

Alan Mario Zuffo
(Organizador)

A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais



Atena
Editora

Ano 2019

Alan Mario Zuffo
(Organizador)

A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

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

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

P964 A produção do conhecimento nas ciências agrárias e ambientais
[recurso eletrônico] / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Produção do
Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-284-5

DOI 10.22533/at.ed.845192604

1. Agronomia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa –
Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Série.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

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

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 28 capítulos, com conhecimentos científicos nas áreas agrárias e ambientais.

Os conhecimentos nas ciências estão em constante avanços. E, as áreas das ciências agrárias e ambientais são importantes para garantir a produtividade das culturas de forma sustentável. O desenvolvimento econômico sustentável é conseguido por meio de novos conhecimentos tecnológicos. Esses campos de conhecimento são importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

Para alimentar as futuras gerações são necessários que aumente a quantidade da produção de alimentos, bem como a intensificação sustentável da produção de acordo como o uso mais eficiente dos recursos existentes na biodiversidade.

Este volume dedicado às áreas de conhecimento nas ciências agrárias e ambientais. As transformações tecnológicas dessas áreas são possíveis devido o aprimoramento constante, com base na produção de novos conhecimentos científicos.

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

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, pesquisadores e entusiastas na constante busca de novas tecnologias para as ciências agrárias e ambientais, assim, garantir perspectivas de solução para a produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ADAPTAÇÃO DE UM TRATOR AGRÍCOLA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA MOTORA (CADEIRANTES)	
<i>Ceziane Leite Soares</i> <i>Elcio das Graça Lacerda</i> <i>Luiz Freitas Neto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926041	
CAPÍTULO 2	6
A TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA COMO ESTRATÉGIA PARA DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL	
<i>Aline Queiroz de Souza</i> <i>Ednilson Viana</i> <i>Homero Fonseca Filho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926042	
CAPÍTULO 3	18
AÇÃO HERBICIDA DE ALELOQUÍMICOS EM PLANTAS DE SORGO	
<i>Fábio Santos Matos</i> <i>Illana Reis Pereira</i> <i>Victor Alves Amorim</i> <i>Millena Ramos dos Santos</i> <i>Brunno Nunes Furtado</i> <i>Lino Carlos Borges Filho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926043	
CAPÍTULO 4	28
ALTERAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO SOLO A PENETRAÇÃO EM FUNÇÃO DO TRÁFEGO DE COLHEDORAS AUTOPROPELIDAS EQUIPADAS COM RODADOS DE PNEUS E ESTEIRAS	
<i>Marlon Eduardo Posselt</i> <i>Emerson Fey</i> <i>Charles Giese</i> <i>Jean Carlos Piletti</i> <i>José Henrique Zitterell</i> <i>Jéssica da Silva Schmidt</i> <i>Hediane Caroline Posselt</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926044	

CAPÍTULO 5	37
ANÁLISE FISIOLÓGICA DE MUDAS DE MAMOEIRO SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PALHA DE CAFÉ COMO SUBSTRATO ALTERNATIVO	
<i>Almy Castro Carvalho Neto</i>	
<i>Vinicius De Souza Oliveira</i>	
<i>Fábio Harry Souza</i>	
<i>Lucas Bohry</i>	
<i>Jairo Camara de Souza</i>	
<i>Ricardo Tobias Plotegher da Silva</i>	
<i>Karina Tiemi Hassuda dos Santos</i>	
<i>Sávio da Silva Berilli</i>	
<i>Robson Prucoli Posse</i>	
<i>Edilson Romais Schmidt</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926045	
CAPÍTULO 6	44
ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE LINGUIÇAS FRESCAIS SUÍNAS COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE PELOTAS-RS	
<i>Tatiane Kuka Valente Gandra</i>	
<i>Pâmela Inchauspe Corrêa Alves</i>	
<i>Letícia Zarnott Lages</i>	
<i>Eliezer Avila Gandra</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926046	
CAPÍTULO 7	50
ANÁLISE RADIOGRÁFICA DA CINTURA PÉLVICA DE SERPENTES DA FAMÍLIA BOIDAE	
<i>Mari Jane Taube</i>	
<i>Luciana do Amaral Oliveira</i>	
<i>Andressa Hiromi Sagae</i>	
<i>Patricia Santos Rossi</i>	
<i>Zara Bortolini</i>	
<i>Ricardo Coelho Lehmkuhl</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926047	
CAPÍTULO 8	55
APLICAÇÃO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS AO CÓRREGO TOCANTINS EM JANUÁRIA - MG	
<i>Érica Aparecida Ramos da Mota</i>	
<i>Dhenny Costa Da Mota</i>	
<i>Tháisa Maria Batista Ramos</i>	
<i>Diana da Mota Guedes</i>	
<i>Antonio Fabio Silva Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926048	
CAPÍTULO 9	60
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA AGROINDÚSTRIA DO AÇAÍ: UMA REVISÃO	
<i>Tatyane Myllena Souza da Cruz</i>	
<i>Camile Ramos Lisboa</i>	
<i>Nadia Cristina Fernandes Correa</i>	
<i>Geormenny Rocha dos Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8451926049	

CAPÍTULO 10	75
ASPECTOS DA PRODUÇÃO DO CUPUAÇU NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU- PARÁ	
<i>Rosilane Carvalho da Conceição</i>	
<i>Rayanne dos Santos Guimarães</i>	
<i>Deize Brito Pinto</i>	
<i>Ederson Rodrigues da Silva</i>	
<i>Michel Lima Vaz de Araújo</i>	
<i>Márcia Alessandra Brito de Aviz</i>	
DOI 10.22533/at.ed.84519260410	
CAPÍTULO 11	81
ASPECTOS DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DO <i>Theobroma grandiflorum</i> , NA AMAZÔNIA ORIENTAL	
<i>Artur Vinicius Ferreira dos Santos</i>	
<i>Brenda Karina Rodrigues da Silva</i>	
<i>Bruno Borella Anhô</i>	
<i>Antonia Benedita da Silva Bronze</i>	
<i>Paulo Roberto Silva Farias</i>	
<i>José Itabirici de Souza e Silva Júnior</i>	
DOI 10.22533/at.ed.84519260411	
CAPÍTULO 12	91
ATAQUE DE LEPIDÓPTEROS EM PLANTAS DA CULTIVAR DE MARACUJAZEIRO ORNAMENTAL BRS ROSEA PÚRPURA	
<i>Tamara Esteves Ferreira</i>	
<i>Fábio Gelape Faleiro</i>	
<i>Jamile Silva Oliveira</i>	
<i>Alexandre Specht</i>	
DOI 10.22533/at.ed.84519260412	
CAPÍTULO 13	101
ATIVIDADE BIOLÓGICA IN VITRO DO ÓLEO ESSENCIAL EXTRAÍDO DAS FOLHAS DE CHENOPODIUM AMBROSIOIDES	
<i>Flávia Fernanda Alves da Silva</i>	
<i>Cassia Cristina Fernandes Alves</i>	
<i>Wendel Cruvinel de Sousa</i>	
<i>Fernando Duarte Cabral</i>	
<i>Larissa Sousa Santos</i>	
<i>Mayker Lazaro Dantas Miranda</i>	
DOI 10.22533/at.ed.84519260413	
CAPÍTULO 14	106
AUXINAS: ASPECTOS GERAIS E UTILIZAÇÕES PRÁTICAS NA AGRICULTURA	
<i>Dablieny Hellen Garcia Souza</i>	
<i>Daiane Bernardi</i>	
<i>Jussara Carla Conti Friedrich</i>	
<i>Luciana Sabini da Silva</i>	
<i>Noéle Khristinne Cordeiro</i>	
<i>Norma Schlickmann Lazaretti</i>	
DOI 10.22533/at.ed.84519260414	

CAPÍTULO 15 118

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PORTÁTIL DE ALIMENTAÇÃO PARA UM LASER APLICADO EM ANÁLISES BIOSPECKLE LASER EM PROCESSOS AGROPECUÁRIOS

José Eduardo Silva Gomes
Roberto Alves Braga Junior
Dione Weverton dos Reis Araújo
Igor Veríssimo Anastácio Santos

DOI 10.22533/at.ed.84519260415

CAPÍTULO 16 124

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TEORES DE GORDURA NA ELABORAÇÃO DE PÃO SOVADO

Pâmela Malavolta da Fontoura Pignatari
Fabíola Insaurriaga Aquino
Patrícia Radatz Thiel
Fabrizio da Fonseca Barbosa
Márcia Arocha Gularte

DOI 10.22533/at.ed.84519260416

CAPÍTULO 17 130

AVALIAÇÃO DA RESISTENCIA TÊNsil E FRIABILIDADE DE UM SOLO CONSTRUÍDO EM RECUPERAÇÃO APÓS MINERAÇÃO DE CARVÃO

Mateus Fonseca Rodrigues
Thais Palumbo Silva
Lucas Silva Barbosa
Lizete Stumpf
Luiz Fernando Spinelli Pinto
Eloy Antonio Pauletto
Pablo Miguel

DOI 10.22533/at.ed.84519260417

CAPÍTULO 18 137

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO MÚSCULO DE TAINHA (*Mugil liza*) PROVENIENTES DE CRIAÇÃO E DE CAPTURA

Alan Carvalho de Sousa Araujo
Meritaine da Rocha
Carlos Prentice- Hernández

DOI 10.22533/at.ed.84519260418

CAPÍTULO 19 145

AVALIAÇÃO DE FONTES DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS MICROPROPAGADAS DE *CAPSICUM* SPP A UM ISOLADO VIRAL OBTIDO DE PIMENTEIRA COLETADA NO MUNICÍPIO DE SUMÉ - PB

Dayse Freitas de Sousa
Ana Verônica Silva do Nascimento
José Davi dos Santos Neves

DOI 10.22533/at.ed.84519260419

CAPÍTULO 20 153

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIBACTERIANO DE ÓLEO DE PALMA (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Valeska Rodrigues Roque
Pâmela Inchauspe Corrêa Alves
Marjana Radünz
Taiane Mota Camargo
Bruna da Fonseca Antunes
Eliezer Avila Gandra

DOI 10.22533/at.ed.84519260420

CAPÍTULO 21 162

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS GENÉTICOS DA CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA À ADUBAÇÃO COM SILÍCIO E AO ESTRESSE HÍDRICO

Mariana Cabral Pinto
João de Andrade Dutra Filho

DOI 10.22533/at.ed.84519260421

CAPÍTULO 22 171

AVANÇOS E DESAFIOS DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE EMBALAGEM PÓS-CONSUMO NO BRASIL

Karla Beatriz Francisco da Silva Sturaro
Thiago Urtado Karaski
Leda Coltro

DOI 10.22533/at.ed.84519260422

CAPÍTULO 23 184

BALANÇO ENERGÉTICO E ECONÔMICO DA SEMEADURA CRUZADA DE SOJA

Neilor Bugoni Riquetti
Paulo Roberto Arbex Silva
Saulo Fernando Gomes de Sousa
Leandro Augusto Félix Tavares
Tiago Pereira da Silva Correia
Samuel Luiz Fioreze
Jonatas Thiago Piva

DOI 10.22533/at.ed.84519260423

CAPÍTULO 24 198

BIOQUÍMICA DO ESTRESSE SALINO EM PLANTAS

Nohora Astrid Vélez Carvajal
Patrícia Alvarez Cabanez
Milene Miranda Praça Fontes
Rafael Fonseca Zanotti
Rodrigo Sobreira Alexandre
José Carlos Lopes

DOI 10.22533/at.ed.84519260424

CAPÍTULO 25 207

CAN THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL OF THE COASTAL PLAIN OF THE BRAZILIAN STATE OF RS INTERFERE IN THE NUTRITIONAL VALUE OF PUITA INTA CL RICE?

Jeremias Pakulski Panizzon
Neiva Knaak
Denise Dumoncel Righetto Ziegler
Renata Cristina de Souza Ramos
Uwe Horst Schulz
Lidia Mariana Fiuza

DOI 10.22533/at.ed.84519260425

CAPÍTULO 26 220

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SILAGEM DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE MILHO (ZEA MAYS L.) NO NOROESTE CAPIXABA

Luciene Lignani Bitencourt
Wellington Raasch Piske
Hellysa Gabryella Rubin Felberg
Ariane Martins Silva Gonçalves
Leandro Glaydson da Rocha Pinho
Mércia Regina Pereira de Figueiredo
Felipe Lopes Neves
Fábio Ribeiro Braga
Diogo Vivacqua de Lima

DOI 10.22533/at.ed.84519260426

CAPÍTULO 27 230

CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM POLPA E DOCE CREMOSO DE BUTIÁ

Raquel Moreira Oliveira
Lisiane Pintanela Vergara
Rodrigo Cezar Franzon
Josiane Freitas Chim
Caroline Dellinghausen Borges
Rui Carlos Zambiasi

DOI 10.22533/at.ed.84519260427

CAPÍTULO 28 236

CARACTERIZAÇÃO DE SEMENTES E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE CUPUAÇU

Oscar José Smiderle
Aline das Graças Souza
Hyanameyka Evangelista de Lima-Primo
Kelly Andrade Costa

DOI 10.22533/at.ed.84519260428

SOBRE O ORGANIZADOR..... 245

ADAPTAÇÃO DE UM TRATOR AGRÍCOLA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA MOTORA (CADEIRANTES)

Ceziane Leite Soares

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus Santa Teresa-ES

Elcio das Graça Lacerda

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus Santa Teresa-ES,

Luiz Freitas Neto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus Santa Teresa-ES

RESUMO: Objetivou-se adaptar um trator agrícola de pneus modelo TL85E 4 x 2 TDA da marca NEW HOLLAND ano de fabricação 2010 para pessoas com deficiência (cadeirante). Este trator é composto de sistema hidráulico do tipo válvula de centro TANDEN (bomba de engrenagens). A adaptação da plataforma de levante foi realizada por meio de bicos hidráulicos de engate rápido da própria máquina. Na parte inferior da plataforma do trator fixou-se o cilindro acoplado a plataforma de levante com uma cadeira fixada na parte superior para fins de subida e descida do cadeirante até o posto de operação. O comando de deslocamento dessa plataforma foi realizado por meio de alavanca hidráulica. O projeto foi realizado com sucesso

e o trator agrícola de pneus adaptado encontra-se em pleno funcionamento. Para a realização desse protótipo a ergonomia foi de fundamental importância, onde estudamos fatores como o homem e suas características físicas, psicológicas e fisiológicas. Sempre relacionando ao conforto e comodidade do operador cadeirante. O trabalho além de proporcionar inclusão desses profissionais cadeirantes ao mercado de trabalho, conseqüentemente permitirá a inclusão de alunos com deficiência motora a executarem aulas práticas de campo com o uso de tratores e máquinas agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: Ergonomia; mecanização inclusiva; aulas práticas inclusivas;

ADAPTATION OF AN AGRICULTURAL TRACTOR FOR DISABLED PEOPLE (CADEIRANTS).

ABSTRACT: The objective was to adapt an agricultural tractor of tires model TL85E 4 x 2 TDA of the mark NEW HOLLAND year of manufacture 2010 for people with deficiency (wheelchair). This tractor is composed of TANDEN center valve type hydraulic system (gear pump). The adaptation of the lift platform was accomplished by means of hydraulic quick couplers of the machine itself. In the lower part of the platform of the tractor, the cylinder attached to the platform of lift has been fixed with a chair

fixed in the upper part for purposes of ascent and it decides of the wheelchair until the station of operation. The displacement control of this platform was accomplished by means of hydraulic lever. The project has been successfully completed and the adapted agricultural tire tractor is in full operation. For the realization of this prototype ergonomics was of fundamental importance, where we studied factors such as man and his physical, psychological and physiological characteristics. Always relating to the comfort and convenience of the wheelchair operator. The work besides adding these professionals to the labor market, consequently will allow the inclusion of students with motor disabilities to perform practical lessons in the field with the use of tractors and agricultural machinery.

KEYWORDS: Ergonomics; inclusive mechanization; inclusive practical classes;

INTRODUÇÃO

Em virtude de acidentes vários operadores de tratores agrícolas tornaram-se deficientes físicos, e na maioria das vezes paraplégicos (cadeirantes), com isso, passando a ser considerados inúteis perante sua profissão, levando-os a uma aposentadoria precoce.

Os operadores de tratores e máquinas agrícolas são pessoas treinadas e habituadas a desenvolverem tarefas mecanizadas desde as mais simples às mais complexas, sempre operando o maquinário da propriedade rural, o que acontece a estes trabalhadores após um acidente de trabalho onde ficam sequelas físicas, é que passam a realizar, quando possível, trabalhos não satisfatórios na propriedade, pois os mesmos se sentem inferiores aos demais, pois ficaram impossibilitados de exercer sua profissão original a qual desenvolviam com maestria. Além da realidade dos trabalhadores que ficaram impossibilitados de exercer sua profissão, existem as pessoas que nasceram com alguma deficiência motora em não tem como operar uma máquina agrícola devido ao grau de dificuldade que estas impõem, por causa de sua estrutura, onde está relacionada à altura do posto de trabalho do operador em relação ao solo é de difícil acesso assim necessitando de adaptações específicas e assim proporcionar viabilidade técnica para operar uma máquina agrícola.

Diante dessas realidades, fica claro que no campo, ao contrário dos centros urbanos, não existe ainda uma tecnologia inclusiva, a qual permita a estes profissionais voltarem a serem produtivos naquilo que sabem fazer, operar um trator, e ao mesmo tempo sintam-se úteis no mercado de trabalho. Dessa forma uma maneira eficiente que resolveria em boa parte essa dura realidade seria o desenvolvimento de um trator adaptado, o qual permitisse ser operado por pessoas cadeirantes ou que tenham algumas limitações motoras. Outra vantagem seria propiciar as pessoas que tem a deficiência motora que não trabalhou como tratorista possa fazer treinamentos e exercer a nova profissão.

Observando a impossibilidade dos cadeirantes de operar um trator agrícola e

em tempo resgatar à autonomia e independência destes, foi idealizado um elevador tipo plataforma e as adaptações necessárias nos comandos do trator para que os cadeirantes tenham acesso ao posto de trabalho com facilidade e autossuficiência, ou seja, sem depender de outra pessoa para subir no trator, visando resgatar uma mão de obra já qualificada e inseri-la novamente no mercado de trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

O Projeto foi conduzido no setor de mecanização agrícola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo Campus Santa Teresa, localizado na rodovia ES 080 km 93, São Joao de Petrópolis, município de Santa Teresa, Estado do Espírito Santo. Onde se adaptou um trator agrícola de pneus modelo TL85E 4 x 2 TDA da marca NEW HOLLAND ano de fabricação 2010 (figura 01).



FIGURA 1. Trator de teste a ser instrumentado.

De maneira geral a adaptação da plataforma de levante foi realizada por meios de bicos hidráulicos de engate rápido do próprio trator, pois esse modelo nos dá essa viabilidade de trabalho além de sua plataforma ser espaçosa. No funcionamento do elevador a válvula de pressão não precisou ser fechada devido a bomba hidráulica do trator vir ajustada corretamente de fábrica, a partir desse ajuste pode-se instalar qualquer outro implemento hidráulico com segurança. Contudo o lado escolhido para essa adaptação foi o lado direito devido ser viável e fácil de adaptar por não haver alguns empecilhos, tais como escada para subir e o tanque de combustível. Além que, adaptando o lado direito do trator para o PCD o lado esquerdo ficou com as características normais de fábrica, atendendo uma pessoa sem deficiência. Na parte inferior da plataforma do trator contém entradas de elementos de fixação (parafusos) onde se fixou o cilindro que está acoplado numa plataforma de levante com uma cadeira soldada na parte superior para fins de deslocamento subida e descida do operador cadeirante. O comando de deslocamento dessa plataforma foi realizado por meio de alavanca hidráulica, de fácil alcance e ergonomicamente correta. O cilindro hidráulico utilizado tem um comprimento de 50 cm, pois a altura do assoalho da plataforma do

trator ao solo é de 100 cm, além de mais 50 cm entre o assoalho da plataforma até a base do assento do operador. A camisa do cilindro mais a haste totalmente esticada soma-se o total de 100 cm, mas esses 100 cm não foram suficientes para alcançar o solo faltaram 50 cm, para compensar a diferença entre a base da plataforma e o assento, com isso foi fabricada uma rampa móvel para compensar essa altura de 50 cm em relação à superfície do solo e a plataforma de assento.

Dimensionamento do cilindro hidráulico

Geralmente, o que mais nos interessa em um cilindro, é a força que ele pode fornecer, assim como, a velocidade de trabalho ou tempo de avanço e retorno. Como nesse caso, o tempo de retorno e de avanço é o mesmo, utilizam-se as seguintes equações (eq: 01 e 02).

$$Ap = \frac{F1}{P}$$

(1)

$$Dp = \sqrt{4 \times Ap / \pi}$$

(2)

em que,

Ap: Área do pistão

Dp: Diâmetro do pistão

Foram adaptadas duas alavancas de comando próximas ao volante de direcionamento do trator as quais por meio de contato direto com os pedais de controle de movimento do trator, sendo uma para acionar o sistema de frenagem da máquina e a outra o sistema de embreagem. Já para o sistema de aceleração não foi necessário nenhuma adaptação, pois devido ao modelo do trator ser dotado além do acelerador de pé e também dotado de alavanca de aceleração manual.

