produção, Agroecologia.

INTRODUÇÃO

Os Sistemas Agroflorestais (SAF's) sinalizam uma alternativa para o uso do solo, sendo menos impactantes ao meio ambiente em relação a monoculturas e pastagens (SANTOS *et al.*, 2015). Além disso apresentam grande potencial para reduzir a erosão do solo, mantendo ou até recuperando sua produtividade, bem como contribuir para segurança alimentar em um cenário de mudanças climáticas (FRANCO *et al.*, 2002; MBOW *et al.*, 2014). Dentre os Sistemas Agroflorestais encontram-se os Sistemas Agroflorestais Sucessionais que utilizam da biodiversidade e dos princípios da sucessão ecológica para produzir alimentos de forma sustentável, favorecendo a ciclagem e o aporte de nutrientes no solo fornecendo assim serviços ambientais (PENEREIRO, 1999; ALVES, 2012). Desta maneira esses ambientes também aumentam a eficiência no uso dos nutrientes refletindo na diminuição de custos com insumos (HOFFMANN, 2013). Porém são poucos os trabalhos que analisam dinâmica de nutrientes em Sistemas Agroflorestais Sucessionais no Cerrado, tampouco publicações específicas revisadas por pares que descrevem a variabilidade da fertilidade e armazenamento de carbono, deixando a aplicação de insumos e amostragem de solo muitas vezes à mercê do empirismo do agricultor.

Desta maneira o objetivo desse trabalho foi avaliar a variabilidade espacial de atributos do solo em um Sistema Agroflorestal Sucessional de quatro anos no Cerrado e identificar parâmetros de distribuição da amostragem para otimizar a adubação e aplicação de substratos orgânicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma área inserida no domínio do Cerrado em uma propriedade de Agricultura Familiar denominada Sitio Semente localizada no Núcleo Rural Lago Oeste (NRLO), vizinha ao Parque Nacional de Brasília, no DF. Segundo a classificação Köppen o clima na região é Aw com duas estações bem definidas (ALVARES *et al.*, 2013). O produtor iniciou a produção orgânica de alimentos através de Sistemas Agroflorestais Sucessionais irrigados por aspersão em uma área que estava a cerca de 10 anos abandonada com predominância de gramíneas exóticas. O solo é classificado como Latossolo Vermelho argiloso (EMBRAPA, 2013). O sistema avaliado nesse estudo tinha em torno de quatro anos e compreendia uma área de aproximadamente 0,4 ha, composta de canteiros de árvores (CA) intercalados com canteiros de roça (CR). Os CA eram constituídos de linhas espaçadas em 5,2 m com espécies arbóreas e arbustivas plantadas no centro de canteiros com 80 cm de largura e 20m de comprimento (espaçamento entre plantas entre 2 e 3 metros). O espaço entre as linhas de arbóreas/arbustivas era constituído de três canteiros de roça (CR) com

80 cm de largura e nos quais foram implantados consórcios de duas a quatro espécies oleículas (hortaliças e/ou tubérculos) com ciclos de dois a oito meses. O espaço entre todos os canteiros era de aproximadamente 30cm (EC). O CA era composto por espécies frutíferas e produtoras de biomassa tendo como principais o eucalipto (*Eucalyptus spp*), banana (*Musa spp*), café (*Coffea arábica*), *Citrus spp.*, abacate (*Persea americana*), cinamomo (*Melia azedarach*), chichá-do- cerrado (*Sterculia striata*). As principais espécies utilizadas no CR foram: alface (*Lactuca sativa*), rúcula (*Eruca sativa*), brócolis (*Brassica oleracea*), tomate cereja (*Solanum lycopersicum*), alho-poró (*Allium porrum*), quiabo (*Abelmoschus esculentus*), cenoura (*Daucus carota*) e inhame (*Dioscorea spp.*). Como referência nativa, foi avaliada uma área de Latossolo da mesma classe textural sob cerrado sentido restrito (CERRADO) localizada no Parque Nacional de Brasília.

A implantação do sistema Agroflorestal foi realizada com preparação do solo conduzida de forma mecanizada com uso de enxada rotativa para revolvimento e incorporação de insumos (Tabela 1) e sofreu três reformas para condução de ciclos de roça no CR (Tabela 1) com adubação orgânica na forma de esterco de galinha e/ou suínos incorporados também de forma mecanizada. No CA o sistema não sofreu reformas e foi adubado apenas no primeiro ciclo (Roça 1). Na implantação e reformas do sistema foi depositada sobre os canteiros em torno de 2 cm de cobertura morta na forma de cavacos provenientes de fitomassa de espécies arbóreas trituradas com diâmetro médio de um centímetro. A partir do segundo ciclo de roça o produtor intervinha na forma de podas de eucalipto e cortes de bananeira que eram depositados de forma aleatória sobre o solo do CA.

Tabela 1. Quantidades de insumos usados nas reformas do sistema.

Insumos	Reformas do Sistema			
	Roça 1 (inicio)	Roça 2	Roça 3	Roça 4
Pó de Rocha ¹ (g/m ²)	300	300	300	300
Farinha de osso (g/m ²)	200	200	200	200
Esterco (l/m ²)	10	5	5	5
Biomassa de cobertura (l/m ²)	10	10	10	10

¹ pó de rocha é classificado como Biotitaxisto.

A coleta de solo foi realizada em 2015 ao final da colheita da Roça 4 tomado por base três tratamentos pré-definidos de acordo com a arquitetura do sistema mais o Cerrado: CA; CR; EC; CERRADO. Nessa ocasião os canteiros dos ambientes CR e CA apresentavam altura média de 10 e 4 cm, respectivamente. Os canteiros foram divididos em três módulos no seu comprimento, compondo três repetições. Com auxílio de um trado holandês procedeu-se 10 coletas de amostras simples de solo para os intervalos de profundidade

de 0-5, 5-10, 10- 20 e 20-30 cm em cada repetição. As amostras simples foram homogeneizadas formando uma amostra composta para cada tratamento, por profundidade e por repetição. As amostras foram secas ao ar, passadas em peneiras de 2mm e procedeu-se as análises de Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e pH de acordo com o método da EMBRAPA (1997). Para análises de concentração de carbono (C) e nitrogênio (N) as amostras foram maceradas em almofariz até a passagem do material em peneira de 100 mesh; foram pesadas 30mg em balança Mettler Toledo, modelo AB265-S, acomodadas em folhas de zinco (2,5x2,5cm) que foram analisadas em analisador elementar modelo vario Macro cube, CHNS Elementar (padrão sulfanilamida N = 16,25% e C = 41,81%). As variáveis foram submetidas ao teste de normalidade (Shapiro- Wilk) seguido de análise de variância (ANOVA) e o teste Tukey ($p < 0,05$) considerando a média ponderada entre os intervalos de profundidade em vista que não houve efeito da profundidade nos atributos do solo e presupondo que não há diferença de densidade no perfil de 0-30cm. As análises estatísticas foram realizadas com o pacote Statistical Analysis System SAS, versão 9.1.3 (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, SAS INSTITUTE INC., CARY, NC, EUA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