Para proporcionar uma maior segurança ao operador com deficiência de locomoção, foi adaptada a cadeira da plataforma de levante hidráulica do trator um sistema de cinto de segurança além do cinto que vem de fábrica no assento normal de operação, vez que este sistema confere uma maior segurança ao operador. Além desse item ainda foi colocado tanto no acento da cadeira que faz parte da plataforma de elevação como no acento do trator uma almofada específica para cadeirantes para proporcionar maior conforto, já que certas partes do corpo do PcD ficam sensíveis, em virtude de uma menor massa corpórea localizada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a realização desse protótipo a ergonomia foi de fundamental importância,

onde estudamos fatores como o homem e suas características físicas, psicológicas e fisiológicas. Sempre relacionando ao conforto e comodidade do operador cadeirante. Sob essa análise de conforto e comodidade que foi escolhido o trator TL85E da New Holland, pois esse trator ofereceu melhor localização dos comandos de operação de instrumentos de controle. A aplicação da ergonomia é de fundamental importância para trazer segurança ao operador. Portanto, o uso de dimensionamento errado dos controles comandos e manejos, num longo espaço de tempo, podem provocar lesões, diminuição da produtividade e irritabilidade do operador (DUL; WEERDMEESTER, 2004). Com isso o trator instrumentado encontra-se em pleno funcionamento com todas as adaptações realizadas de forma ergonômica.



FIGURA 2. Trator de teste após ser instrumentado.

CONCLUSÕES

O projeto foi realizado com sucesso e o trator agrícola de pneus adaptado encontra-se em pleno funcionamento;

Através desse projeto pode-se provar que uma pessoa com deficiência (PcD) pode operar um trator desde que adaptado a suas condições.



FIGURA 3. Equipe de pesquisadores do IFES-ST e Operador cadeirante.

REFERÊNCIAS

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **ERGONOMIA PRÁTICA**. 2 ed. SÃO PAULO: Ed. Edgard Blucher, 2004. 137p.

A TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA COMO ESTRATÉGIA PARA PARA DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

Aline Queiroz de Souza

Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública.

São Paulo - SP

Ednilson Viana

Universidade de São Paulo, Escola de Artes, Ciências e Humanidades

São Paulo - SP

Homero Fonseca Filho

Universidade de São Paulo, Escola de Artes, Ciências e Humanidades

São Paulo - SP

RESUMO: Diante dos impactos da agricultura convencional de larga escala na saúde humana e nos ecossistemas, modelos alternativos de produção de alimentos, desenvolvidos com base em princípios ecológicos, têm ganhado reconhecimento científico e social, com destaque para os sistemas agroecológicos de produção. Organizações internacionais como a Organização das Nações Unidas, por meio da FAO e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS, têm incentivado o fortalecimento da agricultura familiar para a promoção da alimentação adequada e saudável. O objetivo deste artigo é refletir sobre a transição agroecológica de agricultores familiares como estratégia possível para

atingir maiores patamares de sustentabilidade, incluindo a promoção da segurança e soberania alimentar. A transição agroecológica é entendida em sentido mais amplo do que a conversão dos sistemas produtivos, considerando os múltiplos fatores e dimensões sociais envolvidas. A reflexão foi conduzida por meio de revisão bibliográfica realizada como etapa da pesquisa de mestrado, iniciada em 2017.

PALAVRAS-CHAVE: transição agroecológica, sustentabilidade, segurança alimentar, soberania alimentar, objetivos de desenvolvimento sustentável

ABSTRACT: Faced with the impacts of large-scale conventional agriculture on human health and ecosystems, alternative models of food production, developed on the basis of ecological principles, have gained scientific and social recognition, with emphasis on agroecological production systems. International organizations such as the United Nations, through FAO and the Sustainable Development Goals (ODS), have encouraged the strengthening of family farming to promote adequate and healthy food. The objective of this article is to reflect about the agroecological transition of family farmers as a possible strategy to achieve higher levels of sustainability, including the promotion of food security and sovereignty. The agroecological transition is understood in a broader sense

than the conversion of production systems, considering the multiple factors and social dimensions involved. The reflection was conducted through a bibliographical review carried out as a stage of the master 's research, begun in 2017.

KEYWORDS: Agroecological transition, sustainability, food security, food sovereign, sustainable development goals

1 | INTRODUÇÃO

A produção de alimentos para o abastecimento de uma população crescente, desenvolvida com base em tecnologias alternativas e menores impactos socioambientais, constitui um dos principais desafios atuais para a sustentabilidade.

O papel da agricultura na promoção de alimentação adequada e saudável se depara com o desafio derivado da coexistência de dois modelos de agricultura no Brasil, a agricultura patronal (conhecida como o setor do agronegócio) e a agricultura familiar (englobando uma variedade de grupos sociais). A coexistência deste dois modelos é marcada por complementaridades, tensões e contradições (MALUF et al., 2014).

Além de promover a degradação da natureza e comprometer a biodiversidade, a concentração de terras no Brasil, na mão de poucos, é considerada uma das principais causas de iniquidades sociais, o que contribui para a expansão de modelos de agricultura altamente tecnológicos, com uso extensivo de agroquímicos que impactam a saúde de trabalhadores rurais e de consumidores. Entretanto a monocultura de larga escala e a criação de gado ocupam um importante papel na economia brasileira e também no abastecimento de alimentos no mercado nacional (CARNEIRO et al., 2015), bem como no mercado mundial.

Em 2015, a Cúpula da Organização das Nações Unidas - ONU lançou os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), em Nova Iorque, reconhecendo a necessidade de considerar e equilibrar as dimensões social, econômica e ambiental do desenvolvimento. O processo rumo à agenda de desenvolvimento pós-2015 foi liderado pelos Estados-membros com a participação dos principais grupos e partes interessadas da sociedade civil. A agenda reflete os novos desafios de desenvolvimento e está ligada ao resultado da Rio+20 – a Conferência da ONU sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada em junho de 2012 no Rio de Janeiro, Brasil. Dentre vários aspectos, os dezessete ODS visam: ao combate à fome e à pobreza; à promoção da educação inclusiva e equitativa; à igualdade de gênero e ao empoderamento da mulher; ao emprego pleno e ao trabalho decente; à redução da desigualdade; ao acesso à água, ao saneamento e à energia; à infraestrutura e a cidades resilientes; a padrões de produção e consumo sustentáveis; ao combate às mudanças climáticas e a seus impactos; ao uso sustentável dos oceanos, mares e recursos marinhos; à recuperação e à promoção do uso consciente dos ecossistemas terrestres (NAÇÕES

UNIDAS, 2018).

Neste artigo discutiremos as possibilidades e desafios para a transição agroecológica como estratégia possível para alcançar o que tange o objetivo 2 dos ODS: *“acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável”*.

A intenção não é defender a agroecologia como única saída para resolver o problema da fome, segurança alimentar e melhoria da nutrição, tampouco sustentar que este objetivo possa ser atingido plenamente. Seria uma afirmação ingênua, visto que a sociedade está inserida em um sistema econômico que se reproduz por meio da exploração da mão-de-obra e que produz intensas desigualdades sociais.

Os ODS são apresentados neste artigo como ponto de convergência potencial para orientar e direcionar as ações do estado e da sociedade civil bem como estimular o desenvolvimento de políticas públicas direcionadas aos objetivos propostos.

Dentre as metas estabelecidas para o cumprimento deste objetivo 2 até 2030, duas dizem respeito diretamente ao fortalecimento da agricultura familiar e à promoção de sistemas sustentáveis de produção de alimentos, são elas:

- *“2.3 Até 2030, dobrar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos, particularmente das mulheres, povos indígenas, agricultores familiares, pastores e pescadores, inclusive por meio de acesso seguro e igual à terra, outros recursos produtivos e insumos, conhecimento, serviços financeiros, mercados e oportunidades de agregação de valor e de emprego não agrícola;*
- *2.4 Até 2030, garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo.”*

Pode-se dizer que a primeira meta, 2.3, refere-se diretamente ao fortalecimento e à inclusão produtiva de agricultoras e agricultores familiares, com ênfase na igualdade de gênero e na inclusão de grupos mais vulneráveis, como povos indígenas e outros povos tradicionais e no acesso a recursos produtivos, conhecimentos e mercados.

A meta 2.4, por sua vez, faz referência à promoção de sistemas sustentáveis de produção de alimentos e à adoção de práticas agrícolas “resilientes”, voltadas à manutenção dos ecossistemas, à adaptação às mudanças climáticas e à melhoria da qualidade do solo. Identificamos a convergência dessas metas, especialmente a segunda, com os fundamentos, princípios e práticas propostos pela Agroecologia, sendo a mesma compreendida como um conjunto de conhecimentos voltados à construção de uma agricultura e de sistemas agroalimentares sustentáveis, que atendam simultaneamente a critérios sociais, econômicos, políticos, culturais e

ambientais (SILIPRANDI, 2015).

Para que os sistemas agroalimentares atuais, tornem-se sustentáveis no sentido apontado pela meta 2.4, é necessária uma mudança para novos paradigmas de produção e consumo que necessitam ser construídos com base em novos valores, conhecimentos e ações de diversos atores. Este processo de transformação será discutido no texto com base no conceito de *transição agroecológica*, entendendo que a mesma pode constituir uma resposta aos desafios colocados pelo ODS 2 ODS: “*acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável*”.

2 | FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR E SUA RELAÇÃO COM A SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL - SAN

As propostas de soberania e segurança alimentar, com ênfase na agricultura familiar e na multiplicidade de formas de produção localmente apropriadas estão sendo cada vez mais incorporadas nas recomendações de organizações internacionais. A FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) designou 2014 como o ano da agricultura familiar, em reconhecimento a seu “importante papel na erradicação da fome e pobreza, provisão de segurança alimentar e nutricional, melhora dos meios de subsistência, gestão dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e para o desenvolvimento sustentável, particularmente nas áreas rurais” e ao fato de que “a agricultura familiar é a forma predominante de agricultura no setor da produção de alimentos, não só nos países em desenvolvimento, mas também nos desenvolvidos” (FAO, 2014).

A agricultura familiar “*consiste em um meio de organização das produções agrícola, florestal, pesqueira, pastoril e aquícola que são gerenciadas e operadas por uma família e predominantemente dependente de mão-de-obra familiar, tanto de mulheres quanto de homens*” (FAO, 2014). No Brasil, a Lei Federal Nº 11.326/2006, conhecida como Lei da Agricultura Familiar, e seu decreto de regulamentação, Decreto Nº 9.064/2017, estabeleceram critérios para seu enquadramento: “*I- possuir, a qualquer título, área de até quatro módulos fiscais; II - utilizar, no mínimo, metade da força de trabalho familiar no processo produtivo e de geração de renda; III- auferir, no mínimo, metade da renda familiar de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; IV- ser a gestão do estabelecimento ou do empreendimento estritamente familiar*” (BRASIL, 2017).

Além disso a definição abrange no segmento da agricultura familiar os silvicultores, aquicultores, extrativistas, pescadores artesanais, povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais (BRASIL, 2006).

De acordo com o Censo Agropecuário Brasileiro do ano de 2006, 4,3 milhões

de agricultores familiares (84,4% dos estabelecimentos brasileiros) ocupam apenas 24,3% da área total ocupada pelos estabelecimentos agropecuários brasileiros. *“Estes resultados mostram uma estrutura agrária ainda concentrada no País: os estabelecimentos não familiares, apesar de representarem 15,6% do total dos estabelecimentos, ocupavam 75,7% da área ocupada. A área média dos estabelecimentos familiares era de 18,37 hectares, e a dos não familiares, de 309,18 hectares”* (IBGE, 2009, p. 19).

A despeito das pequenas áreas de produção, estima-se que a agricultura familiar é responsável pela produção de cerca de 70% dos alimentos consumidos em todo o país (CARNEIRO et al., 2015). De acordo com o Censo 2006, a participação da agricultura familiar em culturas selecionadas é equivalente a: 87,0% da produção nacional de mandioca, 70,0% da produção de feijão, 46,0% do milho, 38,0% do café, 34,0% do arroz, 58,0% do leite (composta por 58,0% do leite de vaca e 67,0% do leite de cabra), possuíam 59,0% do plantel de suínos, 50,0% do plantel de aves, 30,0% dos bovinos, e produziam 21,0% do trigo. A cultura com menor participação da agricultura familiar foi a da soja (16,0%), um dos principais produtos da pauta de exportação brasileira (IBGE, 2009, pg.20).

Os dados preliminares do Censo de 2017, revelaram que a agricultura familiar ocupa cerca de 7 de cada 10 postos de trabalho na agricultura brasileira, representando quase 11 milhões de ocupados (73%) contra 4 milhões ocupados na agricultura não-familiar (23%) (IBGE, 2017), um dado essencial quando sabemos que o desemprego estrutural apresenta-se como um dos grandes desafios das sociedades modernas.

A chamada agricultura familiar no Brasil começou a ganhar espaço na agenda de discussão política a partir de 1995, com a incorporação do termo pelo Movimento Sindical dos Trabalhadores Rurais e pela criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), primeiro programa governamental voltado para este segmento social, que surgiu como “resposta às demandas históricas do movimento sindical rural, que exigia políticas públicas diferenciadas para os setores empobrecidos do campesinato - ou menos capitalizados - e historicamente excluídos dos programas governamentais de crédito rural” (SAUER, 2008).

A partir do primeiro governo Lula as políticas públicas orientadas para o fortalecimento da agricultura familiar começaram a ganhar maior relevância no cenário político, mesmo com a continuidade dos incentivos em maior proporção ao agronegócio (FAKIH & VALENTIM, 2015). Entre as políticas públicas de incentivo a agricultura familiar destacam-se, além do PRONAF, o Programa Aquisição de Alimentos – PAA – e o Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE.

Tanto o PAA quanto o PNAE, criados no primeiro governo Lula, se diferenciam das políticas até então implementadas por articular a compra da produção familiar com ações de segurança alimentar e nutricional.

No PAA as aquisições de alimentos ocorrem sem licitações e os valores pagos são compatíveis aos praticados nos mercados regionais, uma inovação institucional

importante pois facilita o acesso dos pequenos produtores. Os alimentos devem ser direcionados às instituições socioassistenciais, ou a um equipamento público de alimentação, como os restaurantes populares ou bancos de alimentos, o que contribui para melhoria da alimentação de indivíduos em situação de insegurança alimentar ou em vulnerabilidade social (BATISTA et al., 2016).

De acordo com análise desenvolvida pelo IPEA (2010), por oferecer uma possibilidade comercial importante para os produtores, o PAA desempenha um papel significativo na melhoria das capacidades de acesso a mercados destes agricultores. A promoção de mudanças nos processos produtivos e organizacionais dos agricultores foi possibilitada pela segurança de acesso regular a um mercado vantajoso. As vendas a preços garantidos consistem em fator fundamental para que os agricultores invistam no fortalecimento das suas capacidades produtivas e organizacionais.

Quanto ao PNAE, apesar de existir desde 1954, se constituiu como política de fortalecimento da agricultura familiar em 2009, com uma nova lei que estabeleceu uma nova regulação para o programa. A lei estabelece a alocação obrigatória de 30% dos recursos transferidos do governo federal para os estados e municípios para a compra direta de alimentos de agricultores familiares e suas organizações (MALUF et al., 2014).

O programa oferece diariamente cerca de 46 milhões de refeições gratuitas nas escolas públicas de todo o país e apesar de muitos municípios terem atingido ou superado a porcentagem mínima de 30%, a compra de agricultores familiares nas grandes cidades ainda representa um grande desafio (MALUF et al., 2014).

Não é intenção deste artigo aprofundar na avaliação das políticas públicas referidas. Entretanto, a partir desta rápida análise, é possível ter evidências dos avanços alcançados pelo país nos últimos anos no caminho do fortalecimento da produção de alimentos pela agricultura familiar.

De acordo com a FAO (2014), “em nível nacional, existe uma série de fatores que são fundamentais para o bom desenvolvimento da agricultura familiar, tais como: condições agroecológicas e as características territoriais; ambiente político; acesso aos mercados; o acesso à terra e aos recursos naturais; acesso à tecnologia e serviços de extensão; o acesso ao financiamento; condições demográficas, econômicas e socioculturais; disponibilidade de educação especializada; entre outros” (FAO, 2014).

Mesmo com a criação destas políticas públicas de incentivo à agricultura familiar, estes fatores ainda constituem ainda um grande desafio.

Entre os desafios colocados estão a continuidade destes programas face à descontinuidade política, o ganho de maior autonomia dos agricultores com ampliação e conquista de novos mercados, como as vendas diretas aos consumidores, a falta de assistência técnica e extensão rural em quantidade e qualidade destinada a este segmento, entre outros.

3 | A AGROECOLOGIA COMO REFERÊNCIA PARA A AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

A Agroecologia surge na década de oitenta como disciplina científica, sendo definida em seu início como *“a aplicação de conceitos e princípios da Ecologia no desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis”* (GLIESSMAN, 2009, pg.56). Ao longo do tempo novas compreensões foram construídas, originando correntes com abordagens e ênfases diversas. Seu sentido e escalas são ampliados para o *“estudo integral da ecologia do sistema alimentar em sua totalidade abarcando as dimensões ecológicas, sociais e econômicas”* (FRANCIS et. al., 2003, pg.100).

Atualmente é interpretada como uma ciência multidisciplinar, um movimento político e social e uma prática (WEZEL et al., 2009; CAPORAL COSTABEBER, 2000; ABA, 2017), *“portadora de um enfoque científico, teórico, prático e metodológico que articula diferentes áreas do conhecimento de forma transdisciplinar e sistêmica, orientada a desenvolver sistemas agroalimentares sustentáveis em todas as suas dimensões”* (ABA, 2017).

A agroecologia pretende apoiar a transição dos atuais modelos de agricultura e de desenvolvimento rural, considerados insustentáveis, para outros considerados sustentáveis (SILIPRANDI, 2015).

Enquanto ciência ou disciplina científica um dos principais objetos de estudo da Agroecologia são os agroecossistemas, considerados unidades fundamentais para o estudo e planejamento das intervenções para o desenvolvimento rural sustentável. Segundo CAPORAL & COSTABEBER (2000), *“nestas unidades geográficas e socioculturais que ocorrem os ciclos minerais, as transformações energéticas, os processos biológicos e as relações socioeconômicas, constituindo o lócus onde se pode buscar uma análise sistêmica e holística do conjunto destas relações e transformações”* (CAPORAL; COSTABEBER, 2000).

A concepção destes sistemas se baseia na aplicação dos seguintes princípios ecológicos (REINJNTJES et al., 1992 *apud* ALTIERI, 2012 pg.106):

- *“Aumentar a ciclagem de biomassa e otimizar a disponibilidade e fluxo equilibrado de nutrientes.*
- *Assegurar solo com condições favoráveis para o crescimento das plantas particularmente por meio do manejo de maneira orgânica e do incremento de sua atividade biológica.*
- *Minimizar as perdas decorrentes dos fluxos de radiação solar, ar e água por meio do manejo do microclima, da captação de água e da cobertura do solo.*
- *Promover a diversificação inter e intraespecífica no agroecossistema, no tempo e no espaço.*
- *Aumentar as interações biológicas e os sinergismos entre os componentes*

da biodiversidade promovendo processos e serviços ecológicos chaves. ”

O conceito de agricultura sustentável adotado neste artigo pressupõe práticas que reduzem o uso insumos externos (pesticidas e aportes mecânicos), e abordagens agroecológicas, como a rotação de culturas e os cultivos diversificados, o manejo ecológico e integrado de pragas e cultivos de cobertura (WEZEL et al., 2009).

Uma extensa compilação de estudos realizada pela Universidade de Michigan (EUA) demonstrou que os sistemas orgânicos de produção alcançam rendimentos físicos iguais ou superiores aos sistemas que utilizam agroquímicos (BADGLEY *et al.*, 2007).

Esse e outros estudos demonstram que a agricultura de base ecológica é capaz de oferecer respostas consistentes ao conjunto de desafios ambientais, econômicos e sociais enfrentados na atualidade (ALTIERI *et al.*, 2011). Por essa razão, desde a crise alimentar de 2008, vários órgãos das Nações Unidas vêm divulgando importantes documentos que apontam a agroecologia como o enfoque mais adequado para a reestruturação dos sistemas agroalimentares modernos (IAASTD, 2009; DE SCHUTTER, 2011; UNCT, 2013).

4 | TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

Para que a agricultura atinja patamares maiores de sustentabilidade é necessário um processo de transição de modos de produção convencionais para a adoção de práticas mais sustentáveis de produção de alimentos.

De acordo com o Marco Referencial em Agroecologia da EMBRAPA (2006, p. 36) *“a agroecologia não faz sentido apenas como marco teórico. Para que ela cumpra seu papel são necessárias mudanças que fundamentam seus alicerces em uma gradual transformação das bases produtivas e sociais do uso da terra e dos recursos naturais”*. O documento relaciona a discussão sobre transição agroecológica à ampliação da sustentabilidade de longo prazo dos diversos sistemas agropecuários.

A transição agroecológica, enquanto processo de estímulo de práticas agrícolas sustentáveis, implica na gradual construção do conhecimento agroecológico, por meio da troca de saberes, experiências e interpretação dos agricultores sobre os contextos em que vivem e produzem, configurando-se como um modo alternativo de produção, em contraponto ao modelo atual convencional (CORADELLO, 2015).

Por se tratar de um processo social, implica não somente a busca de uma maior racionalização econômico-produtiva com base nas especificidades biofísicas de cada agroecossistema, mas também uma mudança de atitude e valores dos atores sociais em relação ao manejo e conservação dos recursos naturais (CAPORAL; COSTABEBER, 2000). Estas mudanças envolvem *“não apenas transformações tecnológicas na agricultura, mas buscam também orientar um movimento mais amplo de reorganização dos processos sociais e ecológicos relacionados à produção e ao*

consumo de alimentos a partir de um enfoque agroecológico” (ABA, 2017).

Para (SCHMITT, 2009), a transição agroecológica pode ser considerada como referência de análise entre os múltiplos fatores e dimensões sociais envolvidos na transição para uma agricultura sustentável, por exemplo, no confronto entre visões de mundo, novas identidades, processos de conflito e negociação.

A autora destaca que o florescimento de iniciativas de promoção de uma agricultura de base ecológica em diferentes contextos locais não ocorre apenas em função de estímulos externos, estando fortemente vinculado às estratégias de reprodução econômica e social e de manejo dos recursos naturais mobilizadas pelos agricultores e extrativistas em seu dia a dia e à constituição de redes capazes de dar suporte a essas práticas no ambiente das comunidades rurais.

Um dos grandes desafios presentes no processo de transição é a conversão dos sistemas produtivos convencionais para o sistema orgânico. Durante a fase de conversão, a produção não é mais feita pelo sistema convencional, mas ainda não pode ser vendida como orgânica. Normalmente há uma queda da produtividade habitual e o agricultor ainda não recebe o valor adicional do produto orgânico (TIVELLI, 2012).

Uma série de adequações para a conversão são necessárias para minimizar os efeitos residuais dos agrotóxicos e inserir novas práticas de manejo dos recursos, incluindo a elaboração de planos de conversão das propriedades, seguindo a instrução normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Muitas dificuldades são apontadas para a expansão da transição agroecológica e produção orgânica. Em workshop realizado em 2012 pela Sociedade Nacional de Agricultura intitulado “Desafios da agricultura orgânica em São Paulo: o que dificulta seu crescimento?” foram discutidos e elencados alguns desafios para a expansão da produção, dentre os quais destacamos: a deficiência do sistema atual de assistência técnica e extensão rural em quantidade e qualidade; a falta de apoio financeiro para a transição, a fim de minimizar os riscos e prejuízos dos produtores; os preços altos dos produtos e a necessidade de difusão de conhecimentos entre produtores, consumidores e sociedade no geral (WASCHSNER, 2013).

5 | POLÍTICAS PÚBLICAS E DESAFIOS PARA A TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

Além das políticas já referidas, cabe destacar as iniciativas do Plano Nacional de Agroecologia (PLANAPO) e da Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural – PNATER. Em 2003, durante o processo participativo de construção de Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural, realizado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA, os debates realizados em todas as regiões do país identificaram a necessidade de uma Extensão Rural Agroecológica, cuja base técnica desse suporte a processos de transição baseados nos princípios da Agroecologia, o que ficou expresso nos objetivos e princípios da PNATER e serviu de orientação para

as inúmeras ações realizadas pelo MDA no campo da extensão rural ao longo dos últimos anos (CAPORAL & PETERSEN, 2012).

Os autores apontam para os avanços da institucionalização da agroecologia como política pública nos órgãos de pesquisa e assistência técnica e extensão rural, expressos por exemplo na EMBRAPA, por meio de seu Marco Referencial em Agroecologia (EMBRAPA, 2006) e da criação de linhas de pesquisa sobre o tema. Além disso, apontam para a ampliação dos cursos de formação profissional, a partir de 2003, com a criação de mais de 100 cursos de Agroecologia e o fomento a projetos de apoio à implementação de Núcleos de Pesquisa e Extensão em Agroecologia nos Institutos Federais de Educação Tecnológica e Universidades Públicas, por meio de parceria entre o MDA- Ministério do Desenvolvimento Agrário e o CNPq – Conselho Nacional de Pesquisa.

Entretanto a ampliação da extensão rural e assistência técnica agroecológicas no território brasileiro ainda é um grande desafio a ser atingido, vista a carência na formação acadêmica dos técnicos que já atuam em campo, influenciada pelos preceitos da Revolução Verde e voltada principalmente à produtividade agrícola na perspectiva da agricultura industrial (CAPORAL & COSTABEBER, 2000).

A descontinuidade de gestão do governo federal também comprometeu o alcance e a continuidade da implementação destas políticas públicas nos últimos dois anos.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A promoção de políticas públicas de transição agroecológica, apoiando processos em curso na sociedade e fortalecendo o desenvolvimento rural sustentável, demonstra ser uma importante estratégia, oferecendo alternativas seguras e sustentáveis de produção de alimentos saudáveis, de geração de renda e estímulo à permanência do agricultor familiar no campo, conforme aponta a revisão realizada.

Entretanto diversos são os desafios colocados para que estes objetivos sejam alcançados.

Cabe destacar que a promoção de um novo padrão de desenvolvimento rural não se fará sem que esse desafio seja assumido pelo conjunto da sociedade, conforme apontam Caporal & Petersen (2012), a partir da agregação das forças populares que militam em prol da democratização da sociedade em torno a um projeto alternativo para o mundo rural.

BIBLIOGRAFIA

ABA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AGROECOLOGIA. **Aspectos conceituais em Agroecologia**. 2017. Disponível em: <http://agroecologia2017.com/ASPECTOS_CONCEITUAIS_SOBRE_AGROECOLOGIA.pdf> . Acesso em: 23 dez 2018.

ALTIERI, M. A.; FUNES-MONZOTE, FR.; PETERSEN, P. Agroecologically efficient agricultural

systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 32, n. 1, p. 1-13, 2012.

BADGLEY, C et al. Organic agriculture and the global food supply. **Renewable Agriculture and Food Systems**, vol. 22, n. 2, p. 86-108, 2007.

BATISTA, L. M. G. et al. Percepção de agricultores familiares do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) sobre o significado de fazer parte do PAA e a sua compreensão sobre conceitos relacionados à alimentação, nutrição e saúde. **Saude soc.**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 494-504, June 2016. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902016000200494&lng=en&nrm=iso>. access on 17 July 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-12902016150258>.

BRASIL. **Lei n. 11.326, de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília: Presidência da República, Casa Civil, Subchefia de Assuntos Jurídicos, 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm>. Acesso em: 23 dez. 2018.

BRASIL. **Decreto n.9.064, de 31 de maio de 2017**. Dispõe sobre a Unidade Familiar de Produção Agrária, institui o Cadastro Nacional da Agricultura Familiar e regulamenta a Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, que estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e empreendimentos familiares rurais. Brasília: Presidência da República, Casa Civil, Subchefia de Assuntos Jurídicos, 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9064.htm>. Acesso em: 23 dez. 2018.

CARNEIRO, F. F. et al. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular. 423 p. 2015.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova extensão rural. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**, v. 1, n. 1, p. 16-37. 2000

CAPORAL, F. R.; PETERSEN, P. **Agroecologia e políticas públicas na América Latina: o caso do Brasil**. Revista Agroecologia n. 6, p. 63-74. 2012.

CORADELLO, Mara Adriana. **Sistematização da experiência da cooperapas: uma cooperativa de produtores agroecológicos de parreiros, São Paulo/SP**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6139/tde-03032016-145216/>>. Acesso em: 2016-10-07.

DE SCHUTTER, O. **Agroecology and the right to food**. Relatório apresentado na 16a Sessão do Conselho de Direitos Humanos das Nações Unidas. ONU, 2011.

EMBRAPA. **Marco referencial em agroecologia**. Brasília: Embrapa, 2006. 70 p.

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **Ano Internacional de Agricultura Familiar 2014**. Disponível em: <<http://www.fao.org/family-farming-2014/pt/>>. Acesso em: 16 julho 2017.

FAKIH, T. A., VALENTIM, A. O PAA no Vale do Ribeira: uma avaliação em comunidades quilombolas (Eldorado Paulista, 2013). In: **III Seminário Internacional Ruralidades, Trabalho e Meio Ambiente**, 2015, São Carlos. Disponível em: <<http://www.seminarioruralidades.ufscar.br/wp-content/uploads/2015/07/gt3.pdf>>. Acesso em: 23 dez 2018.

FRANCIS, C et. al. Agroecology: The Ecology of Food Systems. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 22:3, 99-118 p. 2003.

GLIESSMAN, S. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4. ed. Porto Alegre: Ed. universidade/UFRGS. 2009. 654 p.

IAASTD – INTERNATIONAL ASSESSMENT OF AGRICULTURAL KNOWLEDGE, SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR DEVELOPMENT. **Global report**. edited by Beverly D. McIntyre et al. 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017: resultados preliminares. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/produtores.html>. Acesso em: 23 dez. 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Notas Técnicas – **Censo Agropecuário 2006: agricultura familiar**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/50/agro_2006_agricultura_familiar.pdf> Acesso em 23 dez. 2018.

MALUF, Renato Sergio et al. Nutrition-sensitive agriculture and the promotion of food and nutrition sovereignty and security in Brazil. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 8, p. 2303-2312, Aug. 2015. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232015000802303&lng=en&nrm=iso>. access on 02 June 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232015208.14032014>

NAÇÕES UNIDAS. **17 objetivos para transformar o nosso mundo**. Nações Unidas, 2018. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/>>. Acesso em: 23 de dez. de 2018.

REINJNTJES et al. **Farming for the future**. Londres: MacMillan Press Ltd, 1992. *apud* ALTIERI, 2012. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. São Paulo: Rio de Janeiro: Expressão Popular. 2012. p. 106. 400 p.

SACHS, W. **Dicionário do desenvolvimento: guia para o conhecimento como poder**. Petrópolis, Vozes. 399 p. 2000.

SAUER, S. **Agricultura familiar versus agronegócio: a dinâmica sociopolítica do campo brasileiro**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. (Texto para Discussão, 30).

SCHMITT, C. Transição agroecológica e desenvolvimento rural: um olhar a partir da experiência brasileira. In: SAUER, S. e BALESTRO, M. (Orgs.). **Agroecologia e os desafios da transição agroecológica**. 2013.

SILIPRANDI, E. **Mulheres e Agroecologia: transformando o campo, as florestas e as pessoas**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ. p. 81 – 100, 2010.

TIVELLI, S. W. **Orgânicos são mais caros. Por quê?** Disponível em: <<http://www.portalorganico.com.br/artigo/36/organicos-sao-mais-caros-por-que>>. Acesso em: 01 de junho de 2017.

UNCTD – UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **Trade and environment review 2013: wake up before it is too late: make agriculture truly sustainable now for food security in a changing climate**. Geneva, 2013.

WEZEL, Alexander et al. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. **Agronomy for sustainable development**, v. 29, n. 4, p. 503-515, 2009.

WASCHSNER, et. al. **Ações para o desenvolvimento da Agricultura Orgânica em São Paulo**. Rio de Janeiro: Sociedade Nacional de Agricultura; Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas; Centro de Inteligência em Orgânicos, 2013. 76 p.: il. (Série Estratégias).

AÇÃO HERBICIDA DE ALELOQUÍMICOS EM PLANTAS DE SORGO

Fábio Santos Matos

Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Ipameri, Ipameri, Goiás (UEG-Ipameri)

Illana Reis Pereira

UEG-Ipameri, Grupo de Pesquisa em Fisiologia da Produção Vegetal

Victor Alves Amorim

UEG-Ipameri, Grupo de Pesquisa em Fisiologia da Produção Vegetal.

Millena Ramos dos Santos

UEG-Ipameri, Grupo de Pesquisa em Fisiologia da Produção Vegetal

Brunno Nunes Furtado

UEG-Ipameri, Grupo de Pesquisa em Fisiologia da Produção Vegetal

Lino Carlos Borges Filho

UEG-Ipameri, Grupo de Pesquisa em Fisiologia da Produção Vegetal

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo avaliar e identificar o potencial herbicida do extrato aquoso de folhas de sorgo granífero. O trabalho foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual de Goiás. Os extratos aquosos da parte aérea foram obtidos a partir de plantas de sorgo granífero com 40 dias de idade cultivadas na área experimental a 5 m de distância das parcelas. A massa fresca da parte aérea foi previamente triturada em liquidificador e, em seguida, feita a filtração e diluição em água

destilada para obtenção das concentrações desejadas. O experimento foi montado seguindo o delineamento em blocos casualizados com três tratamentos, oito repetições e parcelas de 50 cm². As plantas daninhas emergiram na área experimental naturalmente e com cerca de 75 dias após início da infestação as mesmas foram pulverizadas com 50 ml/aplicação/parcela de extrato foliar de sorgo granífero nas concentrações de 0 g L⁻¹, 200 g L⁻¹ e 400 g L⁻¹. Foram realizadas quatro aplicações de extrato de sorgo em intervalos de 10 dias. O extrato foliar de sorgo granífero altera a diversidade e retarda o crescimento de plantas daninhas, além de reduzir a concentração de pigmentos fotossintéticos e comprometer o sistema de fotoproteção da espécie *Cyperus rotundus*, dessa forma, os aleloquímicos presentes no sorgo possuem ação herbicida com potencial de controle de plantas indesejáveis. Torna-se necessário o desenvolvimento de estudos posteriores para recomendação da dose letal e uso em larga escala numa agricultura bioracional.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura bioracional, plantas daninhas, alelopatia

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate and to identify the herbicide potential of the aqueous extract of leaves of sorghum. The aqueous extracts of the aerial part were

obtained from 40 day old granitic plants grown in the experimental area at 5 m distance from the plots. The fresh mass of the aerial part was previously ground in a blender and then filtered and diluted in distilled water to obtain the desired concentrations. The experiment was set up according to the randomized block design with three treatments, eight replicates and 50 cm² plots. The weeds emerged in the experimental area naturally and at about 75 days after infestation they were sprayed with 50 ml/application/plot of sorghum foliar extract at the concentrations of 0 g L⁻¹, 200 g L⁻¹ and 400 g L⁻¹. Four applications of sorghum extract were performed at 10 day intervals. The foliar extract of granitic sorghum alters the diversity and slows the growth of weeds, besides reducing the concentration of photosynthetic pigments and compromising the photoprotection system of the species *Cyperus rotundus*, in this way, the allelochemicals present in the sorghum possess herbicidal action with potential of control of undesirable plants. Subsequent studies for lethal dose recommendation and large-scale use in bi-national agriculture are needed.

KEYWORDS: Biorational agriculture, weeds, allelopathy

1 | INTRODUÇÃO

As plantas daninhas são aquelas que infestam espontaneamente às áreas de atividade humana e não tem utilidade, sendo consideradas indesejáveis visto que interferem negativamente na produção agrícola, pois competem com as culturas pelos recursos naturais, causando prejuízos como perdas na produtividade, redução no valor da terra, perda de qualidade do produto agrícola, disseminação de pragas e doenças, maior dificuldade e custo do manejo agrícola, entre outros (PITELLI, 2015).

A Identificação das espécies infestantes e aplicação de herbicidas específicos é prática corriqueira na agricultura para obtenção de alta produtividade (GIRALDI, 2017). A utilização de herbicidas para o controle de plantas daninhas gera elevados custos e pode causar riscos à saúde humana e poluir o meio ambiente com prejuízos para a biodiversidade e microbiota do solo (CARMO et al., 2013). A redução no uso de herbicidas é um objetivo da agricultura moderna biorracional que busca alternativas seguras e de baixo custo como o uso de plantas alelopáticas.

A alelopatia representa uma forma de interação positiva ou negativa entre organismos através da ação de metabólitos secundários produzidos por plantas e/ou microorganismos denominadas aleloquímicos. Um grande número de espécies produz aleloquímicos e apenas uma porção limitada destes compostos são estudados. Estas substâncias podem influenciar inúmeros processos nos ecossistemas como severidade do ataque de pragas e incidência de doenças, competição, atração de polinizadores, dispersão de sementes e reprodução vegetal (TREZZI et al., 2014).

Os aleloquímicos podem exercer ação positiva ou negativa às demais plantas do ecossistema. Os extratos de sorgo, girassol e Brassica incrementam a produtividade e ativaram mecanismos de tolerância a seca e estresse térmico de plantas de trigo

(FAROOQ et al., 2018) enquanto o ácido trans-aconítico exsudado pelas gramíneas aumentam o H_2O_2 nas raízes de soja plantadas posteriormente, prejudicam a absorção de solução do solo com redução na condutância estomática, influxo de CO_2 e fotossíntese (BARTOLO et al., 2018).

Algumas espécies de interesse econômico como *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizantha* e *Sorghum bicolor* tem capacidade de produzir substâncias químicas, as quais são liberadas no ambiente e inibem o crescimento de plantas daninhas e, dessa forma, possuem potencial para serem utilizados como herbicidas naturais (OLIVEIRA et al., 2015). Por sua reconhecida alelopatia, o sorgo tem sido estudado e utilizado em sistemas de plantio com economia de uso de herbicidas químicos. Isto só é possível devido à produção de sorgoleone exsudado dos tricomas das raízes que em contato com as ervas daninhas afetam o FSII da fotossíntese (SANTOS et al., 2012).

O sorgo (*Sorghum bicolor*) é uma espécie pertencente à família Poaceae de cultivo anual explorada no período de safrinha no Centro-Oeste brasileiro em sucessão a soja. O sorgo possui alta eficiência na utilização da radiação solar para conversão de CO_2 em fotoassimilados e apresenta tolerância ao déficit hídrico (SAWAKI et al., 2014). A planta é alelopática e possui como principal aleloquímico, o sorgoleone, que é uma benzoquinona lipídica produzido nas folhas e raízes e constantemente é exsudado através dos pelos radiculares. (SANTOS et al., 2012). A produção e liberação de aleloquímicos ocorre durante todo o crescimento das plantas de sorgo (DAYAN et al., 2009).

Os aleloquímicos hidrofílicos e hidrofóbicos exsudados de raízes de sorgo interferem negativamente na fixação biológica de nitrogênio, atividade das *nitrosomonas* e inibe a nitrificação (DI et al., 2018; TEFAMARIAM et al., 2014). O sorgoleone é eficaz na supressão da germinação e crescimento de plantas daninhas de folhas largas e constitui potencial substância para manipulação agrícola de controle de plantas daninhas através da rotação de culturas e/ou produção de herbicidas de baixo impacto ambiental. (UDDIN et al., 2014). Os extratos foliares e exsudatos de raízes de plantas de sorgo tem reduzido em mais de 50% o crescimento da parte aérea de plantas daninhas e espécies susceptíveis como alface e outras hortaliças (CORREIA et al., 2005; MARCHI et al., 2008; Gomes et al., 2018).

A preocupação com a saúde humana e preservação de recursos ambientais tem fomentado o desenvolvimento de pesquisas para uso de insumos e técnicas agrícolas menos agressivas e sustentáveis. O uso de aleloquímicos em substituição aos herbicidas sintéticos é uma realidade potencial que alicerça uma produção agrícola bioracional e de menor custo (SANTOS et al., 2018; SILVA et al., 2018). O presente estudo teve como objetivo avaliar e identificar o potencial herbicida do extrato aquoso de folhas de sorgo granífero.

2 | METODOLOGIA

2.1 Desenho experimental

O trabalho foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus de Ipameri (Lat. 17° 43' 19" S, Long. 48° 09' 35" W, Alt. 773 m), Ipameri, Goiás.

A região possui clima tropical savânico (Aw) de acordo com a classificação de Köppen (Koppen e Geiger, 1928) com outono e inverno secos (abril a setembro) e primavera e verão úmidos (outubro a março). O solo da área experimental possui menos de 1% de declividade e é classificado como Latossolo vermelho-amarelo (DOS SANTOS et al., 2013).

Os extratos aquosos da parte aérea foram obtidos a partir de plantas de sorgo granífero com 40 dias de idade cultivadas na área experimental a 5 m de distância das parcelas. A massa fresca da parte aérea foi previamente triturada em liquidificador e, em seguida, feita a filtração e diluição em água destilada para obtenção das concentrações desejadas.

O experimento foi montado seguindo o delineamento em blocos casualizados com três tratamentos, oito repetições e parcelas de 50 cm². As plantas daninhas emergiram na área experimental naturalmente e com cerca de 75 dias após início da infestação as mesmas foram pulverizadas com 50 ml/aplicação/parcela de extrato foliar de sorgo granífero nas concentrações de 0 g L⁻¹, 200 g L⁻¹ e 400 g L⁻¹. Foram realizadas quatro aplicações de extrato de sorgo em intervalos de 10 dias (75, 85, 95 e 105 dias após início da emergência de plantas daninhas). Aos 115 dias após início da infestação de plantas daninhas as seguintes avaliações foram realizadas: Concentrações de pigmentos fotossintéticos, altura da massa vegetal e massa seca da parte aérea das espécies vegetais, n° de espécies infestantes.