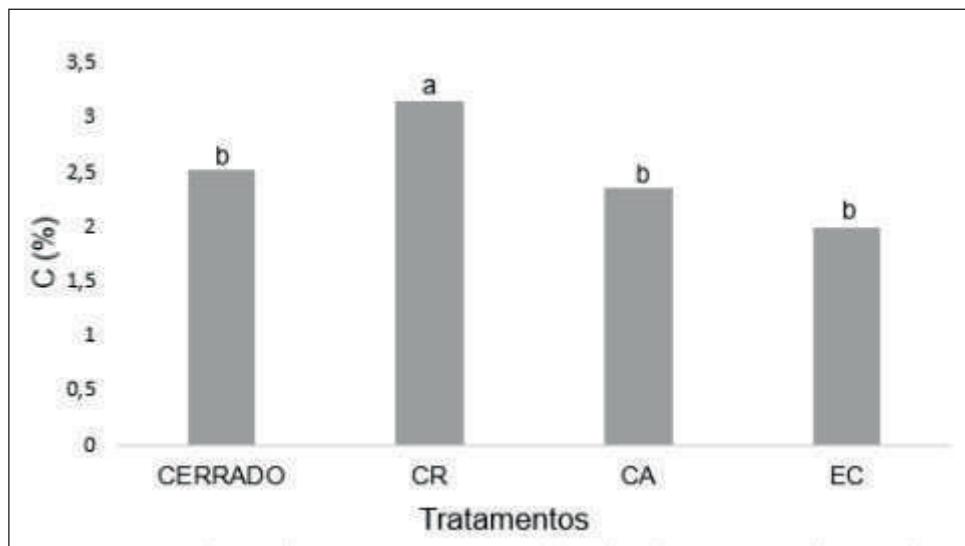
A maior concentração de N ocorreu no CERRADO, seguido de CA e CR e os menores valores foram verificados no EC (Tabela 2). Em relação a K os teores foram diferentes para todos os tratamentos na ordem CA>CR>CERRADO>EC (Tabela 2). CR e CA apresentaram teores mais elevados de Ca em comparação a EC e CERRADO (Tabela 2). Para Mg foram observados valores mais elevados em CR, seguido por Cerrado e CA e por último EC (Tabela 2). Quanto ao pH, não foram observadas diferenças significativas entre o CERRADO e EC, mas o CR apresentou o pH mais elevado de todos os ambientes, incluindo o CA (Tabela 2). Essas diferenças entre os ambientes de CR, EC e CA sinalizam que, em termos gerais houve variabilidade espacial na distribuição da fertilidade no solo da Agroflorestal.

Tabela 2. Atributos químicos em um Latossolo sob Sistema Agroflorestal Sucessional e vegetação nativa do Cerrado Tratamentos N Atributos do solo 1CERRADO = cerrado sentido restrito; CR = Canteiros de Roça; CA = Canteiros de Arvores; e EC = Entre Canteiro. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os ambientes pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Tratamentos	N	K	Ca	Mg	pH
	(g/kg)	(mg/cm ³)	(me/100cc)	(me/100cc)	(H ₂ O)
CERRADO ¹	1,55 a	120 c	0,08 b	0,25 c	4,9 c
CR	1,23 b	259 b	5,93 a	2,7 a	6,85 a
CA	0,87 c	419 a	4,55 a	1,62 b	5,97 b
EC	0,68 c	32 d	0,47 b	0,12 c	4,78 c

As maiores concentrações de C do solo ocorreram no CR (3,14%) e não foram observadas diferenças significativas entre CA (2,35%), EC (1,97%) e CERRADO (2,51%) (Figura 1).

Figura 1. Concentração de carbono em um Latossolo sob Sistema Agroflorestal Sucessional e vegetação nativa do Cerrado. CERRADO = cerrado sentido restrito; CR = Canteiro Roça; CA = Canteiro Arvore; e EC = Entre Canteiro. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os ambientes pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.



O pH do solo está moderadamente elevado, principalmente no tratamento CR, que também foi relatado em Sistemas Agroflorestais Sucessionais por Hoffmann, (2013). Esse comportamento pode ser explicado pelo poder neutralizante dos silicatos presentes no pó de rocha como observado por Silva *et al.* (2012), que demonstraram o potencial da biotita xisto de alterar o pH do solo. Com a elevação do pH o solo fica mais eletropositivo o que pode acarretar lixiviação de elementos catiônicos, como K, e indisponibilização de alguns micronutrientes (BRADY E WEIL, 2013).

Foi constatada maior concentração de nutrientes e carbono no tratamento que recebe os ciclos de roça (CR) o que reforça o entendimento de que em Sistemas Agroflorestais biodiversos, tanto a fisiologia como a produtividade das espécies são desuniformes tanto no tempo como no espaço. Sendo assim, a adição de insumos químicos e orgânicos deve levar em consideração as peculiaridades da dinâmica de nutrientes e carbono em função do balanço de entradas e exportações dos agroecossistemas. Deste modo, em termos de amostragem para fertilidade e matéria orgânica, o produtor não deve subestimar a variabilidade espacial quanto aos atributos químicos e carbono do solo.

AGRADECIMENTOS

Equipe do projeto Transição Produtiva e Serviços Ambientais e à Embrapa Cerrados.

CONCLUSÃO

Nesse estudo de caso, tendo em vista a variabilidade espacial verificada para todos os atributos do solo, foi demonstrada a importância na espacialização da amostragem em função das entradas e saídas diferenciadas de matéria e energia em Sistemas Agroflorestais biodiversos. Deste modo, o produtor pode otimizar a quantidade de insumos aplicados nas reformas, o que pode garantir aumento da eficiência na adubação e redução de custos.

■ REFERÊNCIAS

1. ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
2. ALVES, R.P. Dinâmica de nitrogênio em sistema agroflorestal na região de cerrado (Brasil central). Trabalho de Conclusão de Curso (Gestão Ambiental) – Universidade de Brasília, 2012. 66 p.
3. BRADY, N.C.; WEIL, R.R.; Acidez, alcalinidade, aridez e salinidade do solo. In: Elementos da natureza e propriedades do solo, Tradução técnica: Igor Fernando Lepsch. 3. ed., Bookman, p. 398-435, 2013.
4. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos. 1997, 247 p.
5. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. Ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos. 2013, 353 p. FRANCO, F.S.; COUTO, L.; CARVALHO, A.F.; JUCKSCH, I.; FILHO, E.I.F.; SILVA, E.; NETO, A.M. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Árvore*, v. 26, n. 6, p. 751-760, 2002.
6. HOFFMANN, M.R.H. Sistemas Agroflorestais para Agricultura Familiar: análise econômica. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade de Brasília, 2013. 140 p.
7. MBOW, C.; SMITH, P.; SKOLE, D.; DUGUMA, L.; BUSTAMANTE, M. Achieving mitigation and adaptation to climate change through sustainable agroforestry practices in Africa. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 6, p. 8-14, 2014.
8. PENEREIRO, F.M. Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo, 1999. 149 p.
9. SANTOS, W.M.; SILVA, F.B.; SOUZA, M.G.C.; CONCEIÇÃO, A.K.R. Comparativo de impactos ambientais entre manejo de culturas: sistema agroflorestal e monoculturas. *Cadernos de Agroecologia*, v. 10, n. 3, 2015, 5 p.
10. SILVA, D.R.G; MARCHI, G.; SPEHAR, C.R.; GUILHERME, L.R.G.; REIN, T.A.; SOARES, D.A.; ÁVILA, F.W. Characterization and nutrient release from silicate rocks and influence on chemical changes in soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, p. 951-962, 2012.

“

Sistemas agroflorestais biodiverso e agroecológico como modelo de produção da agricultura familiar

- I Ana Paula de **Matos**
FLORAR
- I Cinira de Araújo Farias **Fernandes**
IF BAIANO
- I Volney de Souza **Fernandes**
FLORAR
- I José Eduardo Santos **Mamédio**
OCT
- I Luciana de Oliveira **Gaião**
FLORAR
- I Bruna **Sobral**
OCT

RESUMO

A agricultura familiar na região da Área de Proteção Ambiental do Pratigi - Bahia – Brasil, tem grande importância para conservação ambiental e sustentabilidade econômica da região. A Organização de Conservação de Terras (OCT) com atuação neste território há mais de dez anos, iniciou um projeto de implantação de Sistemas Agroflorestais (SAF) biodiverso e agroecológicos demonstrativos em unidades de agricultores familiares com apoio financeiro da Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional (CAR), do estado da Bahia, tendo como foco o combate à pobreza, inclusão socioprodutiva, qualidade de vida e sustentabilidade. A partir deste projeto este estudo teve como objetivo avaliar a aceitabilidade desse modelo de produção no contexto social das comunidades rurais onde se inserem. A metodologia proposta analisou por meio de entrevistas estruturadas e semiestruturadas as percepções e práticas adotadas pelos agricultores envolvidos no projeto. Os resultados coletados, mostraram que os agricultores foram favoráveis a grande parte das práticas aplicadas e a importância do acompanhamento técnico da OCT neste processo.

Palavras-chave: Assistência Técnica; Agricultor; Conversão Agroecológica

INTRODUÇÃO

A agricultura familiar, se caracteriza pelo uso dominante de mão de obra familiar na unidade produtiva, gestão do empreendimento e na organização do mercado (ABRAMOWAY, 1992), no entanto não quer dizer que com isso são utilizadas apenas técnicas precárias e atrasadas, ou uma atividade se subsistência, mas sim como um modo de produção capitalista sustentável propiciando fonte de renda e trabalho (GALANTE E LIMA, 2008).