A altura da massa vegetal foi mensurada com trena graduada suspensa do solo até alcançar o ápice da planta daninha de maior tamanho. A massa seca da parte aérea foi determinada com a retirada de toda a massa fresca de todas as plantas daninhas da parcela e colocada em estufa de secagem a 70 °C por 72 horas.

Para determinação da concentração de pigmentos fotossintéticos foram retirados dois discos foliares de 0,6 cm de diâmetro cada das espécies comuns em todas as parcelas e colocados em vidros contendo dimetilsufóxido (DMSO). Posteriormente foi feita extração em banho maria a 65 °C por uma hora. Alíquotas foram retiradas para leitura espectrométrica a 480, 646 e 663 nm. O conteúdo de clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b) e carotenoides totais foram determinados seguindo a equação proposta por Wellburn (1994).

2.2 Análise estatística

Inicialmente procedeu-se a análise de variância e teste de Newman-Keuls para comparação das médias, em seguida, realizou-se a análise multivariada por meio de componentes principais com utilização de uma análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA - Anderson, 2001). Utilizou-se análise de regressão múltipla com a seleção de modelo *forward stepwise* (Sokal & Rolf, 1995) para avaliar o efeito das variáveis sobre a massa seca. Para a realização dessas análises foi utilizado o software R (R CORE TEAM, 2018).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A abundância de espécies de plantas daninhas é mostrada na tabela 1. Verifica-se que a infestação da área ocorreu por seis diferentes espécies vegetais com ocorrência de quatro espécies por tratamento. Apesar dos tratamentos terem sido impostos muito tempo depois de iniciada a infestação das plantas daninhas, verifica-se que o extrato de sorgo interferiu no tipo de espécie daninha predominante no ambiente. O aleloquímico sorgoleone presente no extrato de folhas de sorgo promove atraso no crescimento nos primeiros dias após aplicação. Segundo Uddin et al. (2014) o sorgoleone é eficaz na supressão da germinação e crescimento de plantas daninhas de folhas largas e pouca ação herbicida exerce sobre as gramíneas.

Tratamentos	Espécies de Plantas Daninhas
Controle	<i>Cyperus rotundus</i> ; <i>Ipomoea nil</i> ; <i>Amaranthus deflexus</i> ; <i>Sida rhombifolia</i>
200 g L ⁻¹	<i>Cyperus rotundus</i> ; <i>Ipomoea nil</i> ; <i>Amaranthus deflexus</i> ; <i>Brachiaria plantaginea</i>
400 g L ⁻¹	<i>Cyperus rotundus</i> + <i>Ipomoea nil</i> + <i>Amaranthus deflexus</i> + <i>Brachiaria mutica</i>

Tabela 1. Quantidade de espécies de plantas daninhas identificadas nas parcelas experimentais controle e pulverizadas com extrato aquoso de sorgo nas concentrações de 200 g L⁻¹ e 400 g L⁻¹.

A análise de variância e teste de média para altura de planta, massa seca de todas as plantas da parcela, número de espécies e número de famílias encontra-se na tabela 2. A altura de planta foi cerca de 16% inferior nas plantas sob extrato de sorgo em relação ao controle. A massa vegetal, número de espécies e famílias foi 26%, 19% e 19% inferiores nas plantas sob 400 g L⁻¹ de extrato de sorgo em relação ao controle. As plantas sob 200 g L⁻¹ apresentaram valores intermediários.

O extrato de sorgo nas concentrações de 200 g L⁻¹ e 400 g L⁻¹ reduziu o crescimento e diversidade de plantas infestantes. Por sua reconhecida alelopatia através da produção de sorgoleone, o sorgo tem sido estudado e utilizado em sistemas de plantio com economia de uso de herbicidas químicos. Esta substância em contato com as ervas daninhas afeta o FSII da fotossíntese (SANTOS et al., 2012). A espécie *Lupinus luteus* L. apresenta reduções na germinação, crescimento e massa seca de

raiz e parte aérea quando pulverizadas com extrato aquoso de *Sorghum halepense* (GEORGIEVA et al., 2015).

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Altura (m)	Massa Seca (g)	Número de Espécies	Número de Famílias
Tratamentos	2	0.0651*	11431.3**	0.2916 ^{ns}	0.2916 ^{ns}
Blocos	7	0.0291 ^{ns}	2888.82 ^{ns}	0.5714 ^{ns}	0.5714 ^{ns}
Erro	14	0.0106	1214.768	0.1964	0.1964
CV %		11.47	14.72	24.17	24.17
Trat.					
Controle		1.00a	279.4a	2.0a	2.0a
200 g L ⁻¹		0.85b	223.8b	1.87a	1.87a
400 g L ⁻¹		0.84b	207.2b	1.62a	1.62a

Tabela 2. Análise de variância e teste de média para altura de planta, massa seca da parcela, número de espécies e número de famílias identificadas nas parcelas experimentais controle e pulverizadas com extrato aquoso de sorgo nas concentrações de 200 g L⁻¹ e 400 g L⁻¹.

**significativo a 1% de probabilidade, *significativo a 5% de probabilidade, ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula dentro da coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Newman-Keuls.

A análise de variância e teste de média para concentrações de clorofilas e carotenoides são mostradas na tabela 3. As médias das concentrações foliares de clorofilas a e b nas plantas sob 200 g L⁻¹ e 400 g L⁻¹ foram 27% e 40% inferiores que as plantas controle respectivamente. Apesar da ausência de diferença estatística na concentração foliar de clorofilas totais, observa-se redução média de 25% nas plantas sob extrato de sorgo em relação ao controle. A concentração foliar de carotenoides totais foi 32% inferior nas plantas sob 400 g L⁻¹ de extrato de sorgo em relação às plantas controle.

O extrato de sorgo inibiu severamente as concentrações foliares de pigmentos fotossintéticos e certamente interferiu na absorção de energia luminosa, taxa fotossintética e contribuiu para menor massa seca vegetal nessas plantas. Salienta-se que a redução da concentração foliar de carotenoides certamente interfere da capacidade de fotoproteção das plantas daninhas e acentua a fotoinibição da fotossíntese sob elevadas intensidades luminosas. O efeito do sorgoleone no sistema de defesa ao estresse luminoso não tem sido relatado em outras pesquisas.

A maior parte das clorofilas estão no FSII do aparato fotossintético e segundo Rasmussen et al. (1992) o sorgoleone atua bloqueando o transporte de elétrons da respiração na altura dos complexos III e IV na mitocôndria e promove redução no rendimento quântico do FSII da fotossíntese. O sorgoleone constantemente reduz o crescimento, concentração de pigmentos fotossintéticos e bloqueia a respiração e fotossíntese (FAROOQ et al., 2018; GEORGIEVA et al., 2015; STEF et al., 2013).

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Cl a	Cl b	Cl a+b	Car
Tratamentos	2	0.7032*	0.0433**	0.6546 ^{ns}	0.0307**
Blocos	7	0.2087 ^{ns}	0.0097*	0.2277 ^{ns}	0.0105 ^{ns}
Erro	14	0.1761	0.0033	0.2672	0.0044
CV %		31.45	24.64	33.02	21,17
Trat.					
Controle		1.56a	0.32a	1.88a	0.34a
200 g L ⁻¹		1.30ab	0.18b	1.49a	0.33a
400 g L ⁻¹		0.97b	0.20b	1.32a	0.23b

Tabela 3. Análise de variância e teste de média para concentrações foliares de clorofilas *a* e *b* (Cl *a*, Cl *b*), clorofilas totais (Cl *a+b*) e carotenoides totais (Car) da espécie *Cyperus rotundus* presente em todas as parcelas experimentais, controle e pulverizadas com extrato aquoso de sorgo nas concentrações de 200 g L⁻¹ e 400 g L⁻¹.

**significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F. Médias seguidas por uma mesma letra minúscula dentro da coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Newman-Keuls.

A análise de regressão múltipla para avaliar a importância das variáveis sobre a massa vegetal da parcela é mostrada na tabela 4. Verifica-se que apenas a clorofila *b* apresentou relação direta e significativa com a massa vegetal. É conhecido pelos fisiologistas que a maior parte da clorofila *b* encontra-se no FSII da fotossíntese (TAIZ et al., 2017). A inibição da síntese de clorofila *b* possivelmente reduz a absorção de energia luminosa e a taxa de transporte de elétrons através de danos aos FSII, principal alvo do aleloquímico sorgoleone.

Massa seca (g)	R ² = 0.31		F (2,21) = 4,73		p<0.02	
	Std.Err.		Std.Err.			
	Beta	of Beta	B	of B	t (41)	p-level
Interseção			132.231	38.952	3.394	0.002
Cl <i>b</i>	0.499	0.181	273.179	99.001	2.759	0.011*
Nº espécies	0.243	0.181	22.010	16.398	1.342	0.193

Tabela 4. Modelo de regressão múltipla para avaliar o efeito das variáveis analisadas sobre a massa seca do conjunto de plantas daninhas presente nas parcelas experimentais, controle e pulverizadas com extrato aquoso de sorgo nas concentrações de 200 g L⁻¹ e 400 g L⁻¹.

** Significativo a 5% de probabilidade.

A análise de componentes principais (PCA) mostrada na figura 4 representa 72% da variação dos dados e observa-se que as clorofilas foram as variáveis determinantes para organização dos tratamentos na abscissa e o nº de espécies determinantes para disposição na ordenada. A PCA ratifica a análise de regressão múltipla confirmando os pigmentos fotossintéticos como principais descritores da

ação herbicida do aleloquímico sorgoleone. A PCA demonstra que as concentrações foliares de pigmentos fotossintéticos e número de espécies daninhas infestantes são incrementados na direção dos tratamentos controle e reduzidos nos submetidos a 200 g L⁻¹ e 400 g L⁻¹ de extrato aquoso de sorgo.

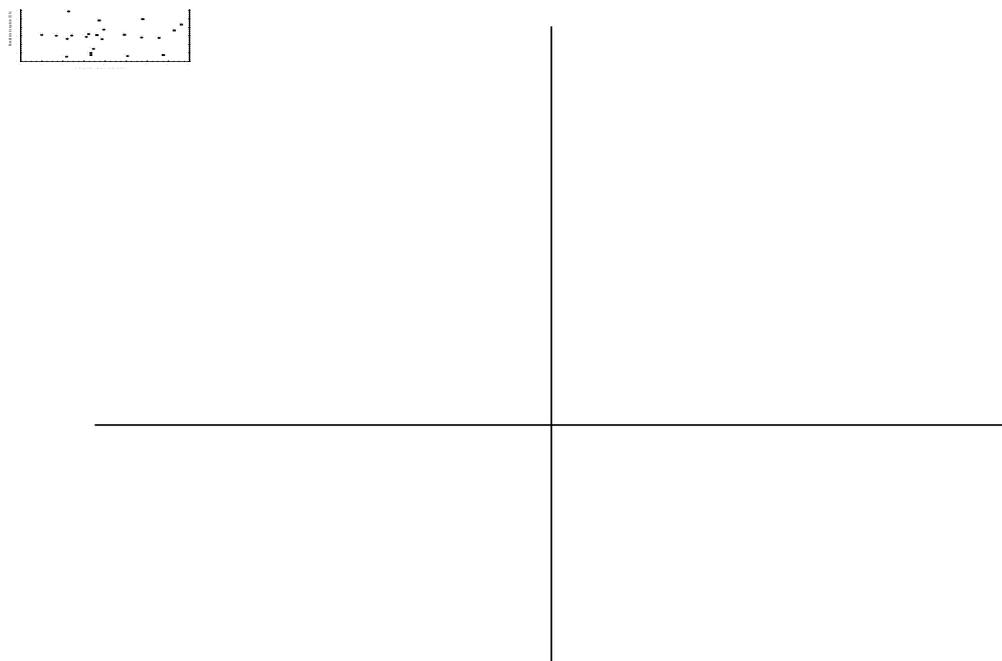


Figura 1. Análise de componentes principais para as variáveis analisadas em plantas daninhas controle e pulverizadas com extrato aquoso de sorgo nas concentrações de 200 g L⁻¹ e 400 g L⁻¹.

4 | CONCLUSÕES

O extrato foliar de sorgo granífero altera a diversidade e retarda o crescimento de plantas daninhas, além de reduzir a concentração de pigmentos fotossintéticos e comprometer o sistema de fotoproteção da espécie *Cyperus rotundus*, dessa forma, os aleloquímicos presentes no sorgo possuem ação herbicida com potencial de controle de plantas indesejáveis. Torna-se necessário o desenvolvimento de estudos posteriores para recomendação da dose letal e uso em larga escala numa agricultura bioracional.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, M. J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, v. 26, p. 32-46, 2001.

BORTOLO, T. S. C.; MARCHIOSI, R.; VIGANÓ, J.; SOARES, R. C. S.; FERRO, A. P.; BARRETO, G. E.; BIDO, G. S.; ABRAHÃO, J.; DOS SANTOS, W. D.; FERRARESE-FILHO, O. Trans-aconitic acid inhibits the growth and photosynthesis of Glycine max. **Plant Physiology and Biochemistry**. v.132, p.490-496, 2018.

- CARMO, D. A.; CARMO, A. P. B.; PIRES, J. M. B.; OLIVEIRA, J. L. M. Comportamento ambiental e toxicidade dos herbicidas atrazina e simazina. **Revista Ambiente e Água – Na Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 8, n. 1, p. 133-143, 2013.
- CORREIA, N. M.; CENTURIN, M. A. P. C.; ALVES, P. L. C. A. Influência de extratos de sorgo aquosos de sorgo sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de soja. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.498-503, 2005.
- DAYAN, F. E.; HOWWELL, J. L.; WEIDENHAMER, J. D. Dynamic root exudation of sorgoleone and its in planta mechanism of action. **Journal of Experimental Botany**, v. 60, n.7, p.2107-20117, 2009.
- DI, T.; AFZAL, M. R.; YOSHIHASHI, T.; DESHPANDE, S.; ZHU, Y.; SUBBARAO, G. V. Further insights into underlying mechanisms for the release of biological nitrification inhibitors from sorghum roots. **Plant Soil**. v.423, p.99–110, 2018.
- DOS SANTOS, H. G. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, Brasília-DF, 3 ed. 353p, 2013.
- FAROOQ, O.; ATIQUE-UR-REHMAN; SARWAR, N.; HUSSAIN, M.; WASAYA, A.; NAEEM, M.; IQBAL, M. M.; KHALIQ, A. Herbicidal Potential of Sorghum and Brassica Against the Weeds of Cotton. **Planta daninha**, v. 36, 2018.
- GEORGIEVA, N.; NIKOLOVA, I.; SERAFIMOV, P. M. Comparative characteristics of *Lupinus albus* L. and *Lupinus luteus* L. under allelopathic effect of *Sorghum halepense* L. (Pers.). **Journal Pesticides and Phytomedicine**. v.30 n.1, p.41-50, 2015.
- GIRALDI, J. Manejo integrado de plantas daninhas é importante aliado no combate às perdas na lavoura. SEMAGRO – Mato Grosso do Sul, 2017. Disponível em: <<http://www.semagro.ms.gov.br/manejo-integrado-de-plantas-daninhas-e-importante-aliado-no-combate-as-perdas-na-lavoura/>>. **Acesso em:** 20 de Janeiro. 2018.
- GOMES, T. C. et al. Ação de extratos de sorgo na germinação de sementes de milho, alface e corda-de-violão (*Ipomoea* SP.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v. 17, n. 1, p. 168-176, 2018.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. Gotha: **Verlag Justus Perthes**. 1928. Wall-map 150cmx200cm.
- MARCHI, G.; MARCHI, E.C.S.; WANG, G.; MCGIFFEN, M. Effect of age of a sorghum-sudangrass hybrid on its allelopathic action. **Planta Daninha**, v.26, n.4, p.707-716, 2008.
- OLIVEIRA, J.S.; PEIXOTO, C.P.; POELKING, V.G.C.; ALMEIDA, A.T. Avaliação de extratos das espécies *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizantha* e *Sorghum bicolor* com potencial alelopático para uso como herbicida natural. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. v.17, n.3, p.379-384, 2015.
- PITELLI, R. A. O termo Planta-Daninha. **Planta Daninha**. v. 33, n. 3, 2015.
- R, CORE TEAM. R: A language and environmental for statistical computing. Vienna, Austria. [Internet]. Disponível em: <http://www.R-project.org>. **Acesso em:** 20 fevereiro de 2018.
- RASMUSSEN, J.A.; HEJL, A.M.; EINHELLIG, F.A.; THOMAS, J.A. Sorgoleone from root exudate inhibits mitochondrial functions. **Journal of Chemical Ecology**. v.18, p.197-207, 1992.
- SANTOS, I.L.V.L.; DA SILVA, C.R.C.; DOS SANTOS, S.L.; MAIA, M.M.D. Sorgoleone: benzoquinona lipídica de sorgo com efeitos alelopáticos na agricultura como herbicida. **Arquivos do Instituto Biológico**. v.79, n.1, p.135-144, 2012.

SANTOS, A. F.; PAVÃO, T, M, da S, J.; ROCHA, T, J, M.; ALVES, H, H, F.; OLIVEIRA, H, C, de A. Análise da produção científica sobre plantas com potencial antioxidante, antimicrobiano e alelopático disponíveis na base Scielo. *Diversitas Journal, Santana do Ipanema*, v. 3, n. 2, p. 375-394, 2018.

SAWAZAKI, E.; PAZIANI, S, de F.; FREITAS, P, S. De.; DUARTE, P. A. **Sorgo forrageiro**. In: Boletim, IAC, 200: Instruções Agrícolas para as principais culturas econômicas. 7 ed. Campinas, p. 370-373, 2014.

SILVA, E. S. Cenário das pesquisas sobre alelopatia no Brasil e seu potencial como estratégia na diminuição da utilização de pesticidas que provocam poluição ambiental: uma revisão integrativa. *Diversitas Journal*. v. 3, n. 2, p. 442-454, 2018.

SOKAL, R. R.; ROLF, F. J. **Biometry**. Third edition. W. H. Freeman, New York, 1995.

STEF, R.; BOSTAN, C.; BUTU, A.; ORTAN, A.; RODINO, S.; BUTU, M. Comparative characteristics of *Lupinus perennis* L. under allelochemical sorgoleone stress. *Romanian Biotechnological Letters*, v.18, n.3, p.8327-8332, 2013.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed., Porto Alegre: ArtMed, 2017.

TESFAMARIAM, T.; YOSHINAGA, H.; DESHPANDE, S.P.; SRINIVASA, RAO. P.; SAHRAWAT, K.L.; ANDO, Y.; NAKAHARA, K.; HASH, C.T.; SUBBARAO, G.V. Biological nitrification inhibition in sorghum: the role of sorgoleone production. *Plant Soil*. v.379, p.325–335, 2014.

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A.; BALBINOT, A. A.; BITTENCOURT, H. H.; SOUZA, A. P. S. Allelopathy: driving mechanisms governing its activity in agriculture. *Journal of Plant Interactions*. v.11, n.1, p.53-60, 2014.

UDDIN, M. R.; PARK, S.U.; DAYAN, F. E.; PYON, J. Y. Herbicidal activity of formulated sorgoleone, a natural product of sorghum root exudate. *Pest Management Science*. v.70, p.252-257, 2014.

WELLBURN, A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of Plant Physiology*, v.144, n.3, p.307-313, 1994.

ALTERAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO SOLO A PENETRAÇÃO EM FUNÇÃO DO TRÁFEGO DE COLHEDORAS AUTOPROPELIDAS EQUIPADAS COM RODADOS DE PNEUS E ESTEIRAS

Marlon Eduardo Posselt

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)

Centro de Ciências Agrárias, Campus Marechal
Cândido Rondon – Paraná

Emerson Fey

Docente da Universidade Estadual do Oeste do
Paraná (UNIOESTE)

Centro de Ciências Agrárias, Campus Marechal
Cândido Rondon – Paraná

Charles Giese

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual
do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Centro de Ciências Agrárias, Campus Marechal
Cândido Rondon – Paraná

Jean Carlos Piletti

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)

Centro de Ciências Agrárias, Campus Marechal
Cândido Rondon – Paraná

José Henrique Zitterell

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
(UNIOESTE)

Centro de Ciências Agrárias, Campus Marechal
Cândido Rondon – Paraná

Jéssica da Silva Schmidt

Engenheira agrônoma pela Universidade Federal
do Paraná (UFPR)
Setor Palotina – Paraná

Hediane Caroline Posselt

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul
(UERGS)

Unidade Novo Hamburgo – Rio Grande do Sul

RESUMO: Com a necessidade de alimentos e a crescente demanda de tecnologia na agricultura, máquinas sofisticadas com alto desempenho operacional foram desenvolvidas e, conseqüentemente, possuem massa elevada. Entre estas se destacam as colhedoras autopropeidas de grãos que em situações de inadequada distribuição da sua massa sobre os rodados provoca compactação das camadas sub superficiais, alterando a macro e micro porosidade do solo e afetando a dinâmica das raízes. Para solucionar o problema várias configurações e tipos de rodados foram desenvolvidas. O objetivo do trabalho consistiu em avaliar as alterações da resistência do solo a penetração em função do tráfego de colhedoras equipadas com pneus radiais e esteiras de borracha. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com arranjo em parcelas subdivididas, tendo-se nas parcelas principais duas umidades do solo (úmido e muito úmido) e nas subparcelas um esquema fatorial 2 x 2 composto por duas colhedoras (John Deere com pneus radiais e Claas com esteira) e duas cargas (máquinas com reservatório vazio e cheio de grãos). Quando os tanques graneleiros das máquinas estavam vazios não ocorreu diferença entre as máquinas no acréscimo a

resistência a penetração. Porém, ao compará-las com o granelheiro cheio a John Deere apresentou menores acréscimos.