Ao mesmo tempo, ela é capaz de suprir não apenas as necessidades da família, mas de lhe propiciar melhoria nas condições de vida, com avanços sociais necessários, e utilização dos recursos disponíveis na unidade produtiva de forma compatível com o seu consumo.

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2015), relata que atualmente, 570 milhões de propriedades agrícolas no mundo são geridas por famílias, tornando a agricultura familiar a forma mais predominante de agricultura, e responsável por aproximadamente 80% dos alimentos no mundo. Com este número, não deve ser considerada como uma agricultura em extinção, pelo contrário, ela continua se reproduzindo em todo o mundo, com novas abordagens, com a tecnificação da produção e promoção do desenvolvimento no campo com sustentabilidade.

Estes números reforçam a importância de investimentos e de uma extensão rural qualificada que proporcione ao agricultor à adoção e adaptação de práticas condizentes com a sustentabilidade deste sistema.

A APA do Pratigi, área inserida no Mosaico de APAs do Baixo Sul da Bahia, é uma região com potencial de produção de riqueza para as comunidades locais por meio dos serviços ambientais gerados pelas suas florestas e outros ativos naturais. Os remanescentes de Mata Atlântica existentes na APA do Pratigi encontram-se intercalados com atividades de agricultura de alto impacto e de exploração extrativista (OCT, 2016).

A população rural neste território está acima de 40% (IBGE, 2010) que é maior que os índices nacionais (18%). Esta população em sua maioria é constituída de agricultores familiares, onde sua produção agrícola, é um importante sistema de geração de emprego e renda regional.

As propriedades regionais, se caracterizam por produção de cultivos perenes, principalmente cacau, cupuaçu, pupunha, seringueira, cravo da índia e guaraná. Muitas vezes intercalados com cultivos anuais, especialmente mandioca e banana, num sistema similar ao agroflorestal. Ainda predomina técnicas agrícolas convencionais com uso do “corte e queima”, poucos tratos culturais nos cultivos perenes e uso de insumos agroquímicos sintéticos convencionais.

Estas práticas como queimada e supressão da vegetação nativa, tem tornam o solo mais vulnerável à erosão laminar, acelerando o processo de degradação, acarretando perda de biodiversidade e assoreamento de grande parte dos leitos fluviais da região.

Essa dinâmica tem provocado um desmatamento anual em torno de 1.000 ha/ano, o que ameaça toda a estrutura da paisagem na APA do Pratigi e o suprimento de seus serviços ecossistêmicos, fundamentais para o desenvolvimento humano, produtivo e econômico na região (OCT, 2016).

A Organização de Conservação de Terras (OCT) com atuação neste território há mais de dez anos, e considerando a alta diversidade dos ecossistemas naturais existentes nesta área, visando aperfeiçoar e melhor aproveitar os esforços de conservação e restauração dos recursos, em março de 2012, iniciou um projeto de implementação de Sistemas Agroflorestais (SAF) demonstrativos em unidades de agricultores familiares com apoio financeiro da Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional (CAR), do estado da Bahia, tendo como foco o combate à pobreza, inclusão socioprodutiva, qualidade de vida e sustentabilidade.

O projeto visou promover na APA uma economia de baixo impacto, tendo como uma das estratégias a implantação de SAFs Biodiversos, incentivando práticas agrícolas sustentáveis, valorizando os ativos naturais existentes no território e a manutenção dos serviços ambientais agregados a geração de trabalho e renda.

Um SAF biodiverso se caracteriza por ser um modelo de produção agrícola, que proporciona um ambiente diversificado, composto de espécies para diferentes fins, multiestratificada, tornando esses sistemas viáveis, pois contribuem para a segurança alimentar, o bem-estar social e econômico e a conservação dos recursos naturais (ALMEIDA e outros, 2012; ARCO-VERDE e outros, 2013; FERNANDES et al, 2018).

A proposta do SAF biodiverso aos agricultores familiares atendidos pela OCT, teve como pressuposto promover a reconversão produtiva de áreas degradadas, atingir a sustentabilidade ambiental, a conservação do solo e dos mananciais hídricos, a elevação e estabilidade da renda, a geração de trabalho na unidade produtiva e, conversão ao modelo agroecológico, e consequentemente, a melhoria das condições de vida das famílias.

Vale ressaltar que ao associar este modelo de produção de SAF biodiverso aos princípios da produção agroecológica, temos um modelo de produção com potencial para se atingir elevado nível de sustentabilidade produtiva e familiar.

Resta saber quão preparados estão os agricultores, em termos de aceitabilidade desse modelo alternativo de produção no contexto social das comunidades rurais onde se inserem. Com essa perspectiva, este trabalho analisa a aceitação do SAF biodiverso, o manejo com base em princípios agroecológicos, como modelo de produção agrícola familiar sustentável,

por parte das famílias atendidas pela OCT, dentro de uma proposta de recuperação de áreas improdutivas, inserindo-as no processo de geração de renda, emprego e segurança alimentar.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo foi realizado, na APA do Pratigi, nos municípios de Piraí do Norte, Igrapiúna, Ibirapitanga no estado da Bahia, Brasil. O projeto foi financiado pela CAR, e teve como uma das atividades a implantação de SAF em áreas degradadas, queimadas ou de pastagem abandonada, beneficiando 62 unidades família (UF). Deste total, 21 UF, com perfil de liderança entre os demais participantes, foram convidadas a participar dessa pesquisa.

Para seleção da amostra do estudo seguiu os procedimentos de amostragem por conveniência. Oliveira (2001) caracteriza esse tipo de amostragem como uma seleção dos participantes da amostra de acordo com a acessibilidade dos mesmos. Trata-se, portanto, de uma amostra não-probabilística de agricultores familiares.

Dos convidados, 16 (25,8% do total de beneficiados dos SAFs) aceitaram participar de livre e espontânea vontade, após feitos os esclarecimentos sobre o objetivo da pesquisa e de possíveis riscos ou desconfortos que poderiam sentir no decorrer da mesma. Por outro lado, foram também informados de que poderiam desistir da participação a qualquer momento, mesmo depois de iniciada a pesquisa, sem que isto resultasse em alguma forma de retaliação. Foram também esclarecidos de que a participação deles seria voluntária, isto é, sem remuneração.

Os agricultores foram ainda esclarecidos de que as informações fornecidas por eles seriam confidenciais, utilizadas apenas para os propósitos do estudo, de forma que eles ou seus familiares não pudessem ser identificados.

Não houve restrição de gênero na amostra, a qual ficou composta por 3 mulheres e 13 homens.

Os dados foram coletados mediante entrevista estruturada e semiestruturada realizada com os produtores, reunidos num evento de dois dias, na sede da OCT, situada na Estrada Parque da Cidadania, Serra do Papuã, município de Ibirapitanga, Bahia.

A entrevista foi efetuada mediante aplicação de questionário previamente elaborado, contendo questões abertas e fechadas, de forma que os agricultores pudessem manifestar sua avaliação sobre a efetividade de práticas alternativas recomendadas para o SAF, as quais teriam sido vivenciadas por eles ao longo do tempo de sua participação no projeto durante 3 anos.

Com durabilidade média de 30 minutos, os questionários foram aplicados individualmente, ficando cada membro da equipe de entrevistadores responsável por esclarecer a cada

agricultor as possíveis dúvidas por eles levantadas no correr da entrevista, de modo que as informações por eles fornecidas fossem compatíveis com as perguntas do questionário.

Em decorrência do fato de que os agricultores informaram apenas sobre práticas com as quais tiveram experiência direta em suas propriedades, os resultados apresentam uma variação no número de informantes entre as práticas avaliadas.

As questões foram divididas em sete blocos cujos temas foram:

(1) Preparo da área; (2) Definição do arranjo e plantio; (3) Adubação; (4) Controle de pragas; (5) Poda; (6) Cobertura do solo; (7) Mudanças no manejo da propriedade.

Nos seis primeiros blocos, solicitava-se ao agricultor atribuir uma pontuação de 0 a 10. Caso, na sua avaliação, a prática fosse de total rejeição, era orientado a atribuir pontuação zero; no extremo oposto, isto é, de total aprovação da prática, atribuiria pontuação 10 (dez). Em situações intermediárias a esses dois extremos, atribuiria a pontuação correspondente a sua avaliação. Os produtores foram também instruídos a considerar a avaliação dentro de cinco níveis, a exemplo de uma escala de Likert (AMARO et al. 2005). Assim, se a pontuação estivesse entre 0 a 2, a prática seria considerada péssima; de 3 a 4, ruim; de 5 a 6, regular; de 7 a 8, boa e, de 9 a 10, ótima.