PALAVRAS-CHAVE: compactação; esteiras de borracha; propriedades físicas do solo.

ABSTRACT: The growing need for food and for technology in agriculture, made it that sophisticated machines with high operational performance have been developed and, consequently, these machines are heavy. In between the machines, is the self-propelled harvesters of grains that in situations of inadequate mass distribution, on the wheels, causes compacting of the sub-superficial soil layers, altering the macro and micro porosity of the soil and influencing the plants roots dynamics. Solving this problem several configurations and type of tests were tested. This work was based in evaluating soil changes strength in equipment harvesting machines equipped with radial tires and rubber track. was used in this work a randomized complete block design in subdivided plots. two soil moist the main plots were (humid and very humid) and in the subplots a 2 x 2 factorial scheme consisting of two harvesters (John Deere with radial tires and Claas with rubber track) and two loads (machines with empty reservoir and full of grains). When the bulk carriers of the machines were empty, there was no difference between the machines in the increase of penetration resistance. However, when comparing them with the full bulk carrier to John Deere presented smaller additions.

KEYWORDS: compaction; rubber track; physical properties of the soil.

1 | INTRODUÇÃO

O solo pode ser definido como a camada intemperizada da crosta terrestre, que, devido á processos físicos, químicos e biológicos, se transformou em um material poroso, formado por materiais minerais e orgânicos (Santos, 2013). É um dos recursos mais importantes para a agricultura, pois além de fornecer o suporte mecânico, nutrientes e água para as plantas, participa do ciclo da água além de ser o hábitat de muitos organismos (Coelho et al., 2013; Wadt et al., 2003).

O avanço da mecanização agrícola é um dos componentes responsáveis pelo aumento da produção agrícola brasileira (Araújo, 2004). No entanto, o não-revolvimento do solo no sistema plantio direto, aliado ao tráfego de máquinas acarreta alterações na estrutura do solo, que associada á reduzida rugosidade superficial, podem ser desfavoráveis à infiltração de água modificando a sua dinâmica nesse sistema (Camara & Klein, 2005).

As alterações nas propriedades físicas do solo vão desde o aumento na densidade e da resistência à penetração das raízes, redução da macroporosidade e, conseqüentemente, menor condutividade e menor acúmulo de água, comprometendo desta forma a infiltração de água e a penetração das raízes no perfil do solo, tornando-o mais suscetível à erosão (Richart et al. 2005). Essas alterações normalmente são

identificadas como sendo a compactação do solo e resultam na diminuição do potencial produtivo das culturas (Calegari, 2006).

O acentuado tráfego de máquinas e equipamentos sobre o solo, em condições inadequadas de umidade aliado ao alto peso por eixo, provoca compactação. No entanto, o maior ou menor incremento da compactação depende do estado inicial de compactação, da textura e da umidade que se encontra o solo no momento das atividades agrícolas (Secco et al., 2009).

O objetivo dos pneus agrícolas, além de proporcionar bom desempenho trativo, é de suportar cargas radiais de forma que as pressões exercidas no solo sejam as menores possíveis (Barbosa, 2012).

Com o revolvimento do solo a compactação superficial é rompida, mas leva o problema para maiores profundidades, causando a compactação sub superficial, que é mais difícil de remediar. Nos manejos mais conservacionistas, como o plantio direto, a compactação do solo é mais superficial e esse problema se agrava pelo não revolvimento do solo, máquinas muito pesadas, solos mais argilosos e tráfego em solos mais úmidos (Suzuki, 2005).

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a alteração da resistência do solo a penetração em função do tráfego de duas colhedoras autopropelidas, sendo uma com rodados dianteiros de pneus radiais duplados e a outra com rodados dianteiros de esteiras, ambas com o reservatório de grãos vazio e cheio e em duas umidades do solo.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estância Marangatu, município de Nueva Esperanza, Departamento de Canindeyú, Paraguai (24°34'04"S, 54°26'40"W), próxima ao Lago de Itaipu. O solo é classificado como latossolo vermelho distroférico de textura argilosa.

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com arranjo em parcelas subdivididas tendo-se nas parcelas duas umidades do solo (solo úmido e muito úmido) e nas subparcelas um esquema fatorial 2 x 2 composto por duas colhedoras (John Deere com pneus radiais e Claas com esteira de borracha) e duas cargas (máquinas com reservatório vazio e cheio de grãos de soja). Utilizou-se 4 repetições para cada tratamento e as subparcelas possuíam 6 m de comprimento e 5 m de largura, para possibilitar o tráfego das máquinas e, 15 m de intervalo entre parcelas para as manobras.

No dia anterior a implantação do experimento realizou-se o molhamento do solo nas parcelas principais do tratamento com solo muito úmido utilizando um pulverizador autopropelido. Para aumentar a vazão de água retirou-se as pontas de pulverização e realizou-se o deslocamento na menor velocidade possível nos intervalos mantidos para

manobras. No dia seguinte, durante a realização das avaliações, coletou-se amostras indeformadas de solo nas profundidades de 0 – 10, 10 – 20 e 20 - 30 cm em 8 parcelas de cada parcela principal (umidade) para a determinação da umidade gravimétrica do solo a base seca. Nos mesmos pontos também foram realizadas determinações de umidade volumétrica do solo com um equipamento portátil da ICT Moisture Probe Meter, modelo MPM-160-B. Em cada parcela realizou-se duas avaliações por profundidade introduzindo a haste de medição com 3 pontas na horizontal da camada avaliada. Os resultados obtidos foram as umidades gravimétricas de 31,36; 33,09 e 33,69% e, volumétricas de 36,43; 40,88 e 42,15% nas camadas de 0 – 10, 10 – 20 e 20 - 30 cm, respectivamente.

As colhedoras autopropelidas utilizadas para o tráfego nas parcelas foram uma Claas, modelo Lexion 750, ano de fabricação 2011, plataforma de corte de 40 pés e rodados dianteiros de esteiras de borracha e, uma John Deere, modelo 680, ano de fabricação 2014, plataforma de corte de 40 pés e rodados de pneus radiais duplos na dianteira. Na traseira ambas as máquinas possuíam pneus. As esteiras da Claas possuíam medida de 635 mm de largura e 1830 mm de comprimento e os rodados traseiros possuíam pneus Trelleborg Twin 423 Mark II, medida 710/45 26,5 Tubeless. A John Deere possuía pneus dianteiros duplos da marca Alliance, modelo Super Power Drive Radial, medida 650/65 R38 e os traseiros da marca Goodyear, modelo Super Traction, medida 28 LR 26 Radial. A pressão de inflação dos pneus dianteiros e traseiros da John Deere era de 33 lb pol-2 e o traseiro da Claas era de 29 lb pol-2.

A massa das colhedoras foi determinada com uma balança de sapatas colocada sob o rodado das máquinas em dois momentos, estando o reservatório de grãos vazio e cheio de soja. Nessas determinações a massa total da John Deere vazia foi de 23490 kg (19675 kg na dianteira e 3815 kg na traseira) e cheia de 31625 kg (25545 kg na dianteira e 6080 kg na traseira). Já a Claas teve massa vazia de 22930 kg (18840 kg na dianteira e 4090 na traseira) e cheia de 29437 kg (24450 kg na dianteira e 4987 kg na traseira). A área de contato nessas duas situações (cheia e vazia) foi determinada utilizando calcário. Para tanto, a máquina foi estacionada na lavoura, próximo as parcelas experimentais, e nas laterais dos rodados dianteiros e traseiros foi distribuído calcário agrícola seco para delimitar a área de contato dos pneus com o solo. Em seguida a máquina era deslocada desse local e utilizando um objeto de tamanho conhecido, colocado ao lado da marca do pneu, obteve-se imagens para posterior quantificação da área em software do tipo CAD após ajuste da escala de acordo com o objeto de referência (Figura 1).

A avaliação da resistência do solo a penetração antes e após o tráfego com as colhedoras nas parcelas foi realizado com um penetrógrafo eletrônico da Falker (PenetroLOG PLG 1020). Antes do tráfego realizou 5 determinações da resistência a penetração no local em que rodado esquerdo da máquina iria passar posteriormente. Essas avaliações foram realizadas no sentido transversal ao rasto com espaçamento de 20 cm entre si até a profundidade de 40 cm.

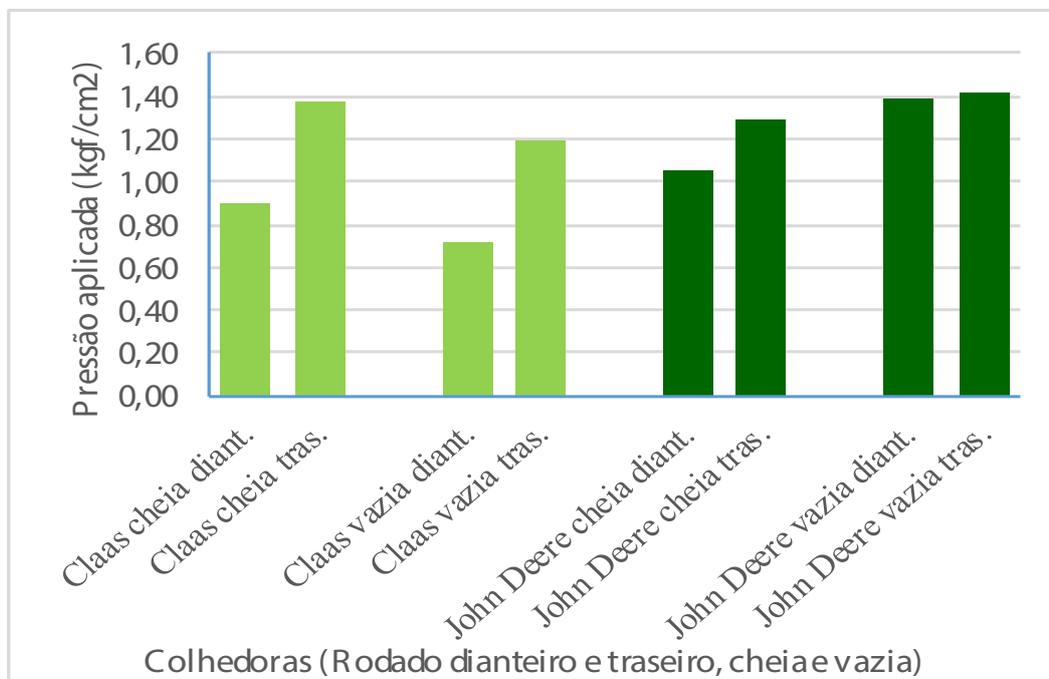


Figura 1 - Área de contato sobre o solo dos rodados dianteiros e traseiros das duas colhedoras com e sem carga (cheia e vazia).

De posse da massa das máquinas e da área de contato, calculou-se a pressão aplicada sobre o solo (Figura 2) pelas máquinas nas duas situações de carga (cheia e vazia).

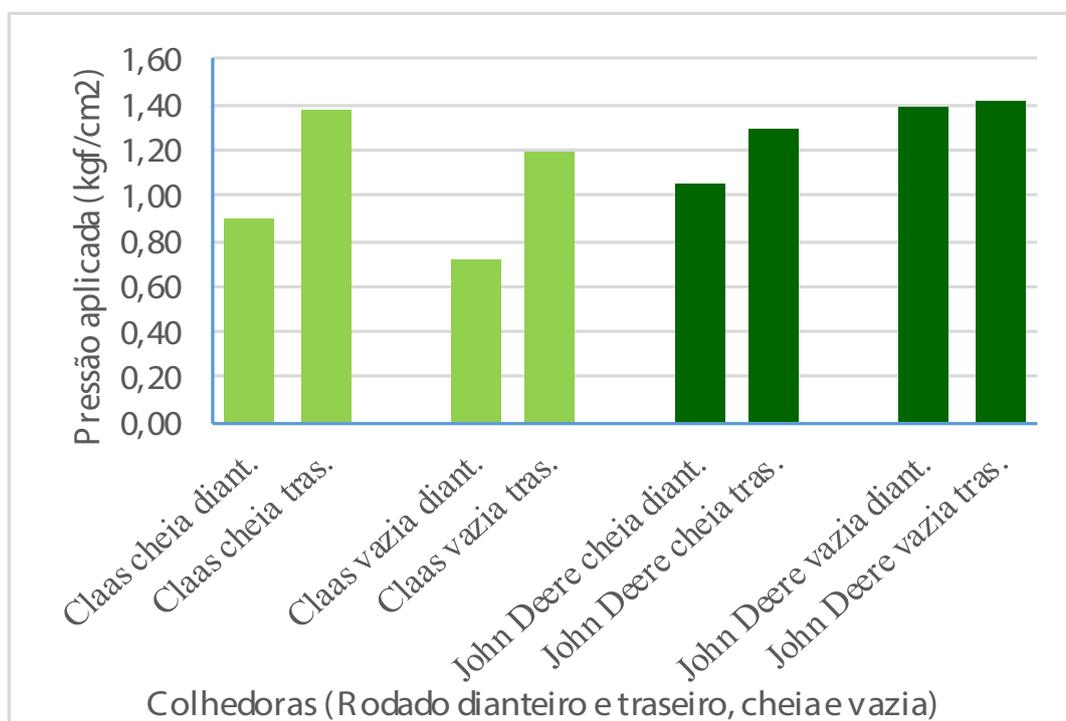


Figura 2 - Pressão aplicada sobre o solo pelos rodados dianteiros e traseiros das duas colhedoras com e sem carga (cheia e vazia).

Após o tráfego das máquinas, na colhedora John Deere foram feitas 9 determinações nas distâncias de 0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 e 160 centímetros

no sentido transversal ao rasto. Uma determinação para o lado de fora dos rodados (0 e 160 cm), uma entre os pneus (80 cm) e as outras nos rastos. Na colhedora Claas as determinações foram em 0, 20, 40, 60 e 80cm, sendo 0 e 80 cm do lado de fora da esteira. Após tabulação dos dados, verificou-se que ocorreu alteração da resistência a penetração até a profundidade de 16 cm, sendo os dados até esta profundidade utilizados para as análises estatísticas. Além disso, para a avaliação das alterações de resistência a penetração realizou-se a subtração da resistência determinada após o tráfego em relação a resistência determinada antes do tráfego. Esses dados foram denominados acréscimo de resistência a penetração em função do tráfego. Como a variabilidade do solo é muito alta e não é possível fazer a determinação da resistência a penetração no mesmo lugar, mesmo calculando-se as alterações da resistência a penetração como acréscimo de resistência ainda encontrava-se valores negativos. Para resolver o problema, realizou-se a transformação dos dados somando-se 1300 kPa em cada dado e calculou-se a raiz quadrada desse valor.

Os dados obtidos em cada profundidade (1 a 16 cm) foram submetidos a análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey, considerando para ambos 5% de probabilidade. Os cálculos estatísticos foram realizados pelo programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas análises estatísticas, as comparações de médias nas profundidades e fatores que não apresentaram interação podem ser visualizadas na Figura 3. Pode-se verificar que na profundidade de 7, 8 e 9 cm houve maior acréscimo de resistência a penetração no solo úmido. Já comparando as colhedoras – rodados, pode-se verificar que a John Deere – pneus apresentou maior acréscimo de resistência na profundidade de 3, 4 e 5 cm.

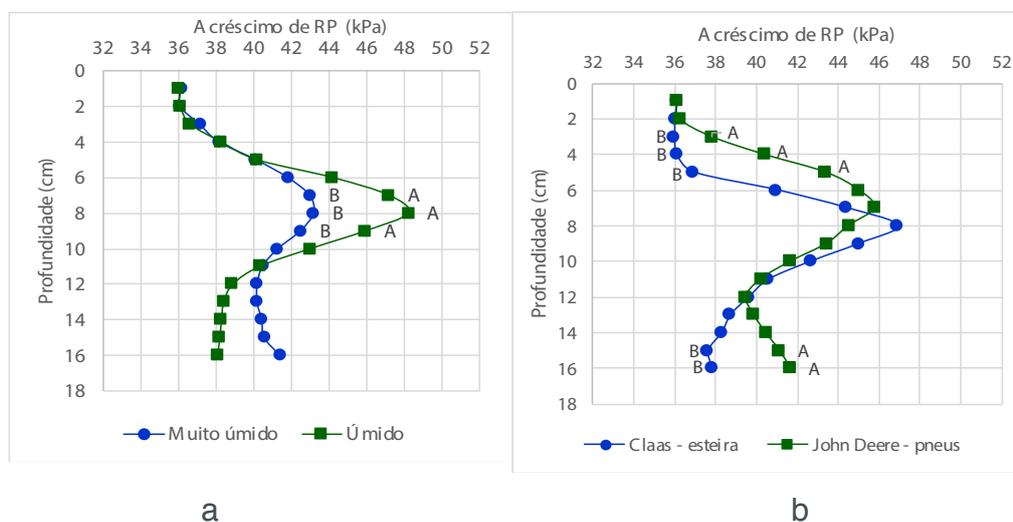


Figura 3 - Acréscimo de resistência do solo a penetração em função da umidade do solo (a) e das colhedoras – rodados (b).

Nas profundidades superiores a 6 cm a interação entre os fatores Máquinas e Cargas foi significativa sendo os desdobramentos das interações apresentadas nas Figuras 4 e 5. Na colhedora Claas com esteira de borracha, a partir de 8 cm de profundidade ocorreu maior acréscimo de resistência a penetração com a máquina cheia. Já na John Deere, a máquina vazia apresentou maior acréscimo na profundidade de 16 cm. Esses resultados devem-se, possivelmente, a maior pressão aplicada sobre o solo pelos rodados dessa colhedora quando a mesma estava vazia (Figura 2).

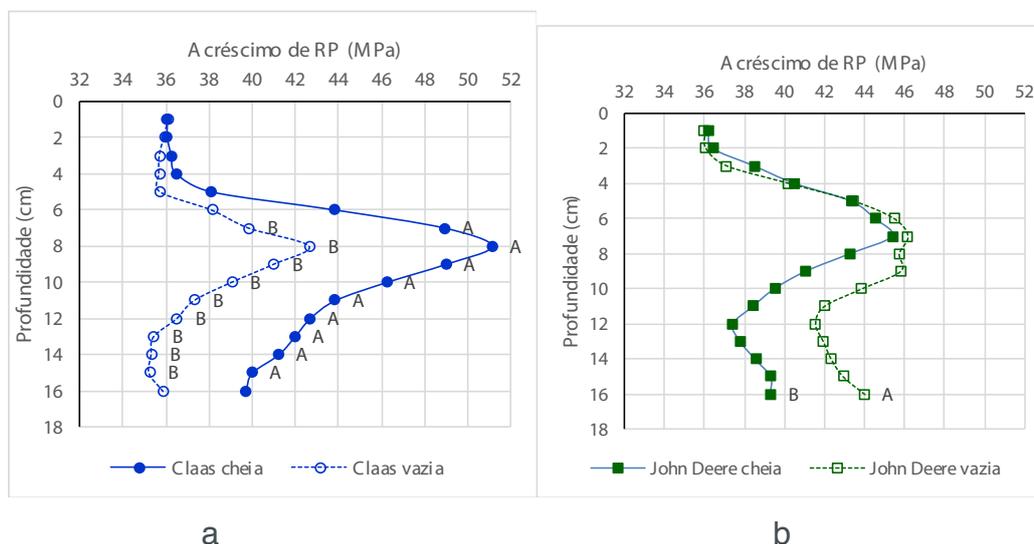


Figura 4 - Acréscimo de resistência do solo a penetração no desdobramento da interação Cargas dentro de Claas (a) e Cargas dentro de John Deere (b).