Similarmente, no sétimo bloco, as questões foram elaboradas seguindo uma escala com cinco níveis, referindo-se às mudanças havidas na propriedade a partir da atuação da OCT, em termos de uso de determinadas práticas, da seguinte forma: () nunca usou; () deixou de usar; () diminuiu o uso; () usa da mesma forma que antes; () aumentou o uso.

Em cada tema foram abordadas questões relevantes ao cumprimento do objetivo deste estudo, conforme discriminado a seguir. As práticas alternativas recomendadas e aqui relacionadas têm seus fundamentos tecnológicos pautados em pesquisas e resultados divulgados em publicações nacionais e/ou internacionais, dentre as quais citam-se Higa e Parr (1994), Brechelt (2004), Innecco et al. (2008), Gonzaga et al. (2009), Vieira et al. (2010), Kato et al. (2010), Silva et al. (2011), Moura (2013) e Velasques e Cardoso (2013).

A. Preparo da área

Neste bloco foram avaliados a escolha e o preparo da área para implantação do SAF. Na escolha os agricultores foram orientados a optar por um local que contemplasse uma das condições a seguir: área degradada, pastagem abandonada, área de proteção permanente hídrica desprotegida, área queimada ou que esteja infestada de espécies invasoras indicadoras de solos ácidos, pobres em nutrientes e muitas vezes compactados.

Para o preparo da área as opções foram: limpeza com roçadeira, cultivo em faixas, balizamento em curva de nível, realização de análise de solo e não utilização do uso de fogo e herbicida.

B. Definição do arranjo e plantio

O primeiro passo para a definição do arranjo produtivo foi a escolha das culturas. Assim, foram selecionadas espécies que fazem parte da vocação regional, como cacau (*Theobroma cacao*), Seringueira (*Hevea brasiliensis*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e banana (*Musa sp.*), além de frutíferas e nativas arbóreas disponíveis na região.

Para garantir a soberania alimentar, melhor aproveitamento do espaço de cultivo e renda desde os primeiros meses de implantação, foram plantadas culturas de ciclo curto como feijão (*Phaseolus vulgares*), milho (*Zea mays*), abacaxi (*Ananas comosus*), mandioca (*Manihot esculenta*) e olerícolas.

Com o objetivo de acelerar o recobrimento do solo, ajudar no combate a erosão e cumprir a função de adubação verde, foram plantadas espécies leguminosas como o andu (*Cajanus cajan*), feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), crotalária (*Crotalaria juncea*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*), já no primeiro ano de implantação. Uma vez definidas as espécies, foram montados 16 arranjos distintos cada um com suas especificidades quanto a espaçamento e densidade.

Quanto ao plantio foram sugeridos o uso da motocoveadora em substituição ao enxadão, e delimitados o tamanho e a forma de adubação dos berços de plantio conforme a necessidade de cada espécie.

C. Adubação Para indicação da necessidade de correção da acidez do solo e adubação de cobertura foi realizada a análise do solo. A partir dos resultados obtidos foi recomendada a adubação com base nos princípios agroecológicos, aproveitando-se insumos internos da propriedade como compostos orgânicos de origem vegetal, biocalda e manipueira. Também foram utilizados insumos externos como esterco de aves, pó de rocha e termofosfato.

D. Controle de pragas

Para o controle de pragas foram recomendadas técnicas agroecológicas baseadas no manejo integrado de pragas (MIP) dando preferência ao uso de biocalda, manipueira, urina de vaca e óleo de laranja.

E. Poda

Neste estudo foram avaliadas práticas de poda para cacaueiro e gliricídia. Para o cacaueiro foram indicadas novas técnicas, eliminando a utilização de práticas arcaicas de baixo rendimento de mão de obra e produtividade. Apesar de já ser cultivada por alguns produtores, grande parte não sabia fazer o manejo correto da gliricídia, acarretando excesso de sombreamento em alguns cultivos o que inibia o desenvolvimento e a produtividade. Ao mesmo tempo em que era considerada por muitos um problema, sem ter o conhecimento das vantagens do aproveitamento de seus nutrientes pelo solo quando bem manejada.

F. Cobertura do solo

Foi sugerido que todo o material vegetal proveniente da desbrota, poda, raleamento e desbaste do SAF fosse utilizado como cobertura morta ou “mulching” ao redor das plantas e dentro das faixas de plantio.

Leguminosas (feijão de porco, andu, feijão e crotalária) foram recomendadas como cobertura viva do solo contribuindo para proteção contra erosão e para a melhoria da qualidade do solo. Essas plantas foram manejadas através de roçadas (cortes), sendo os nutrientes nelas acumulados disponibilizados através da decomposição de seus resíduos.

G. Mudanças no manejo da propriedade

O manejo recomendado teve como base os preceitos da agroecologia, assim não foram sugeridos o uso do fogo no preparo de áreas e de agroquímicos no manejo dos cultivos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados sobre a aceitabilidade dos agricultores familiares em implantar na sua unidade produtiva o sistema agroflorestal agroecológico biodiverso contempla a satisfação do mesmo nas várias etapas do processo: escolha e preparo da área para implantação do SAF, diversificação, práticas de preparação para o plantio, adubação agroecológica, manejo integrado de pragas e doenças, manejo integrado da propriedade.

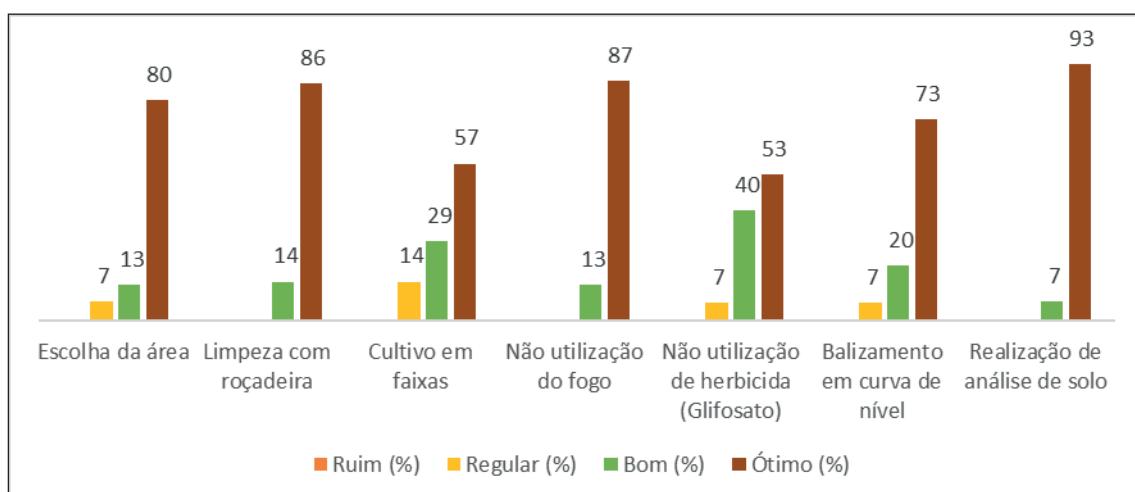
O nível de satisfação dos agricultores pesquisados sobre a escolha da área em sua unidade produtiva para implantação de um SAF, e sobre as práticas de preparo da área para plantio, estão apresentados na Figura 1. As práticas de plantio em faixas e balizamento em curva de nível, e a substituição do herbicida por uso limpeza com roçadeira, foram práticas introduzidas.

Se considerarmos que as opções *Bom* e *Ótimo* representam aprovação do agricultor, observa-se que todas as práticas de escolha e preparo da área recebem aprovação de 90% ou 100% dos produtores que experimentaram a prática.

Chama atenção o nível de aprovação do uso da roçadeira mecânica. O fato de ser um equipamento relativamente caro para o empreendimento familiar, os agricultores a consideram vantajosa se comparada à roçagem com o uso do “biscó” (*facão de 20 polegadas com cabo de madeira*), pois esta prática demanda maior mão de obra e maior desgaste físico do produtor.

Embora muitos já faziam o uso do herbicida em substituição ao “biscó”, o processo de substituição com a roçadeira, iniciou o despertar da eficiência, custo similar e a saúde do agricultor e sua família.

Figura1. Nível de satisfação do agricultor em relação às práticas de escolha e preparo da área para implantação do SAF.

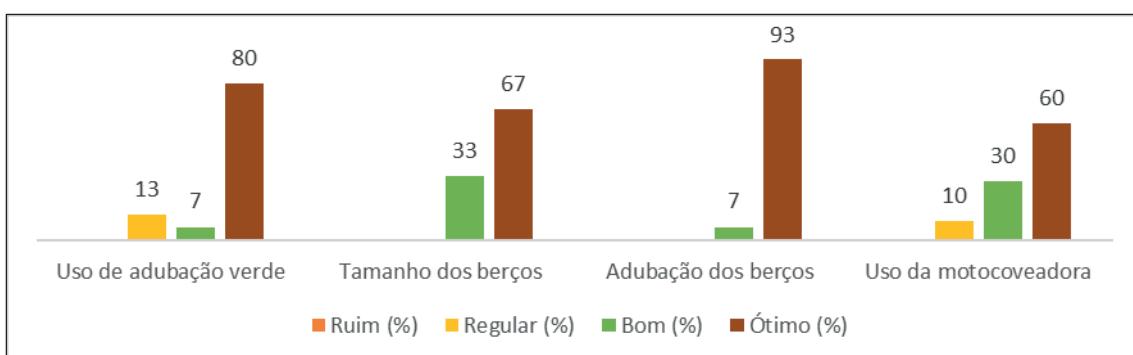


Fonte: Dados da pesquisa.

A tecnificação da agricultura familiar, quer seja com uma simples roçadeira mecânica ou outros equipamentos como motocoveadora, podadeira, são benéficos para a unidade familiar, principalmente na otimização do uso da mão de obra, contribuindo assim para a melhoria da renda familiar, além da redução da fadiga no trabalho manual e otimização da mão de obra existente na UF.

Os resultados obtidos do elevado grau de satisfação dos agricultores, para o uso destes equipamentos conforme resultado demonstrado na Figura 1 e Figura 2, colaboram com os resultados obtidos segundo Chayanov (1986), onde o equilíbrio entre o bem-estar da família e o sacrifício resultante do esforço do trabalho empregado é que determinam um novo investimento no sistema produtivo.

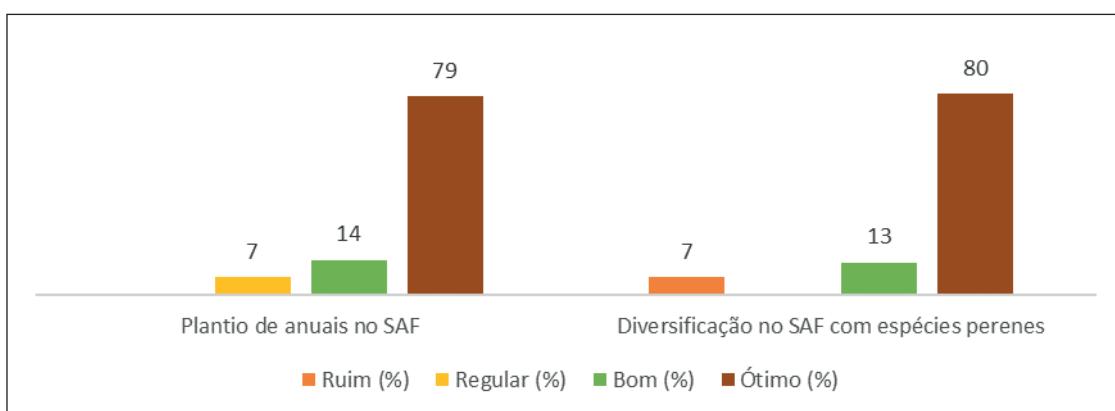
Figura 2. Nível de satisfação do agricultor em relação às práticas de preparação para o plantio.



Fonte: Dados da pesquisa.

A implantação dos SAFs biodiverso adotou o sistema sucessional, o que foi aprovado com boa aceitação pelos agricultores (Figura 3), pois proporcionou uma produção contínua e geração de renda a partir do primeiro ano, com os cultivos anuais, diversidade dos produtos gerados para segurança alimentar da família e comercialização e retorno econômico.

Gráfico 3. Nível de satisfação do agricultor em relação à diversificação do SAF.



Fonte: Dados da pesquisa.

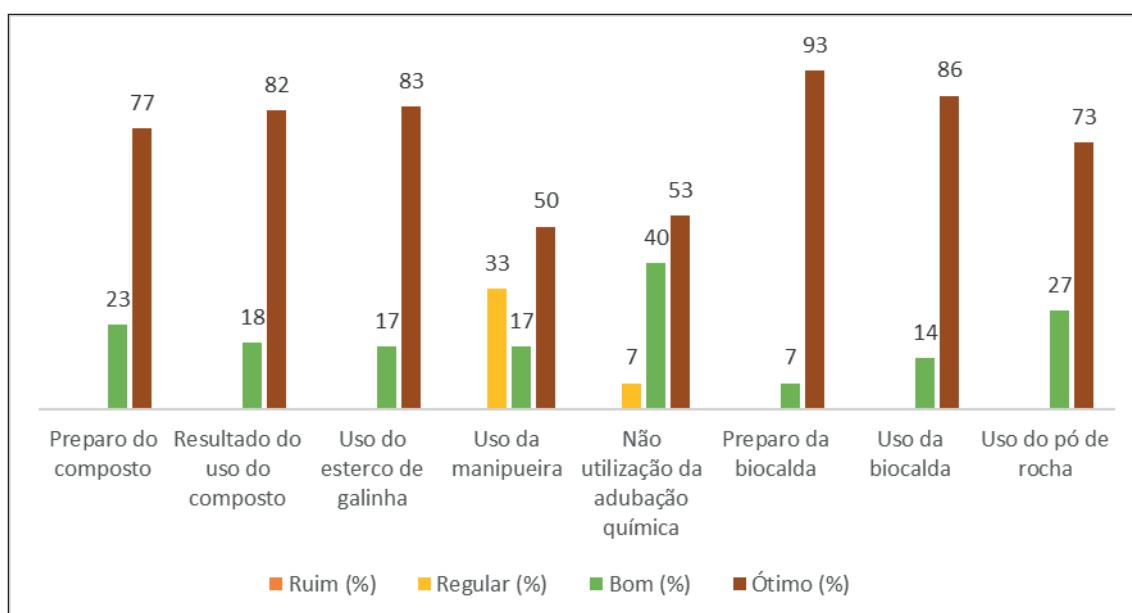
Quanto às práticas de adubação (Figura 4), os agricultores apresentaram um elevado grau de aceitação como ótimo, acima de 70%, em todas as práticas. Uma exceção ao uso da manipueira e ao não uso da adubação química solúvel.

Os resultados apresentados na Figura 4 do uso da manipueira refere-se a apenas 50% dos agricultores que experimentaram a prática, destes 33% avaliaram como regular e 67% como bom e ótimo. No entanto, estudos de Botelho et al. (2009), demonstraram os elevados teores de nitrogênio e potássio da manipueira, quem permite considerá-la como adubo orgânico nitrogenado e potássico, em potencial, ao mesmo tempo em que reduz seu despejo, sem controle, no ambiente, e permite ao agricultor familiar maior lucro pela utilização de um adubo de custo zero em sua lavoura.

Desta forma, o uso da manipueira, é uma prática que deve ser estimulada, aproveitando um subproduto existente na região e que traz bons resultados para lavoura.

A avaliação de satisfação as práticas de adubação orgânica apesar de positivas, são mais trabalhosas, e alguns agricultores podem possuir algumas dificuldades em ter continuidade para desenvolvê-las, em função da mão de obra exigente para o preparo desta adubação. Este é um ponto de atenção a ser observado na conversão agroecológica do produtor, buscando meios para facilitar esta prática até que o agricultor perceba a diferença da qualidade desta adubação principalmente na conservação e ciclagem de nutriente no solo, e dê continuidade incorporando em sua rotina de produção.

Figura 4. Nível de satisfação do agricultor em relação às práticas de adubação agroecológica em porcentagem (%).