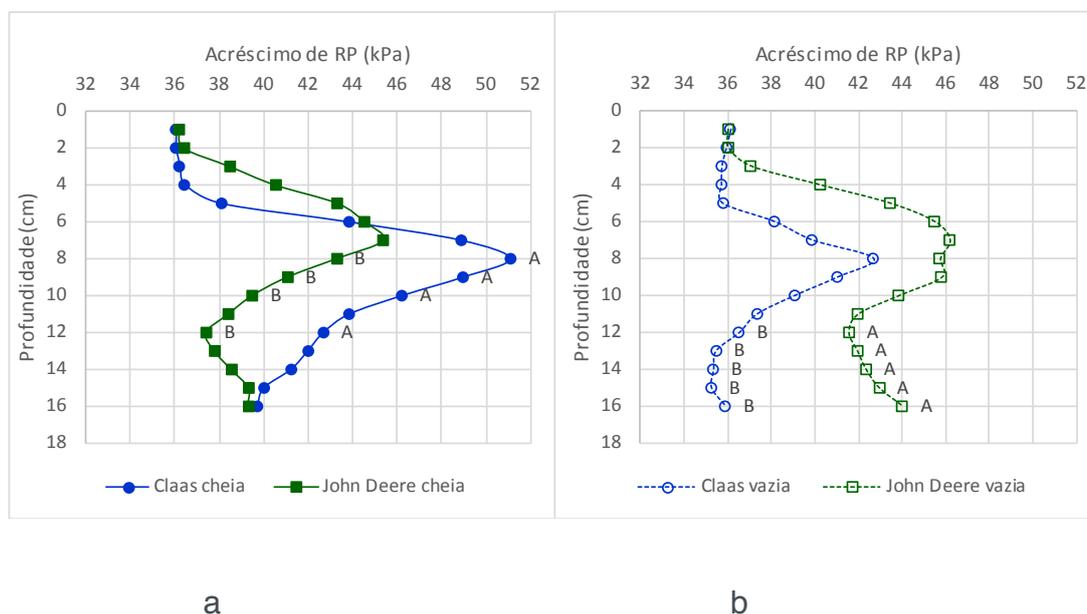


Figura 5 - Acréscimo de resistência do solo a penetração no desdobramento da interação Máquinas dentro de Cheia (a) e Máquinas dentro de vazia (b).

Comparando-se as colhedoras com carga (cheias) Figura 5a, pode-se observar que a Claas promoveu maior acréscimo de resistência a penetração. Já na condição sem carga (vazia), a John Deere resultou em maior acréscimo da resistência a penetração a partir da profundidade de 12 cm. Os resultados obtidos com a colhedora vazia estão de acordo com a pressão aplicada sobre o solo, onde a John Deere teve maior valor. Já

nas colhedoras cheias, o resultado não era esperado, pois a pressão aplicada sobre o solo com a Claas cheia era inferior a John Deere Cheia. Esses resultados podem ser causados pelo rodado traseiro da Claas que trafega no mesmo local da esteira e que na John fica na parte central dos pneus duplos e também pela configuração do apoio da esteira sobre o solo, ou seja, embora a esteira tenha uma boa área de contato a massa sobre o rodado não é dividida de forma uniforme ao longo da mesma. Na esteira os pontos de apoio são duas engrenagens nas extremidades e dois roletes centrais, mas existem pontos em que apenas a esteira é o apoio.

4 | CONCLUSÃO

Nas profundidades de 3, 4 e 5 cm a John Deere causou maior acréscimo da resistência a penetração em comparação a Claas.

Na colhedora Claas a situação com carga (cheia) resultou em acréscimo da resistência a penetração enquanto este comportamento apenas foi significativo na John Deere na profundidade de 16 cm.

Na situação em que as duas máquinas estavam cheias de grãos, a Claas causou maior acréscimo da resistência a penetração.

Com as duas máquinas vazias, a John Deere causou maior acréscimo da resistência do solo a penetração.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A.G.E. (2004) **Estimativa e classificação da compactação do solo pelo tráfego de máquinas agrícolas através da modelagem nebulosa**. 224p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica), Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BARBOSA, L. A. P. (2012) **Compactação do solo gerada por pneus de alta flutuação de eixo livre e trativo**. 89 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) universidade estadual de campinas, Campinas.
- CALEGARI, A. (2006) **Plantas de cobertura**. In: Casão Junior, R.; Araujo, A.G.; Lanillo, R.F. (ed.). Sistema plantio direto com qualidade. Londrina: IAPAR; Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 212 p.
- COELHO, M.R. FIDALGO, E.C.; SANTOS, H.G.; BREFIN, M.L.M.S; PÉREZ, D.V. (2013) **Solos: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas** In: Moreira, F.M.S; Cares, J.E.; Zanetti, R.; Stumer, S.L. O ecossistema o solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Lavras, MG: UFLA,. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/9421_2/1/Ecossistema-cap3C.pdf>. Acesso em: 01 maio 2018
- CAMARA, R.K.; KLEIN, V.A. (2005) **Propriedades físico- hídricas do solo sob plantio direto escarificado e rendimento da soja**. Ciência Rural. 35(4): 813-819.
- Ferreira, d. F. (2011). **Sisvar: um sistema de análise estatística computador**. Ciência e Agrotecnologia, 35 (6), 1039-1042. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O.R.; LLANILLO, R.F.; FERREIRA, R. (2005)

Compactação do solo: causas e efeitos. Ciências Agrárias, Londrina, 26(3): 321-344.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. ALMEIDA, J.A de; (2013) **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3.ed. Brasília: Embrapa Solos. 353p.

SECCO, D.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; Silva, V.R. (2009) **Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados.** Ciência Rural, 39: 58-64. doi:10.1590/S0103-84782009000100010.

SUZUKI, L. E. A. S. (2005) **Compactação do solo e sua influência nas propriedades físicas do solo e crescimento e rendimento de culturas.** 149 p. Dissertação (Mestrado em ciências do solo) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria

WADT, P. G. S.; PEREIRA, J. E. S.; GONÇALVES, R. C.; SOUZA, C. B. da C.; ALVES, L. da S. (2003) **Práticas de conservação do solo e de áreas degradadas.** EMBRAPA Acre, (Documentos, 90).

ANÁLISE FISIOLÓGICA DE MUDAS DE MAMOEIRO SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PALHA DE CAFÉ COMO SUBSTRATO ALTERNATIVO

Almy Castro Carvalho Neto

Instituto Federal do Espírito Santo, Ifes Campus Itapina, Colatina, Espírito Santo.

Vinicius De Souza Oliveira

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus, Espírito Santo.

Fábio Harry Souza

Instituto Federal do Espírito Santo, Ifes Campus Itapina, Colatina, Espírito Santo.

Lucas Bohry

Instituto Federal do Espírito Santo, Ifes Campus Itapina, Colatina, Espírito Santo.

Jairo Camara de Souza

Instituto Federal do Espírito Santo, Ifes Campus Itapina, Colatina, Espírito Santo.

Ricardo Tobias Plotegher da Silva

Instituto Federal do Espírito Santo, Ifes Campus Itapina, Colatina, Espírito Santo.

Karina Tiemi Hassuda dos Santos

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus, Espírito Santo.

Sávio da Silva Berilli

Instituto Federal do Espírito Santo, Ifes Campus Itapina, Colatina, Espírito Santo.

Robson Prucoli Posse

Instituto Federal do Espírito Santo, Ifes Campus Itapina, Colatina, Espírito Santo.

Edilson Romais Schmidt

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus,

Espírito Santo.

RESUMO: A utilização de resíduos originados da cultura cafeeira, como a palha em substratos para produção de mudas é uma alternativa para redução de custos de produção, e para o reaproveitamento de resíduos que seriam descartados. Juntamente com a cafeicultura, o cultivo do mamoeiro tem um grande espaço no agronegócio, onde um dos desafios é a diminuição dos custos de produção. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes concentrações de palha de café adicionado ao substrato comercial Terra Nutri no desenvolvimento fisiológico de mudas de mamoeiro 'Hawaii BS 2000'. O estudo foi realizado no viveiro de mudas da Fazenda Portela, localizado no Município de Itaguaçu, Noroeste do Estado do Espírito Santo. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com sete tratamentos, sendo um com 100% de substrato comercial: Terra Nutri; e seis diferentes proporções de palha de café (15, 30, 45, 60, 75 e 90%) adicionados ao substrato. 64 dias após a semeadura foram avaliadas as seguintes características fisiológicas: índice de flavonóides; índice de antocianina; índice SPAD; teor de clorofila total e balanço de nitrogênio. Os dados foram submetidos à análise de variância

e as médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível 5% de probabilidade. A adição de até 75% de palha de café ao substrato comercial Terra Nutri não gerou alterações fisiológicas das características analisadas, podendo ser usada para reduzir custos na produção de mudas de mamoeiro 'Hawaii BS 2000'.

PALAVRAS-CHAVE: *Carica papaya* L.; Redução de custo; Produção de mudas

ABSTRACT: The use of residues originating from the coffee crop, such as coffee straw on substrates for seedling production, is an alternative to reduce production costs and to reuse waste that would be discarded. Along with coffee cultivation, papaya cultivation has a large area in agribusiness, where one of the challenges is to reduce production costs. The objective of the present study was to evaluate the effect of different concentrations of coffee straw added to the commercial substratum Terra Nutri in the physiological development of 'Hawaii BS 2000' papaya seedlings. The study was carried out at the seedling nursery of Fazenda Portela, located in the municipality of Itaguaçu, in the northwest of the State of Espírito Santo. The experiment was conducted in a randomized block design, with seven treatments, one with 100% commercial substrate: Terra Nutri ; and six different coffee straw ratios (15, 30, 45, 60, 75 and 90%) added to the substrate. 64 days after sowing, the following physiological characteristics were evaluated: flavonoid index; anthocyanin index; SPAD index; total chlorophyll content and nitrogen balance. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Scott-Knott grouping test at the 5% probability level. The addition of up to 75% of coffee straw to Terra Nutri commercial substrate did not generate physiological alterations of the characteristics analyzed, and could be used to reduce costs in the production of 'Hawaii BS 2000' papaya seedlings.

KEYWORDS: *Carica papaya* L.; Cost reduction; Seedling production.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil aparece como um dos maiores produtores mundiais de mamão, atingindo uma área cultivada em 2016 de 30.758 hectares, com uma produtividade de 1.424.650 toneladas, sendo os Estados da Bahia e Espírito Santo os principais produtores nacionais (IBGE, 2018)

Para a cultura do mamoeiro, uma das etapas de maior importância é o preparo de mudas, processo que visa plantas que expressem altos potenciais produtivos (WECKNER et al., 2016). Um fator que deve ser levado em consideração nessa etapa é o substrato utilizado, que deve apresentar características como consistência, boa estrutura, alta capacidade de retenção de água, alta porosidade, isenção de inóculos de doenças e de substâncias tóxicas (CALDEIRA et al., 2013).

O Brasil é o maior produtor mundial de café e o Estado do Espírito Santo, o segundo no *ranking* entre os estados brasileiros, com uma safra colhida de 8.967.400 sacas em 2016 (CONAB, 2017). Sendo que sua palha não é utilizada por grande parte

dos produtores.

A palha de café tem potencial para substituir parcialmente os substratos comerciais, resultando assim em redução de custos de produção. Segundo Caldeira et al. (2013) substratos formulados com palha de café *in natura* apresentaram bom desenvolvimento de mudas. Porém estudos que avaliam o comportamento de mudas de mamoeiro cultivadas sob substratos alternativos são escassos.

Desta forma, objetivou-se com a realização deste estudo avaliar o desenvolvimento fisiológico de mudas de mamoeiro 'Hawaii BS 2000' em função de diferentes concentrações de palha de café associado ao substrato comercial Terra Nutri .

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no viveiro de mudas da Fazenda Portela, localizado no Município de Itaguaçu, Noroeste do Estado do Espírito Santo, com coordenadas geográficas de 19°42' de latitude Sul, 40°51' de longitude Oeste, no período de 18 de março a 20 de maio de 2017.

O delineamento empregado foi em blocos ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições, a unidade experimental foi composta por dez plantas, totalizando setenta plantas por bloco e duzentos e oitenta plantas no experimento.

As sementes utilizadas foram do mamoeiro 'Hawaii BS 2000', adquiridas na propriedade, retiradas de fruto completamente maduros e lavadas, retirando a mucilagem das sementes e secadas sob sombra e sobre folhas de jornal para absorção da umidade.

A semeadura foi feita em substrato comercial Terra Nutri com variações de 0, 15, 30, 45, 60,75 e 90% palha de café (Tabela 1), em tubetes de 245 cm³. Foi feita adubação suplementar com 12 Kg/m³ de Producofe raiz com garantias de: 18 % de N, 29% de P₂O₅, 1,68% de Mg, 5,5% de S e 3,1% de polímeros vegetais.

Foram semeadas três sementes por tubete e feito o desbaste aos 30 dias após a semeadura, deixando apenas uma plântula por recipiente. Os recipientes foram colocados em um canteiro suspenso, a um metro do solo.

Tratamento	Composição do Substrato
T1	100% de substrato comercial Terra Nutri
T2	15% de palha de café + 85% Terra Nutri
T3	30% de palha de café + 70% Terra Nutri
T4	45% de palha de café + 55% Terra Nutri
T5	60% de palha de café + 40% Terra Nutri
T6	75% de palha de café + 25% Terra Nutri
T7	90% de palha de café + 25% Terra Nutri

Tabela 1 - Tratamentos analisados.

64 dias após a semeadura foram avaliadas as seguintes características fisiológicas de folhas das mudas de mamoeiro: índice de flavonoides (FLAV); índice de antocianina (ANT_RG e ANT_RB); teor de clorofila total (SFR_G e SFR_R); balanço de nitrogênio (NBI_G e NBI_R), medidos com fluorômetro modelo Multiplex® (Force-A) e índice SPAD utilizando o aparelho SPAD 502 Plus.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível 5% de probabilidade por meio do software estatístico Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2016).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2, é observado que para o índice de flavonóides (FLAV), os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6 não diferiram estatisticamente, porém o tratamento com 90% de palha de café (T7) diferiu estatisticamente dos demais, sendo estatisticamente inferior. O mesmo comportamento aconteceu para o índice de antocianina (ANT-RG e ANT-RB).

Segundo Ferreira et al., (2008), os flavonóides são compostos provenientes de metabólitos secundários responsáveis por proteger as plantas de ataque de insetos através da alteração do balanço hormonal, além de absorção de luz em comprimentos de onda altos, protegendo o aparato fotossintético, aumentando assim, a eficiência da fotossíntese. As antocianinas desempenham função importante nas plantas, com pigmento assessor conferindo cor as folhas e frutos (CAVALCANTI FILHO, 2017). Este pigmento desempenha papel de proteção contra danos causados pelo excesso de luz, agindo como antioxidante (NEILL; GOULD, 2003)

Desta forma, é possível constar que em concentração elevada de palha de café presente na formulação no substrato comercial houve aumento na quantidade de flavonóides e antocianina nas mudas de mamoeiro, o aumento destes compostos pode estar relacionado a altas concentrações de cafeína presente no substrato devido ao seu efeito alelopático observado em diversas espécies vegetais (LIMA et al. 2007). Assim sendo, em grandes concentrações a palha de café pode causar toxidez, forçando a planta a produzir mecanismos de defesa como os flavonóides e as antocianinas.

Tratamento	FLAV	ANTH_RG	ANTH_RB	SPAD
T1-100% substrato	0,22 A	-0,05A	-0,58 A	49,04 A
T2-15% palha	0,146 A	-0,06A	-0,61 A	47,47 A
T3-30% palha	0,157 A	-0,04 A	-0,58 A	49,43 A
T4-45 % palha	0,084 A	-0,04 A	-0,58 A	48,97 A
T5-60 % palha	-0,002A	-0,05 A	-0,61 A	47,36 A
T6-75 % palha	-0,006 A	-0,04 A	-0,61 A	45,10 A
T7-90 % palha	-0,585 B	-0,51 B	-0,80 B	13,35 B
MÉDIA	0,0019	-0,11	-0,63	42,96
CV (%)	19,18	23,92	24,72	24,18

Tabela 2 - Índice de flavonoides (FLAV), índice de antocianina (ANT_RG e ANT_RB) e índice SPAD de mudas de mamoeiro 'Hawaii BS 2000' aos 64 dias após a semeadura sob diferentes tipos de substratos.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O índice SPAD apresentou diferença estatística apenas para o tratamento contendo 90% de palha de café (T7) em relação aos demais (Tabela 2). O índice SPAD quantifica os pigmentos verdes presentes nas folhas (clorofila), assim é uma maneira eficiente de se determinar a quantidade de nitrogênio nas folhas, visto que em sua composição a clorofila apresenta a molécula de nitrogênio (ZUFFO et al., 2012). Segundo Cavalcanti Filho (2017), este índice é importante ferramenta para mensurar pigmentos fotossintéticos, podendo ser usado indiretamente para avaliar o processo fotoquímico, além de ser uma medida não destrutiva.

Em relação ao teor de clorofila total (SFR-G e SFR_R), o único tratamento que se diferiu estatisticamente foi o T7 (90% de palha) sendo inferior aos demais. Para o balanço de nitrogênio (NBI-G e NBI-R) observou-se que todos os tratamentos foram estatisticamente iguais (Tabela 3). Segundo Cavalcanti Filho (2017), tanto o balanço de nitrogênio, quanto o teor de clorofila são características benéficas pois estão relacionadas com a capacidade fotossintética das plantas, assim resultados superiores são mais desejados.

Para Cartelat et al. (2005), a medição do balanço de nitrogênio é importante forma de estudo para mensurar a resposta das plantas em relação a adubação com fontes nitrogenadas. Sales et al. 2018 estudando a influência de diferentes fontes de matéria orgânica como substrato no comportamento fisiológico de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi encontrou resultados superiores utilizando resíduo de café na composição do substrato. Desta forma, é possível constatar influencia positiva no balanço de nitrogênio com resíduos provenientes dos grãos de café.

Tratamento	SFR_G	SFR_R	NBI_G	NBI_R
T1- 100% substrato	2,07 A	1,80 A	1,12 A	1,10 A
T2 – 15% palha	1,94 A	1,73 A	1,23 A	1,25 A
T3 - 30% palha	2,03 A	1,78 A	1,27 A	1,23 A
T4 – 45 % palha	1,87 A	1,65 A	1,41 A	1,37 A
T5 – 60 % palha	1,68 A	1,50 A	1,56 A	1,57 A
T6 – 75 % palha	1,68 A	1,51 A	1,56 A	1,53 A
T7 – 90 % palha	0,73 B	0,67 B	0,92 B	0,90 B
MÉDIA	1,71	1,52	1,30	1,28
CV (%)	21,16	20,57	38,39	39,01

Tabela 3 - Teor de clorofila total (SFR-G e SFR_R), balanço de nitrogênio (NBI-G e NBI-R) de mudas de mamoeiro 'Hawaii BS 2000' aos 64 dias após a semeadura sob diferentes tipos de substratos.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Desta forma, os resultados obtidos indicam, de modo geral, que mudas do

mamoeiro 'Hawaii BS 2000' crescidas em substrato com 90% de palha de café apresentaram valores inferiores em relação aos demais tratamentos para as características fisiológicas avaliadas.

4 | CONCLUSÃO

A adição de até 75% de palha de café ao substrato comercial Terra Nutri não causou mudanças fisiológicas das características avaliadas, sendo uma forma de redução dos custos na produção de mudas de mamoeiro 'Hawaii BS 2000'.

REFERÊNCIAS

- CALDEIRA, M.V. W.; DELARMELINA, W. M.; FARIA, J. C. T.; JUVANHOL, R. S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, v.37, n.1, 2013.
- CARTELAT, A.; CEROVIC, Z.; GOULAS, Y.; MEYER, S.; LELARGE, C.; PRIOUL, J. L.; BARBOTTIN, A.; JEUFFROY, M. H.; GATE, P.; AGATI, G. Optically assessed contents of leaf polyphenolics and chlorophyll as indicators of nitrogen deficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Field crops research**, v.91, n.1, p.35-49, 2005.
- CAVALCANTI FILHO, P. F. M. **Silicato de potássio na aclimação de mudas de *Coffea arabica* L.** 2017. 65 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2017.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: café** – v. 4, n. 1 (2016) – Brasília: Conab. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- FERREIRA, M. M. M.; OLIVEIRA, AHC; SANTOS, N. S. Flavonas e flavonóis: novas descobertas sobre sua estrutura química e função biológica. **Revista Agro@ambiente**, v.2, n.2, p.57-60, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção agrícola municipal: Área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes.** 2016. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 20 de jun. de 2018.
- LIMA, J. D.; MORAES, W. S.; MENDONÇA, J. C.; NOMURA, E. S. Resíduos da agroindústria de chá preto como substrato para produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, v.37, n.6, p.1609-1613, 2007.
- NEILL, S. O.; GOULD, K. S. Anthocyanins in leaves: light attenuators or antioxidants. **Functional Plant Biology**, v.30, n.8, p.865-873, 2003.
- SALES, R. A.; SALES, R. A.; NASCIMENTO, T. A.; SILVA, T. A.; BERILLI, S. S.; SANTOS, R. A. Influência de diferentes fontes de matéria orgânica na propagação da *Schinus terebinthifolius* RADDI. **Revista Scientia Agraria**, v.18, n.4, p. 99-106, 2017.
- SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.
- WECKNER, F. C.; CAMPOS, M. C. C.; NASCIMENTO, E. P.; MANTOVANELLI, B. C.; NASCIMENTO, M. F. Avaliação das mudas de mamoeiro sob o efeito da aplicação de diferentes composições de

biofertilizantes. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v.14, n.1, p.700-706, 2016.

ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; SCHOSSLER, T. R. MILHOMEM, M.; PIAUILINO, A. C. Eficiência na determinação indireta do nitrogênio foliar a partir do índice SPAD. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n.15, p.802-820, 2012.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE LINGUIÇAS FRESCAIS SUÍNAS COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE PELOTAS-RS

Tatiane Kuka Valente Gandra

Universidade Federal de Pelotas, Laboratório de Ciências dos Alimentos e Biologia Molecular (LACABIM), Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos (CCQFA)
Pelotas – Rio Grande do Sul

Pâmela Inchauspe Corrêa Alves

Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos (PPGNA), Laboratório de Ciências dos Alimentos e Biologia Molecular (LACABIM), Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos (CCQFA).
Pelotas – Rio Grande do Sul

Letícia Zarnott Lages

Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos (PPGNA), Laboratório de Ciências dos Alimentos e Biologia Molecular (LACABIM), Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos (CCQFA)
Pelotas – Rio Grande do Sul

Eliezer Avila Gandra

Laboratório de Ciências dos Alimentos e Biologia Molecular (LACABIM), Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos (CCQFA).
Pelotas – Rio Grande do Sul

RESUMO: As linguiças constituem os derivados cárneos fabricados em maior quantidade no

Brasil. As do tipo “frescal” apresentam alta atividade de água e não são submetidas ao tratamento térmico sendo mais susceptíveis a contaminação microbiana. Dentre os microorganismos indicadores e patogênicos que podem estar presentes em linguiças, caso aconteçam falhas que permitam a contaminação microbiológicas, estão *Staphylococcus aureus*, que possui a capacidade de produzir toxinas termo resistentes (enterotoxinas), podendo causar intoxicação alimentar poucas horas após a ingestão do alimento contaminado e *Listeria monocytogenes* que é o agente causador da listeriose, uma infecção alimentar associada a alta taxa de mortalidade, afetando de forma mais grave idosos, crianças, recém-nascidos e indivíduos imunocomprometidos. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica de linguiças frescas suínas provenientes do comércio local da cidade de Pelotas-RS através da quantificação de *Staphylococcus* coagulase positiva e da pesquisa de *L. monocytogenes*. Verificou-se a ausência de *Listeria monocytogenes* nas amostras, e um alto percentual de amostras com quantificação de *Staphylococcus* coagulase positiva acima do limite máximo permitido pela legislação brasileira.

PALAVRAS-CHAVE: Linguiças frescas, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*.

ABSTRACT: The sausages constitute meat products manufactured in greater quantity in Brazil. The “fresh” type have high water activity and are not subjected to heat treatment being more susceptible to microbial contamination. Among the microorganisms that are indicative and pathogenic that may be present in sausages, if microbiological contamination occurs, there are *Staphylococcus aureus*, which has the capacity to produce thermostable toxins (enterotoxins), which can cause food poisoning within a few hours after ingestion of the contaminated food and *Listeria monocytogenes* which is the causative agent of listeriosis, a food infection associated with a high mortality rate, affecting more severely elderly, infants, newborns and immunocompromised individuals. In view of the above, the objective of this work was to evaluate the microbiological quality of fresh pork sausages from the local commerce of the city of Pelotas-RS through the quantification of coagulase positive *Staphylococcus* and the research of *L. monocytogenes*. The absence of *Listeria monocytogenes* in the samples was verified, and a high percentage of samples with quantification of coagulase positive *Staphylococcus* above the maximum limit allowed by Brazilian legislation.

KEYWORDS: Fresh sausages, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*.

1 | INTRODUÇÃO

As questões relacionadas a segurança dos alimentos são consideradas como uma das principais preocupações relativas à saúde pública, em que, segundo dados do Ministério da Saúde, os micro-organismos patogênicos constituem os principais agentes etiológicos de surtos e doenças transmitidas por alimentos (DTA) (SVS/MS, 2017). Os produtos de origem animal são constantemente manipulados nas etapas da cadeia produtiva até a sua rede de distribuição (CHEVALLIER et al., 2006). Dessa forma, eleva-se o risco de contaminação por diferentes espécies de micro-organismos, os quais podem ser oriundos de matéria-prima ou de indevida manipulação durante o processamento (CORREIA, 2008). As linguiças constituem os derivados cárneos fabricados em maior quantidade no Brasil (TERRA, 1998), as quais são obtidos de carnes de animais de açougue adicionadas ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutidas em em envoltório natural ou artificial e submetidas ao processo tecnológico adequado (BRASIL, 2000). Além disso, as do tipo “frescal” apresentam alta atividade de água e não são submetidas ao tratamento térmico (BARBOSA et al., 2010). Dentre os micro-organismos indicadores de condições de higiene inadequadas encontra-se *Staphylococcus aureus*, o qual, naturalmente, está presente na pele e no trato respiratório superior dos seres humanos, e apresenta facilidade de desenvolvimento em alimentos, possuindo a capacidade de produzir toxinas termo resistentes (enterotoxinas), podendo causar intoxicação alimentar poucas horas após a ingestão do alimento contaminado (MADIGAN et al., 2010). No Brasil, a presença de *Listeria monocytogenes* tem sido observada em alimentos comercializados prontos para o

consumo, considerando principalmente aqueles que não passaram por tratamento térmico (FOOD SAFETY BRAZIL, 2014). Este patógeno é o agente causador da listeriose, uma infecção alimentar associada a alta taxa de mortalidade, afetando de forma mais grave idosos, crianças, recém-nascidos e indivíduos imunocomprometidos (PONTELLO et al., 2012). Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica de linguiças frescas suínas provenientes do comércio local da cidade de Pelotas-RS através da quantificação de *Staphylococcus* coagulase positiva e da pesquisa de *L. monocytogenes*.

2 | METODOLOGIA

O Foram coletadas 40 amostras de linguiça fresca suína, no período de março a dezembro de 2016, adquiridas no comércio local da cidade de Pelotas-RS. A cada coleta eram analisadas 2 amostras, totalizando 20 coletas. Pesou-se, assepticamente, 25g do alimento e homogeneizou-se com 225 mL de água peptonada 0,1%. Procedeu-se à diluição seriada decimal (1 mL da diluição 10⁻¹ adicionados a 9 mL de diluente, e assim sucessivamente até a diluição 10⁻⁶). As determinações microbiológicas de *Staphylococcus* coagulase positiva foram realizadas de acordo com as recomendações estabelecidas pela *American Public Health Association* (APHA) com modificações (DOWNES; ITO, 2001). Para a realização da análise de *Staphylococcus* coagulase positiva foram inoculadas 0,1 mL de cada diluição seriada, pela técnica de semeadura em superfície em Ágar Baird-Parker (MERCK®) e em duplicata. Logo, as placas eram incubadas 36 ± 1°C por 24 a 48 horas. Posteriormente, as colônias eram enumeradas e, no mínimo, cinco colônias que apresentaram morfologia típica e cinco atípicas eram selecionadas para realização do teste de produção de coagulase livre. Para o isolamento e quantificação de *Listeria monocytogenes* seguiu-se a metodologia proposta pela *International Organization for Standardization*, ISO 11.290-1 – *Detection method* (ISO, 1996) com modificações. A etapa de pré-enriquecimento foi realizada em Caldo Enriquecimento *Listeria* (LEB), com incubação a 30°C por 24 horas, seguida da incubação de uma alíquota em caldo Fraser (adicionado de suplemento SR 0156E Oxoid®) a 35°C por 48 horas. Após, foi realizada semeadura no Ágar Oxford (adicionado de suplemento SR 0140E Oxoid®) e Ágar Palcam (adicionado de suplemento SR 0150E Oxoid®) a 35°C por 48 horas. Os isolados purificados foram submetidos a testes fenotípicos de motilidade, fermentação de carboidratos (dextrose, xilose, ramnose e manitol) e presença de catalase e de β-hemolisina.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados pode-se observar que 8 (20%) das amostras de linguiça fresca suína apresentaram contagens de *Staphylococcus* coagulase positiva acima

do permitido pela legislação vigente (Tabela 1).

Amostras	Staphylococcus coagulase positiva*	Listeria monocytogenes**
	N (%)	N (%)
40	8 (20)	0 (0)

Tabela 1 - Quantificação de *Staphylococcus* coagulase positiva e pesquisa de *Listeria monocytogenes* em 40 amostras de linguiça fresca suína comercializadas na cidade de Pelotas-RS, Brasil, no período de março a dezembro de 2016.

N é o número de amostras com a presença do micro-organismo analisado; *Amostras com contagens acima de 5×10^3 UFC.g⁻¹; **Amostras com presença de *Listeria monocytogenes*.

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº. 12 de dois de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece os padrões microbiológicos para linguiças frescas, as quais podem apresentar tolerância de 5×10^3 Unidades Formadoras de Colônia (UFC) por grama de alimento para *Staphylococcus* coagulase positiva (BRASIL, 2001).

Estes resultados são similares aos encontrados na pesquisa de SOUZA et al. (2014), os quais identificaram a presença da bactéria em amostras artesanais e inspecionadas coletadas no estado do Paraná. MARQUES et al. (2006) também constataram a presença de *Staphylococcus* coagulase positiva, acima do limite estabelecido, em 14 (35%) amostras de linguiças frescas avaliadas. No entanto, TESSMANN et al. (2001) ao analisarem 25 amostras de linguiça fresca de carne suína na cidade de Pelotas-RS, verificaram que todas as amostras se encontraram dentro dos padrões microbiológicos permitidos. Segundo os autores, a detecção do patógeno está associada a possíveis falhas no controle higiênico-sanitário e ao constante manuseio do produto. *Staphylococcus* coagulase positiva geralmente é proveniente da matéria-prima e da manipulação por pessoas portadoras do micro-organismo (LE LOIR; BARON; GAUTIER, 2003). Em nenhuma das amostras de linguiça fresca suína foi detectada a presença de *L. monocytogenes* (Tabela 1). Rossi et al. (2011) avaliaram a presença de *L. monocytogenes* em 40 amostras de linguiça fresca suína e isolaram este patógeno em 3,75% das amostras. Assim como, Myyasak et al. (2009), os quais verificaram a ocorrência de *L. monocytogenes* em 42% das 100 amostras estudadas. Geralmente, as carnes frescas apresentam baixas contagens de *L. monocytogenes*, contudo, o risco de contaminação é diretamente proporcional ao seu grau de processamento (JAY, 1996). Além disso, não existe na legislação brasileira valores de referências para esta bactéria em produtos cárneos, apesar deste micro-organismo fazer parte de uma importante classe de patógenos humanos.

4 | CONCLUSÕES

Apesar da ausência de *Listeria monocytogenes* nas amostras, o alto percentual

de amostras com quantificação de *Staphylococcus* coagulase positiva acima do limite máximo permitido pela legislação denota a necessidade uma readequação higiênica por toda a cadeia, a fim de diminuir os riscos potenciais à saúde do consumidor, contribuindo para a produção de linguiças com segurança alimentar.

REFERÊNCIAS

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Diário Oficial da União. Brasília, 2 de janeiro de 2001.

BARBOSA, L.; MADI, L.; TOLEDO, M. A.; REGO, R. A. **As tendências da alimentação**. In: Brasil Foods Trends 2020. FIESP. Instituto de Tecnologia de Alimentos. São Paulo. 2010. cap. 3, p. 39-48.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Instrução Normativa nº4, de 31 de março de 2000**. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

CHEVALLIER, I.; AMMOR, S.; LAGUET, A.; LABAYLE, S.; CASTANET, V.; DUFOUR, E.; TALON, R. **Microbial ecology of a small-scale facility producing traditional dry sausage**. Food Control, v. 17, n. 6, p. 446-453, 2006.

CORREIA, L.M.M., **Multiplicação da microbiota autóctone e de *Staphylococcus aureus* inoculado em linguiças frescas produzidas com diferentes concentrações de cura**. 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Paraná, 80p.,2008.

DOWNES, F. P.; ITO, H. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington: American Public Health Association (APHA), 676 p. 2001.

FOOD SAFETY BRAZIL. **Listeria e E. coli** não atormentam os brasileiros? Acessado em 01 set. 2018. Online. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/listeria-e-e-coli-nao-atormentam-aos-brasileiros/>

International Organization for Standardization (ISO). **Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes*** – Part 1: Detection method, International Standard ISO 11290-1, Geneva, Switzerland, 1996.

JAY, J.M. **Prevalence of *Listeria* spp. in meat and poultry products**. Food Control, v.7, n.4/5, p.209-214, 1996.

LE LOIR, Y.; BARON, F.; GAUTIER, M. ***Staphylococcus aureus* and food poisoning**. Genetics and Molecular Research, Ribeirão Preto, v. 2, n. 1, p. 63-76, 2003.

MADIGAN, M. T., et al. **Microbiologia de Brock**. 12 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 1126 p.

MARQUES, S.C.; BOARI, C.A.; BRCKO, C.C.; NASCIMENTO, A.R.; PICCOL, R.H. **Avaliação higiênico-sanitária de linguiças tipo frescal comercializadas nos municípios de Três Corações e Lavras-MG**. Ciência Agrotécnica, Lavras, v.30, n.6, p.1120-1123, 2006.

MIYASAKI, K. N.; CHIARINI, E.; SANT'ANA, A. S.; DESTRO, M. T.; LANDGRAF, M.; FRANCO, B. D. G. M., **High prevalence, low counts and uncommon serotypes of *Listeria monocytogenes* in linguica, a Brazilian fresh pork sausage**. Meat Science, Barking, v. 83, p.523-527, 2009.

PONTELLO, M., GUAITA, A., SALA, G., MICAELA CIPOLLA, M., GATTUSO, A., SONNESSA, M., GIANFRANCESCHI, M. V. **Listeria monocytogenes serotypes in human infections (Italy, 2000-2010)**. Annali dell'Istituto Superiore di Sanità, v. 48, n. 2, p. 146-150, 2012.

ROSSI, L. P. R.; ALMEIDA, R. C. C.; LOPES, L. S.; FIGUEIREDO, A. C. L.; RAMOS, M. P. P.; ALMEIDA, P. F. **Occurrence of Listeria spp. in Brazilian Fresh sausage and control of Listeria monocytogenes using bacteriophage P100**. Food Control, Guildford, v. 22, p. 954-958, 2011.

SOUZA, M.; PINTO, F. G. S.; BONA, E. A. M.; MOURA, A. C. **Qualidade higiênico-sanitária e prevalência de sorovares de Salmonella em linguiças frescas produzidas artesanalmente e inspecionadas, comercializadas no oeste do Paraná, Brasil**. Arquivos do Instituto Biológico, v. 81, n. 2, p. 107-112, 2014.

TERRA, N. N. **Apontamento de Tecnologia de Carnes**. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1998, 216p.

TESSSMANN, C.; LIMA, A.S.; DUVAL, E.H.; MACEDO, M.R.P.; SILVA, W.P. **Prevalência de Salmonella sp. e Staphylococcus aureus em linguiças do tipo frescal derivadas de carne suína**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 21, 2001. Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu: 2001. p.390.

ANÁLISE RADIOGRÁFICA DA CINTURA PÉLVICA DE SERPENTES DA FAMÍLIA BOIDAE

Mari Jane Taube

Universidade Estadual do Centro Oeste-
UNICENTRO

Mestranda - Programa de Pós Graduação em
Ciências Veterinárias
Guarapuava- Paraná

Luciana do Amaral Oliveira

Universidade Estadual do Centro Oeste-
UNICENTRO

Mestranda - Programa de Pós Graduação em
Ciências Veterinárias
Guarapuava- Paraná

Andressa Hiromi Sagae

Universidade Estadual do Centro Oeste-
UNICENTRO

Mestranda - Programa de Pós Graduação em
Ciências Veterinárias
Guarapuava- Paraná

Patricia Santos Rossi

Universidade Estadual do Centro Oeste-
UNICENTRO

Mestranda - Programa de Pós Graduação em
Ciências Veterinárias
Guarapuava- Paraná

Zara Bortolini

Universidade Estadual do Centro Oeste-
UNICENTRO

Docente- Departamento de Medicina Veterinária-
DEVET

Guarapuava- Paraná

Ricardo Coelho Lehmkuhl

Universidade Estadual do Centro Oeste-

UNICENTRO

Docente – Departamento de Medicina Veterinária
- DEVET

Guarapuava- Paraná

RESUMO: Pode-se dizer que as maiores serpentes encontradas na América são os animais da família Boidae. Dentro desta família encontram-se animais como os da espécie *Boa constrictor* (jibóia). A anatomia destes animais ainda é pouco conhecida principalmente devido a baixa casuísta destes nos hospitais veterinários. Para a ampliação do conhecimento deste quesito faz-se necessário o uso da radiografia como um excelente método para visibilização das estruturas anatômicas. Sabe-se que através do uso da radiologia detectou-se no macho de *Boa constrictor* a presença de estruturas radiopacas bilaterais na região de cintura pélvica, conhecidas como esporões. Estas estruturas são funcionais na reprodução destes animais onde o macho as vibra estimulando a fêmea para que a mesma permaneça em posição copulatória. O objetivo da pesquisa foi a visibilização ou não destas estruturas em região de cloaca tanto em machos quanto em fêmeas, para assim verificar o sexo do animal e confirmar a função das mesmas. Foram realizadas radiografias em posições ventrodorsal e laterolateral em oito

animais, sendo cinco fêmeas e três machos, onde nas imagens obtidas observou-se a presença de estruturas radiopacas bilaterais nos machos e ausência destas nas fêmeas da mesma espécie. Confirmando assim a função reprodutiva e a viabilização da radiologia para sexagem dos animais desta espécie.

PALAVRAS-CHAVE: Cintura pélvica; Radiografia; Serpentes; Sexagem.

ABSTRACT: It can be said that the largest snakes found in America are the animals of the Boidae family. Within this family are animals such as the boa constrictor (boa constrictor). The anatomy of these animals is still little known mainly due to the low casuistic of these animals in veterinary hospitals. To increase the knowledge of this question, it is necessary to use radiography as an excellent method to visualize anatomical structures. It is known that through the use of radiology, the presence of bilateral radiopaque structures in the region of the pelvic girdle, known as spurs, was detected in the male of Boa constrictor. These structures are functional in the reproduction of these animals where the male vibrates them stimulating the female so that it remains in a copulatory position. The objective of the research was to visualize or not these structures in a cloaca region in both males and females, in order to verify the sex of the animal and confirm their function. X-rays were performed in ventrodorsal and laterolateral positions in eight animals, five females and three males, where in the images obtained the presence of bilateral radiopaque structures in males and absence of females of the same species were observed. Confirming the reproductive function and the viability of radiology for sexing the animals of this species.

KEYWORDS: Pelvic girdle; Radiography; Serpents; Sexing.

1 | INTRODUÇÃO

As maiores serpentes conhecidas nas Américas são os animais da família Boidae. No Brasil, as serpentes desta família são representadas por quatro gêneros: Eunectes, Boa, Corallus e Epicrates (GARCIA, 2012). Dentro do gênero Boa encontra-se a espécie *Boa constrictor*, a qual foi utilizada para a realização da pesquisa.

Estes animais possuem o corpo robusto e uma musculatura bem desenvolvida, cabeça triangular e tem a pele recoberta por escamas e são donos de denticção áglifa. São considerados animais constritores por matarem suas presas por constrição (GARCIA, 2012). Os mesmos, são descendentes de um grupo de lagartos, que foram perdendo os membros locomotores durante o longo percurso da evolução biológica (MESQUITA, 1997).

Segundo Garcia 2012, a perda dos membros nestes animais, ocasionou na presença dos chamados esporões, que são então os vestígios dos membros pélvicos situados na região de cloaca ou cintura pélvica. Os membros posteriores vestigiais dos Boídeos são, aparentemente, estruturas funcionais usadas na corte. A *Boa constrictor* macho vibra estas estruturas rapidamente e esfrega-as no dorso e flancos de sua parceira. Esfregando na fêmea os seus esporões, o macho estimula a fêmea a

movimentar seu corpo numa posição copulatória (CARVALHO, 2006).

Através do uso de radiografias, sabe-se que o macho possui estas estruturas bilaterais radiopacas situadas na região de cloaca, conhecida como cintura pélvica. Porém a presença ou não destas estruturas em fêmeas é desconhecida. Kealy, Mcallister e Graham, 2012, afirmam que o uso da técnica de raio-x de forma competente, exige a disponibilidade de radiografias em alta escala de qualidade. É necessário que exista familiaridade com os princípios básicos, principalmente em relação ao posicionamento os fatores de exposição e o uso da técnica correta. Estes critérios são essenciais se tratando de qualquer espécie, ao se tratar serpentes como a *Boa constrictor*, deve-se seguir a mesma premissa.

O objetivo da pesquisa foi com o uso adequado da radiologia verificar se a presença destas estruturas radiopacas já citadas em machos, está ou não presente nas fêmeas desta espécie. Para que assim possa-se definir o sexo destes animais e comprovar a função destes esporões e ainda definir uma forma de sexagem para a espécie em questão.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas oito serpentes da espécie *Boa constrictor*, sendo que três desses animais foram machos e cinco foram fêmeas. Em todos os casos os animais eram adultos, não sendo possível a mensuração da idade exata. Os animais utilizados foram serpentes criadas em cativeiros, ambientadas com o manuseio e com a contenção, facilitando o processo. Os animais utilizados foram pacientes da clínica escola de Medicina Veterinária (CEVET) e do Serviço de Atendimento a Animais Selvagens (SAAS) da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), localizado no município de Guarapuava, estado do Paraná, Brasil.