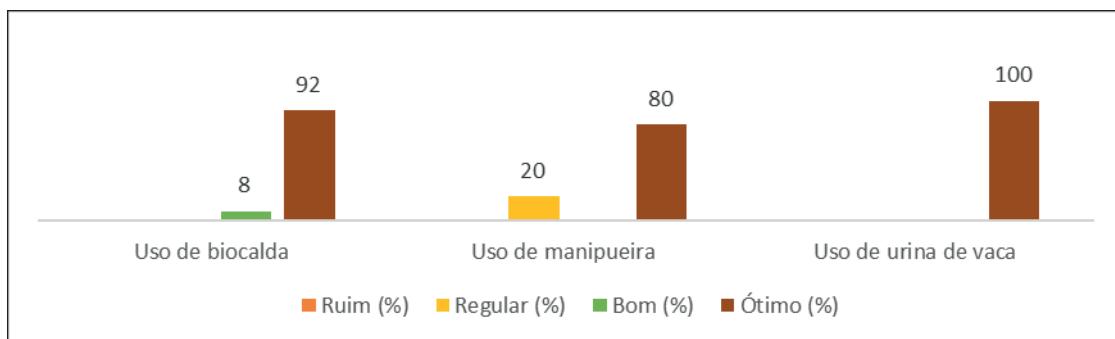
Fonte: Dados da pesquisa.

O controle de pragas e doenças na lavoura com o uso de biocalda, manipueira e urina de vaca foi definido como ótimo em 80% dos agricultores avaliados. O número de agricultores que utilizaram estas práticas foi de aproximadamente 40% dos agricultores participantes da

pesquisa (Figura 5). Este fato está associado ao sistema de plantio em agrofloresta que de forma bem manejada e em equilíbrio da fertilidade do solo diminui ou não apresenta problemas de pragas e doenças nos cultivos do sistema.

Quem fez a opção de usar, é ressaltado por eles a importância da mudança de uso de produto, pois o não uso de agrotóxico evita intoxicação do agricultor, poluição de mananciais e proporciona a produção de alimentos orgânicos.

Figura 5. Nível de satisfação do agricultor em relação às práticas de controle de pragas e doenças.



Fonte: Dados da pesquisa.

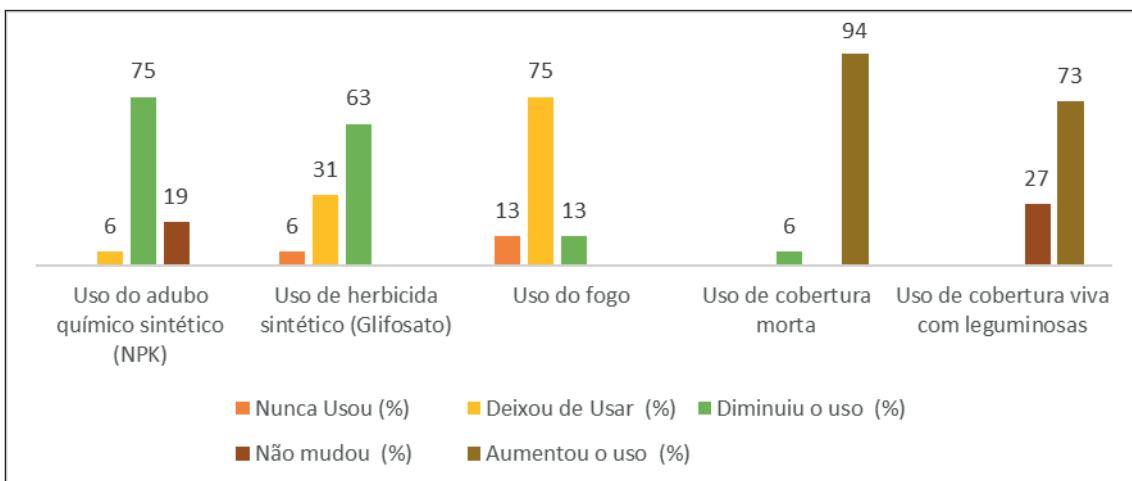
Na Figura 6 são apresentados resultados em termos de mudanças que os agricultores tiveram nas suas práticas de manejo da propriedade. Das cinco práticas apresentadas, três são práticas convencionais (adubo sintético e herbicida sintético) ou tradicional (uso do fogo), todas com forte impacto negativo sobre o meio ambiente, e duas são práticas alternativas agroecológicas (uso de cobertura morta e de cobertura viva) para proteção e fertilização do solo.

Observamos ainda na Figura 6, que 75% dos agricultores diminuíram o uso do adubo químico sintético e 63% diminuíram de usar herbicida sintético. Apesar das vantagens percebidas pelos agricultores, segundo relatos, eles diminuíram, mas ainda não deixaram. Este resultado demonstra a necessidade de acompanhamento técnico destes agricultores para que percebam as vantagens de deixar de usar o adubo ou herbicida químico sintético.

Desta forma, é necessário buscar soluções para o que ainda impede a incorporação da agroecologia pela agricultura familiar em sua plenitude. Segundo Moraes e Oliveira (2017) o fator mais importante para a continuidade é a assistência técnica, o conhecimento do agricultor, o acesso a tecnologias, infraestrutura e logística adequadas ao universo agroecológico.

Alguns resultados positivos podem ser percebidos no que corresponde, ao uso do fogo, 75% deixaram de usar, e uso de cobertura morta e adubação verde acima de 70% passaram à adotar as práticas. Diante disso, faz-se necessário incentivar e dar maior visibilidade as experiências adotadas, evidenciando os benefícios e vantagens advindos das técnicas aplicadas, de modo que mais produtores sintam-se confiantes a aderirem (Figura 6).

Figura 6. Mudanças relativas a práticas de manejo da propriedade.

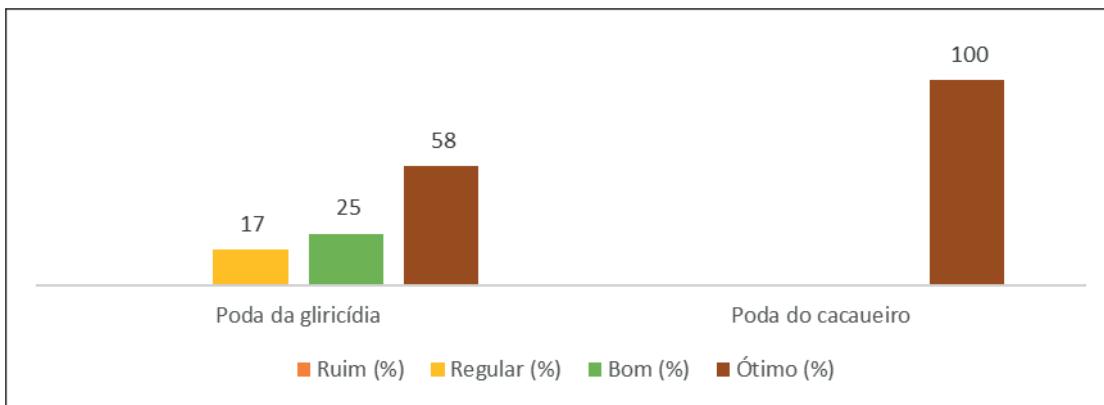


Fonte: Dados da pesquisa.

Os novos clones de cacau implantado no projeto do SAF biodiverso, exigem novas técnicas de poda de formação e manutenção dos cacaueiros. Assim foi necessário a capacitação do agricultor, e estes, em 100% adotaram as novas práticas e classificaram como ótima (Figura 7).

No que se refere ao manejo da gliricídia, esta foi trazida para região em anos anteriores, entretanto não ocorreu a orientação do seu manejo correto para o agricultor, o que dificultou a introdução desta leguminosa nos SAFs implantados. A gliricídia se não for manejada corretamente sua poda, seu alto poder vegetativo na região faz com que se torne uma planta competidora por luz dentro do sistema. Assim apenas 35% dos agricultores participantes fizeram sua implantação e manejo. Destes 83% classificou como bom e ótimo o seu manejo (poda) (Figura 7).

Estudos de Barreto e Fernandes (2001) , demonstraram que a incorporação da biomassa da gliricídia promove melhorias em características químicas (Ca+Mg e pH) e físicas (densidade e macroporosidade), principalmente nas menores profundidades. Portanto é uma prática que necessita ser difundida com seu uso de forma correta ao agricultor da região, principalmente por causa da boa adaptabilidade da planta na região.



Fonte: Dados da pesquisa

A diversificação proposta com o SAF biodiverso com consequente, capacitação e orientação do agricultor a novas técnicas, diversificação dos cultivos com adoção de práticas agroecológicas, a partir dos resultados obtidos nas respostas dos agricultores, mostrou-se eficiente e fundamental para a sustentabilidade na agricultura familiar do território estudado.

Os resultados coletados refletem os estudos de Silva e Geraldine (2010) onde verificaram que a capacidade dos agricultores familiares absorverem novas tecnologias está associada à atuação das instituições ao disponibilizar as inovações tecnológicas.

Os resultados aqui obtidos com este estudo evidenciam os benefícios e vantagens advindos da implantação destes sistemas produtivos para o agricultor familiar, enquanto protagonistas do seu próprio processo de desenvolvimento, e como alternativa à busca pela sustentabilidade em suas diversas dimensões. Pois, estas novas tecnologias que chegam ao agricultor familiar tem proporcionado e perpetuação e a presença marcante dentro do processo de produção de alimentos pela unidade familiar.

E, segundo Moraes e Oliveira (2017) os sistemas produtivos agroecológicos, ao contrário do convencional, não visa apenas o aumento da produção e produtividade, e se utiliza fundamentalmente das dimensões da sustentabilidade ambiental e da capacidade de a agricultura familiar poder participar do processo produtivo.

CONCLUSÃO

Os dados da pesquisa revelam que existe, entre os agricultores familiares pesquisados, um evidente reconhecimento da insustentabilidade das práticas convencionais e tradicionais por eles até então utilizadas, e uma clara tendência em aceitar mudanças nas práticas agrícolas, no sentido de abandonar práticas convencionais e/ou tradicionais que tenha impacto negativo sobre o meio ambiente.

Os agricultores também se mostram favoráveis em adotar práticas alternativas de cultivo que favoreçam a conservação ou recuperação de áreas improdutivas.

As práticas foram vistas como benéficas à sustentabilidade dos aspectos físicos do meio ambiente, como dos aspectos econômicos, em termos de aumentar e estabilizar a geração de renda por unidade de área, assim também da sustentabilidade social, em termos de otimização do uso da mão de obra familiar e de segurança alimentar tanto para a família do agricultor quanto para a comunidade em que ela vive.

A assistência técnica continuada e qualificada, existente no período do projeto pela OCT foi fundamental ao processo de implantação dos SAFs Biodiversos, a adoção das novas técnicas, e o início do processo de conversão a agroecologia.

Os agricultores participantes, por meio das práticas adotadas em suas propriedades e os resultados obtidos, mostraram capacidade em envolver as lideranças entre os agricultores como atores diretos no processo de convencimento e de transferência de tecnologia aos demais produtores familiares da região.

Entretanto, essa relação de causalidade para aceitação e adoção de práticas alternativas orientadas para um desenvolvimento sustentável do meio ambiente de comunidades rurais será objeto para outra pesquisa.

■ REFERÊNCIAS

1. ABRAMOVAY, R. Paradigmas do capitalismo agrário em questão. São Paulo: HUCITEC, 1992.
2. ALMEIDA, L. S.; GAMA, J. R. V.; OLIVEIRA, F. A.; CARVALHO, J. R. P.; GONÇALVES, D. C. M.; ARAÚJO, G. C. Phytosociology and multiple use of forest species in a logged forest in Santo Antonio community, municipality of Santarém, Pará state. Acta Amazonica, Manaus, v. 42, n. 2, p. 185-194, 2012.
3. ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. C.; SILVA, I. C. Sistemas agroflorestais: conciliando a conservação do ambiente e a geração de renda nas propriedades rurais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 9., 2013, Ilhéus. Políticas públicas, educação e formação em sistemas agroflorestais na construção de paisagens sustentáveis: anais. Ilhéus: SBSAF, 2013.
4. BARRETO, A.C.; FERNANDES, M.F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 36, n. 10, p. 1287-1293, out. 2001
5. BOTELHO, S.M.; POLTRONIERI, M.C.; ROGRIGUES, J.E.L.F., Manipueira: um adubo orgânico para a agricultura familiar. v. 5: Volume Especial- XIII Congresso Brasileiro da Mandioca- Botucatu - Resumos Expandidos BOTUCATU – SP, 2009.
6. BRECHELT, A. O Manejo Ecológico de Pragas e Doenças. Santiago (Chile): Rede de Ação em Praguicidas e suas Alternativas para a América Latina (RAP-AL), 2004. (Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor – CAPA - Núcleo de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. Tradução e Revisão de Hildegard Susana Jung e Jaime Miguel Weber).

7. CHAYANOV, A.V. *The Theory Of Peasant Economy*. Madison: The University of Wisconsin Press, 1986.
8. FAO. Agricultura familiar é vital para segurança alimentar e desenvolvimento sustentável. ONU Brasil. 2015. Disponível em <http://www.nossosfuturoroubado.com.br/portal/agricultura-familiar-e-vital-para-seguranca-alimentar-e-desenvolvimento-sustentavel-globais-diz-fao/> Acesso em 19.10.2015.
9. FERNANDES, C.A.F.; MATSUMOTO, S.N.; FERNANDES, V.F. Carbon stock in the development of different designs of biodiverse agroforestry systems. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v.22, n.10, p.720-725, 2018.
10. GALANTE, V.A.; LIMA, M.M. F. *Agricultura Familiar: As Contradições Teóricas Frente ao Capitalismo Contemporâneo*. Rio Branco, Acre, 20 a 23 de julho de 2008 Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER).
11. GONZAGA, A.D.; SOUSA, S.D.A. ; SILVA, N.M.; PEREIRA, J.O. Toxicidade de Urina de Vaca e da Manipueira de Mandioca Sobre Pragas Chaves do Abacaxi. *Rev. Bras. De Agroecologia* nov. 2009 Vol. 4 No. 2
12. HIGA, T.; PARR, J.F. *Microorganismos Benéficos e Efetivos Para Uma Agricultura e Meio Ambiente Sustentáveis*. Atami (Japão): Centro Internacional de Pesquisa em Agricultura Natural, 1994 (Tradução de Hélio Higa, Curitiba, 2008)
13. KATO, O.R.; LUNZ, A.; BISPO, C.J.C.; CARVALHO, C.J.R.; MIRANDA, I.S.; TAKAMATSU, J.; MAUÉS,M.M.; GERHARD, P.; AZEVEDO, R.; VASCONCELOS,S.S.; HONHWALD, S.; LEMOS,W.M.. Projeto Dendê: Sistemas Agroflorestais na Agricultura Familiar. Belém (PA): Embrapa Amazônia Oriental, 2010.
14. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil> › brasil › 10/08/2016. Acesso em: 10 ago. 2018.
15. INECCO, Renato; CARDOSO, Shirley Souza; SANTOS, Lana Roberta Reis dos. *Métodos Alternativos de Controle de Pragas e Doenças*. Belém, PA: Universidade Federal do Pará/ Núcleo de Altos Estudos da Amazônia. 2008.
16. MORAES, M.D.; OLIVEIRA, N.A.M. Produção orgânica e agricultura familiar: obstáculos e oportunidades. *Revista Desenvolvimento Socioeconômico em debate* v.3 n.1. Crisciúma SC, 2017.
17. MOURA, Maurício Rigon Hoffmann. *Sistemas Agroflorestais Para Agricultura Familiar: Análise Econômica*. Brasília (DF): Universidade de Brasília, 2013. (Dissertação de Mestrado em Agronegócios).
18. OCT. Documento Interno: Resultados do projeto em parceria com a CAR. 2012. Disponível em www.oct.org.br. Acesso em 28.11.2016.
19. OLIVEIRA, Tânia Modesto Veludo de. Amostragem não Probabilística: Adequação de Situações para uso e Limitações de amostras por Conveniência, Julgamento e Quotas. *Administração On Line* (ISSN 1517-7912), Volume 2 - Número 3, (julho/agosto/setembro - 2001).

20. SILVA, Kercio Estevam da; NÁPOLES, Fábio Agra de Medeiros; SOUZA Giliane Aparecida Vicente da Silva; MONTENEGRO, Filipe Travassos; FERREIRA, Thiago Costa; SOUZA, José Thyago Aires. Controle agroecológico do ácaro branco (*Polyphagotarsonemus latus*, Banks) no pinhão manso (*Jatropha curcas L*) com diferentes dosagens de urina de vaca e manipueira Agroecological mite control white (*Polyphagotarsonemus latus*, Banks) in *Jatropha* (*Jatropha curcas L*) with different doses of cow urine and manipueira. *Cadernos de Agroecologia* – ISSN 2236-7934 – Vol 6, No. 2, Dez 2011.
21. SILVA, Acsa R e GERALDINE, Dorival Gomes. Agricultura Familiar: Inovação e Eficiência. *Revista de Economia da UEG*, Anápolis (GO), 06(01):16-37, Jan-Jun/2010.
22. VELASQUES, Nathalia Cardoso e CARDOSO, Joel Henrique. Reflexão Sobre Implantação de Agrofloresta Biodiversa no Sul do RS. Rio Grande, RS., 12^a Amostra de Produção Universitária, Encontro de Pós-Graduação/Fitotecnia, 23 a 25 de outubro de 2013.
23. VIEIRA, R.S.; RITZINGER, C.H.S.P.; RITZINGER, R.; LUQUINE, L.S.; SANTOS, J.F.; CRUZ, E.S.; LEDO, C.A.S. Manipueira e urina de vaca no manejo de mudas de aceroleira infestadas por *Meloidogyne javanica*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. Frutas: saúde, inovação e responsabilidade: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/873445>., acesso em 28/02/2021.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Prof^a. Dra. Carla da Silva Souza

Possui graduação em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal da Bahia (1998-2004), Mestrado em Ciências Agrárias/Uso, manejo e conservação dos recursos solo e água pela Universidade Federal da Bahia (2004-2006), Doutorado em Tecnologias Energéticas e Nucleares/Aplicação de radioisótopos na agricultura e meio ambiente, pela Universidade Federal de Pernambuco (2006-2009) e pós-doutorado em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2010-2013). Atualmente é docente efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - Campus Valença. Tem experiência desde a graduação em agroecologia, com ênfase em: Manejo ecológico de doenças e pragas (controle biológico, adubação orgânica e defensivos alternativos), Utilização de micro-organismos benéficos (fungos micorrízicos, rizobactérias e bactérias diazotróficas) na nutrição e crescimento de plantas, Manejo de micro-organismos em agroecossistemas, Manejo ecológico do solo: uso de adubos orgânicos e micro-organismos benéficos (fungos micorrízicos, rizobactérias e bactérias diazotróficas); Utilização de resíduos orgânicos e seus efeitos sobre os micro-organismos do solo e Interações benéficas entre micro-organismos e plantas de interesse econômico. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5551514906510470>

Prof^a. Dra. Sayonara Cotrim Sabioni

Doutorado em Educação Ambiental (FURG 2019 -Reconhecimento diploma); Doutorado em Ciências da Educação - UEP - Assución - PY (2009); Mestrado em Gestão e Auditoria Ambiental - Universidad de Las Palmas de Gran Canaria - Espanha (2005), com Bacharelado e Licenciatura em Biologia pela Universidade Federal de Viçosa- MG (1989). Atualmente é professora de ensino básico, técnico e tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano Campos Guanabi. Tem experiência na área de Ciências Ambientais, com ênfase em Educação para Desenvolvimento Sustentável, atua principalmente nos seguintes temas: Meio Ambiente: Conservação da Natureza, Educação Ambiental, Desenvolvimento Sustentável, Diagnóstico Municipal Ambiental, Gestão e Auditoria Ambiental; Educação: Popularização das Ciências. Metodologia Científica. Planejamento e Avaliação Educacional, Currículo, Gestão Educacional. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4270311236461264>

Prof. Dr. Francisco de Sousa Lima

Professor efetivo do IFBaiano - Campus Uruçuca. Graduação em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Graduação em Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Pós-Graduação Lato Sensu em Pedagogia, Pós-Graduação Lato Sensu em Administração Rural, Pós-Graduação Lato Sensu em Solos e Meio Ambiente; Mestrado em Manejo de Solo e Água pela Universidade Federal da Paraíba; Doutorado em Agronomia (Ciência do Solo) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e Pós-Doutorado em Microbiologia Agrícola pela Universidade Federal do Recôncavo Baiano. Experiência na área de Agronomia: Fitotecnia, Ciência do Solo, Meio Ambiente e Agroecologia. Tem também experiência no Ensino Agrícola, em Ciências Ambientais, Elaboração de Projetos, Gestão de Resíduos e Metodologia Científica. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1448635132798117>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adubação: 57, 102, 170, 318, 319

Aflatoxinas: 290, 295

Agricultor: 314, 326

Agricultores Familiares: 299

Agricultura Ecológica: 249

Agricultura Familiar: 74, 327

Agricultura Periurbana: 44

Agrobiodiversidade: 279

Agroecologia: 28, 29, 33, 41, 44, 51, 52, 79, 81, 99, 100, 158, 160, 163, 170, 217, 253, 254, 279, 288, 299, 301, 303, 304, 307, 312, 327, 328

Agroecossistemas: 134, 215, 265, 277

Agroextrativistas: 299

Agrofloresta: 52, 241, 254, 328

Andiroba: 265, 266, 276

Aproveitamento de Resíduos: 137

Assistência Técnica: 100, 314

Atividade Biológica: 74

Atributos do Solo: 310

B

Bertholletia Excelsa: 290, 291, 292, 297

Biofertilizante: 166

Biofumigação: 203

Bioindicador: 74

Biomassa Microbiana: 161, 162

C

Capacitação: 49, 290, 296

Carapa Guianensis Aubl: 277

Cerrado: 52, 79, 124, 163, 205, 210, 260, 279, 280, 281, 282, 283, 286, 287, 288, 307, 308, 309, 310, 311

Certificação: 81, 83, 84, 89, 90, 91, 97

Condutividade Elétrica: 182

Conversão Agroecológica: 314

Cromatograma: 16

D

Daime: 241, 242, 243, 244

E

Esterco Bovino: 36, 37, 57

Estresse Salino: 182, 191

F

Fauna Edáfica: 79, 149, 155, 159

Feijão: 158, 182, 183, 190

Fertilidade: 16, 102, 104, 106

Fertilidade do Solo: 102, 104, 106

Fontes Alternativas de Potássio: 129, 134

Fungo Micorrízico Arbuscular: 182

I

Indústria Sucroalcooleira: 114

Inovação: 118, 219, 231, 232, 303, 328

L

Laticínios: 219, 222, 225

M

Madeireiro: 290

- Manejo:** 57, 91, 95, 105, 158, 162, 163, 240, 241, 297, 326
- Mata Nativa:** 76, 256
- Meio Ambiente:** 28, 166
- Microempresas:** 219
- Movimentos Sociais:** 44
- N**
- Nematoide das Galhas:** 194
- Neossolo:** 166, 167, 168, 184, 185
- O**
- Olericultura:** 166
- P**
- Palavras:** 16, 31, 44, 54, 74, 81, 102, 129, 137, 166, 173, 182, 194, 205, 219, 234, 241, 249, 256, 265, 279, 290, 299, 307, 314
- Pó de Rocha:** 129
- Pós:** 29, 41, 134, 164, 171, 215, 290, 294, 328
- Processo:** 100, 219, 296, 297
- Q**
- Qualidade Física do Solo:** 162, 256
- R**
- Rainha:** 241, 246
- Rentabilidade:** 249
- Restauração Florestal:** 173
- Rizóbios:** 182
- S**
- Saberes Ancestrais:** 279
- Sintropia:** 44
- Sistema Agroflorestal:** 172
- Sistema de Cultivo:** 60, 61, 62
- Sistemas Agroflorestais:** 205, 216, 245, 312, 313, 326
- Sistemas Integrados de Produção:** 307
- Sistemas Produtivos:** 16
- Solo:** 34, 57, 62, 65, 79, 135, 146, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 186, 256, 261, 262, 312
- Sustentabilidade:** 89, 100, 219
- T**
- Torta de Filtro:** 114, 162
- V**
- Vida do Solo:** 16
- Vinhaça:** 102, 116, 126, 160



follow us





ISBN 978-658719693-0



9 786587 196930

VENDA PROIBIDA - ACESSO LIVRE - OPEN ACCESS



editora científica