As serpentes radiografadas pertenciam à rotina clínica dos lugares citados, sendo assim o uso da radiologia em sua maioria exclusivo para a obtenção de dados para pesquisa. Utilizou-se de contenção física somente, devido ao fato de todos os animais estarem condicionados a manipulação humana. O exame radiográfico desses animais foi realizado com um equipamento de Marca CDK, Modelo Mascote 100/200 em placas radiográficas do equipamento de radiologia computadorizada (AGFA CR10-X). O exame radiológico foi realizado com o animal em decúbito lateral direito (LLD) ou esquerdo (LLE), decúbito dorsoventral (DV) e decúbito ventrodorsal (VD) posicionando a região da pelve sobre o chassi abrangendo sobre a imagem radiográfica a cloaca e cauda do animal.

Com a realização dos exames radiográficos, passou-se para as análises das películas obtidas. Analisando possíveis diferenças radiológicas entre machos e fêmeas. Avaliando a presença ou não das estruturas radiopacas bilaterais situadas na região de pelve do animal, próximo à cloaca.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas radiografias dos três animais do sexo masculino encontrou-se a presença de estruturas radiopacas bilaterais próximas a cloaca, as quais podem se visibilizadas ao exame radiográfico tanto em incidência latero lateral (Figura 01), como em incidência ventrodorsal (Figura 02), corroborando com o que foi descrito por Garcia, 2012 e confirmando assim a presença de esporões nos machos da espécie *Boa constrictor*, os quais são funcionais na atividade reprodutiva dos mesmos. A estrutura encontrada nos machos é bilateral composta por dois fragmentos cada e tem radiopacidade similar as costelas do animal, ocupando em média 6 espaços intercostais do corpo do animal



Figura 01 – Radiografia laterolateral de região de cloaca de *Boa constrictor* macho com visibilização de estruturas radiopacas bilaterais (esporões).

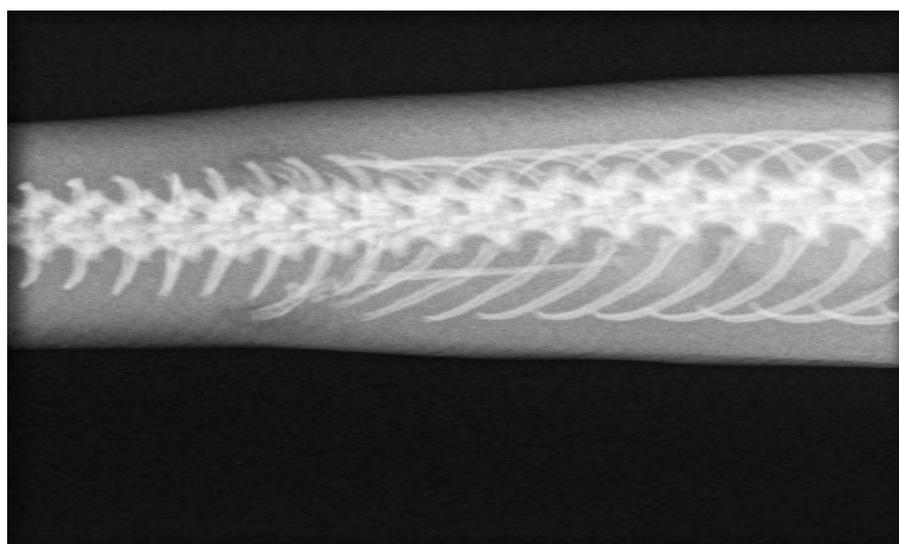


Figura 02 – Radiografia ventrodorsal de região de cloaca de *Boa constrictor* macho com visibilização de estruturas radiopacas bilaterais (esporões).

Nas radiografias das fêmeas não se visibilizou a presença destas estruturas como nos machos (Figura 03).

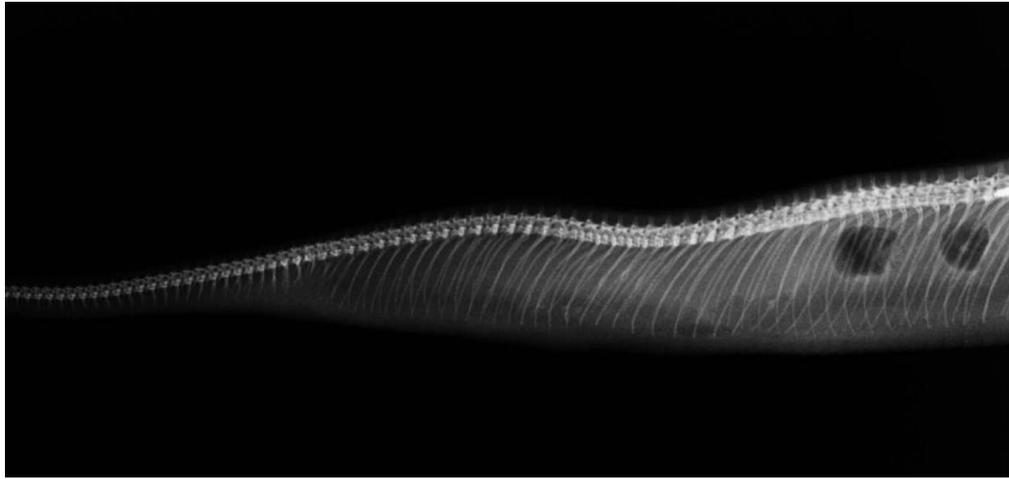


Figura 03 – Radiografia laterolateral de região de cloaca de *Boa constrictor* fêmea sem a presença de estruturas radiopacas bilaterais (esporões).

4 | CONCLUSÃO

Pode-se concluir com o presente estudo que os machos da espécie *Boa constrictor* apresentam estruturas radiopacas bilaterais, sendo estes vestígios de membros posteriores na região da cloaca (esporões), que é também denominada de cintura pélvica. As fêmeas por sua vez não possuem estas estruturas.

Assim o uso da radiologia confirma a função reprodutiva dos esporões nos machos e ainda viabiliza o uso deste método de diagnóstico por imagem na utilização de definição do sexo dos animais desta espécie, analisando a presença ou não das estruturas radiopacas localizadas na região da cloaca ou cintura pélvica.

REFERÊNCIAS

Carvalho, J.C. **Diversidades de serpentes do parque ecológico quedas do Rio bonito, Lavras, MG.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2006.

Garcia, V.C. **Avaliações ultrassonográficas dos ciclos reprodutivos das serpentes Boidae Neotropicais.** Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia, São Paulo, 2012.

Kealy, J.K; Mcallister H.; Graham, J.P. **Radiografia e Ultrassonografia do cão e do gato.** 5.ed. Rio de Janeiro: Elsevier,2012. 594p.

MESQUITA, D.O. **Biometria, Folidose, e Ecologia da população de *Bothrops alternatus* (Duméril Bibron e Duméril, 1854) (serpentes cristalinae) da zona geográfica do triângulo e alto Paranaíba- MG.** Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 1997.

APLICAÇÃO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS AO CÓRREGO TOCANTINS EM JANUÁRIA - MG

Érica Aparecida Ramos da Mota

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG) – Campus Januária. Januária-MG.

Dhenny Costa Da Mota

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG) – Campus Januária. Januária-MG.

Tháísa Maria Batista Ramos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG) – Campus Januária. Januária-MG.

Diana da Mota Guedes

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG) – Campus Januária. Januária-MG.

Antonio Fabio Silva Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG) – Campus Januária. Januária-MG.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar e classificar as condições de habitat e o nível de conservação das condições naturais do córrego Tocantins, situado no município de Januária-MG.

Assim, com auxílio de Protocolo de avaliação de rios (PAR), a vazão do curso hídrico foi avaliada e práticas de conservação foram sugeridas para o trecho avaliado do córrego Tocantins. Para este estudo foi utilizado o Protocolo de Callisto *et al.*, (2002) modificado do protocolo original da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA), contendo 22 parâmetros. A vazão do curso hídrico foi mensurada pelo método do flutuador. Como resultado, o trecho analisado do córrego Tocantins foi classificado como alterado. Além disso, a vazão do mesmo foi de $0,104 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ou $373,753 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Como medida conservativa, sugere-se o plantio de mudas nativas para recuperação da mata ciliar e o cercamento do curso hídrico para evitar o acesso direto de bovinos.

PALAVRAS-CHAVES: Conservação de Rios; Curso Hídrico; Método do Flutuador; PAR.

ABSTRACT: This work aimed to evaluate and classify the habitat conditions and the conservation level of the natural conditions in the Tocantins stream, which is located at the municipality of Januária – MG. Thus, with the aid of a Rapid Assessment Protocol of Rivers (RAPR), the water flow was evaluated and conservation practices were suggested for the section evaluated of the Tocantins stream. To do so, the protocol of Callisto *et al.*, (2002), which contained 22 parameters and that was modified

from the Environmental Protection Agency of Ohio (USA) original protocol was used. The flow of the stream was measured by the float method. As a result, the section of the Tocantins stream analyzed was classified as altered. Moreover, the flow rate obtained was $0.104 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ or $373.753 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. As conservation practices, it suggests the planting of native seedlings to recover the riparian forest and also building up fences around the stream to avoid direct access of cattle.

KEYWORDS: River Conservation; Water course; Float Method; RAPR.

1 | INTRODUÇÃO

A aplicação dos Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PAR) iniciou-se em 1989 com a publicação do Rapid Bioassessment Protocols (Aplicação de protocolos de bioavaliação rápida) por Plafkin *et al.* (1989). No Brasil, os protocolos são modificados devido à grande variedade biológica, onde o monitoramento ambiental está fortemente baseado na análise da água. Além disso, com o PAR adequado é possível observar os conceitos referentes à preservação dos recursos fluviais, contribuindo significativamente com o desenvolvimento de estratégias de conservação ambiental.

É importante destacar pontos positivos ao aplicar um PAR, sendo: facilidade na obtenção e aplicação em uma área de estudo, ou seja, análise corresponde à observação apenas visual do pesquisador, que ao ser treinado de forma adequada é capaz de identificar as características básicas da área de estudo, desta forma, mesmo pessoas não qualificadas são capazes de aplicar o protocolo, não sendo necessário apenas especialista em análise ambiental; possibilidade de adaptação do mesmo para diferentes biomas ou regiões de pesquisa, podendo ser alterado conforme os diferentes tipos de vegetação, clima, solo, etc. Por fim, baixo custo financeiro para aplicação do mesmo. Por se tratar de uma análise primária, basta o treinamento adequado para compreender o protocolo e a observação da área em que será realizada a pesquisa (CADEGEO, 2014).

Assim, o objetivo com este trabalho foi avaliar e classificar as condições de habitat e conservação das condições naturais do córrego Tocantins, situado no município de Januária-MG, com auxílio de um Protocolo de Avaliação Rápida de Rios, a vazão do curso hídrico e sugerir práticas de conservação do trecho do córrego avaliado.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O córrego de Tocantins é afluente à margem esquerda da bacia do médio rio São Francisco, no município de Januária-MG. É utilizado para abastecimento agropecuário e humano. Foi selecionado um trecho ao acaso às margens do curso hídrico, situado às coordenadas $15^{\circ}24'30''\text{S}$, $44^{\circ}25'42''\text{O}$ e Altitude de 663m.

O levantamento dos dados foi realizado em 19/01/2018 entre 09h30min e

10h30min, sendo um dia ensolarado com poucas nuvens. Para análise foi aplicado 22 parâmetros de um PAR proposto por Callisto et al. (2002) e adaptado por Bizzo et al. (2014), onde é distribuído notas de 0 a 4 pontos para dez parâmetros de características físicas e impactos ambientais procedentes de atividades humanas no curso hídrico e notas de 0 a 5 pontos para doze parâmetros de condições de habitat e conservação das condições naturais.

Ao final somam-se as notas dos parâmetros e enquadra-se o nível de conservação ambiental do curso hídrico com a seguinte classificação: 0 a 40 pontos indicam trechos impactados, 41 a 60 pontos trechos alterados e superior a 61 pontos trechos naturais. A medida da vazão foi realizada pelo método do flutuador descrito por Palhares et al. (2007).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A soma das notas obtidas pelos parâmetros avaliados pelo PAR proposto por Callisto et al. (2002) e adaptado por Bizzo et al. (2014) foi de 56 pontos (Quadro 1), o que classifica o trecho do córrego estudado como alterado. Entretanto foi observado que a ação antrópica vem modificando completamente as margens e o leito do córrego, pois há a presença de alguns desequilíbrios na área de estudo tais como assoreamento da mata ciliar e erosão devido à presença de agricultura familiar, usada como fonte de renda e/ou alimentação, além de pastagens para alimentação de bovinos. A vazão, pelo método do flutuador, do trecho no local e período avaliado foi de $0,104 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ou $373,753 \text{ m}^3/\text{h}$.

Através dos resultados obtidos serão possíveis propor medidas que conscientizem a população local para conservação da margem do córrego. Assim como, a reconstrução da mata ciliar com plantas nativas, também é importante e necessário o cercamento próximo à margem, para que sejam evitados o pisoteamento por bovinos na calha do córrego e suas margens.

4 | CONCLUSÕES

Com o protocolo de avaliação de rios utilizado foi possível classificar o trecho do curso hídrico estudado como alterado. A vazão foi de $0,104 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ou $373,753 \text{ m}^3/\text{h}$. Sugere-se a execução de práticas de conservação do leito do córrego no trecho estudado.

REFERÊNCIAS

BIZZO, M. R de O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S. F.; **Protocolos de Avaliação rápida de rios (PAR)**. Cadernos de Estudos Geoambientais – CADGEO, v. 4, n. 1, 2014. p. 05-14.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRÚCIO, M. **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ)**. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <8—9>. Acesso em: 20/02/2018.

PALHARES, J. C. P.; RAMOS C.; KLEIN, J. B.; LIMA, J. M. M.; MULLER, S.; CESTONARO, T. **Medição da Vazão em Rios pelo Método do Flutuador**. Concórdia, SC. 1ª edição. 2007.

VARGAS, J. R. A.; FERREIRA JÚNIOR, P. D. **Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida na Caracterização da Qualidade Ambiental de Duas Microbacias do Rio Guandu, Afonso Cláudio, ES**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Espírito Santo, volume 17.

PARÂMETROS	LOCAL DA PESQUISA
1.Tipo de ocupação das margens do curso d'água (principal atividade)	Campo de pastagens/agricultura/monocultura/ reflorestamento: 2 pontos.
2.Erosão próxima e/ou nas margens do rio assoreamento em seu leito	Moderada: 2 pontos.
3.Alterações antrópicas	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo): 2 pontos.
4.Cobertura vegetal no leito	Parcial: 4 pontos.
5.Odor na água	Nenhum: 4 pontos.
6. Oleosidade da água	Ausente: 4 pontos.
7.Transparência da água	Transparente: 4 pontos.
8.odor do sedimento (fundo)	Nenhum: 4 pontos.
9.Oleosidade do fundo	Ausente: 4 pontos.
10.Tipo de fundo	Lama/areia: 2 pontos.
11.Tipos de fundo	10 a 30% de habitats diversificados: disponibilidade de habitats insuficiente; substratos frequentemente modificados: 2 pontos.
12.Extensão de rápidos	Trechos rápidos podem estar ausentes: rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio: 2 pontos.
13. Frequência de rápidos	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre remansos dividida pela largura do rio entre 15 e 25: 2 pontos.
14. Tipos de substrato.	Fundo Pedroso; seixos os limos: 0 pontos.
15. Deposição de lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama: 0 pontos.
16. Depósitos sedimentares.	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos. Provavelmente a correnteza arrasta tudo o material fino: 5 pontos.
17.Alterações no canal do rio	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificação há mais de 20 anos: 3 pontos.
18.Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta: 5 pontos.
19.Presença de mata ciliar	Menos de 50% da vegetação ripária nativa; desflorestamento muito acentuado: 0 pontos.
20. Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada: 5 pontos.

21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária menor que 6m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica: 0 pontos.
22. Presença de plantas aquáticas,	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos de macrófitas (p. ex. aguapé): 0 pontos.

Quadro 1. Características físicas, nível de impactos ambientais procedentes de atividades humanas, condições de habitat e conservação das condições naturais de um trecho do córrego Tocantins, situado em Januária-MG

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA AGROINDÚSTRIA DO AÇAÍ: UMA REVISÃO

Tatyane Myllena Souza da Cruz

Universidade Federal do Pará – PPGCTA
Belém-PA

Camile Ramos Lisboa

Universidade Federal do Pará – PPGCTA
Belém-PA

Nadia Cristina Fernandes Correa

Universidade Federal do Pará – PPGCTA
Belém-PA

Geormenny Rocha dos Santos

Universidade Federal do Pará – PPGCTA
Belém-PA

RESUMO: O açaizeiro é uma palmeira da família Arecaceae amplamente difundida e cultivada na Amazônia brasileira. Em função do expansivo aumento na produção e consumo de açaí na região Amazônica, tem crescido também a quantidade de resíduos gerados, que normalmente são dispostos de maneira inadequada no meio ambiente. Este estudo realizou uma revisão bibliográfica das principais utilizações do caroço de açaí, a fim de se levantar informações quanto à aplicação dessa matéria prima e maiores investimentos sobre as formas de utilização do caroço de açaí, pelo aproveitamento deste para desenvolvimento de pesquisas, inovação de produtos e uso farmacêutico.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos, açaí, aproveitamento, alimentos, biomassa.

ABSTRACT: The açaizeiro is a palm tree of the family Arecaceae widely spread and cultivated in the Brazilian Amazon. Due to the expansive increase in açaí production and consumption in the Amazon region, the amount of waste generated is also increasing, which is usually inadequately disposed of in the environment. This study carried out a bibliographical review of the main uses of the açaí stone in order to obtain information on the application of this raw material and greater investments on the forms of açaí stone utilization, for the use of this for research development, product innovation and pharmaceutical use.

KEYWORDS: Residues, acai, utilization, food, biomass.

1 | INTRODUÇÃO

O açaizeiro é uma palmeira da família Arecaceae amplamente difundida e cultivada na Amazônia brasileira. Ocorre de forma espontânea nesta região e tem se destacado pela importância econômica para a fruticultura regional (NEVES et al., 2015) duas palmeiras tropicais nativas e socioeconomicamente importantes para os estados Amazônicos, são

utilizados na produção de polpas processadas em sistemas agrofamiliares. Nesse sentido, o presente estudo objetivou a avaliação da qualidade físico-química e funcional de polpas de açaí e bacaba processadas artesanalmente. Os frutos foram coletados em propriedades rurais do município do Cantá/Roraima (bacaba).

São inúmeras as pesquisas que buscam valorizar este fruto amazônico por meio do conhecimento de suas funcionalidades como ação antioxidante (NASCIMENTO et al., 2016), anti-inflamatória (KANG et al., 2011) (2S,3S), antibiofilme e antimicrobiana (DIAS-SOUZA et al., 2018)

A agregação de valor a esse fruto amazônico ocasiona a expansão em seu consumo, que leva a indústria de polpas de frutas a buscar caminhos que atendam as necessidades dos consumidores nacionais e estrangeiros (NOGUEIRA; SANTANA, 2016).

É possível notar sua utilização na elaboração de bebidas que são exportadas para diversos países da Europa, Estados Unidos, Japão e China, como bebida energética e pelos inúmeros benefícios fornecidos pelos frutos, já elucidados em pesquisas científicas (YAMAGUCHI et al., 2015).

O fruto do açaí possui formato arredondado e pesa cerca de dois gramas. Somente 17% do fruto é comestível (polpa e casca), sendo necessários cerca de 2 quilos de frutos para produzir um litro de suco. O restante representa o caroço, contendo a semente oleaginosa. A cor do fruto maduro é púrpura a quase preta (SANTOS et al., 2008).

Em função do aumento na produção e consumo de açaí na região Amazônica, e em todo o Brasil, tem crescido também a quantidade de resíduos gerados, como os caroços, por exemplo, que normalmente são dispostos de maneira inadequada no meio ambiente, como em ruas e em lixões, sem serem submetidos a nenhum tratamento prévio, causando inúmeros prejuízos ao meio ambiente (ALMEIDA et al., 2017).

Existem diversos trabalhos que citam as possibilidades de utilização dos resíduos gerados pelo processamento do açaí (ERLACHER et al., 2014; ITAI et al., 2014; LIMA et al., 2015; MESQUITA et al., 2018; SILVA et al., 2018) gasification appears as an evident choice as far as energy generation is concerned. Other than wood, açaí seed is the biomass residue most wasted in the Pará State and its use in gasification systems is assessed in this study. With this purpose, a cylindrical bodied downdraft gasifier was designed, built and tested, and an equilibrium model implemented. The comparison of the simulation values with the experimental and numerical results of other authors show that they are in-line with the predictions of other equilibrium models. Also, they confirm that this kind of models is a fast and useful tool for a preliminary assessment of the applicability of a specific biomass gasification process for electricity production. Moreover, the deviation between the numerical and experimental results obtained in this study was lower around the equivalence ratio that optimizes the gasification process (in the 2.15–2.3 range. E assim, proporcionam base para estudos com o uso

desses resíduos, atribuindo benefícios ao meio ambiente, na utilização em produtos alimentícios, na destinação adequada, entre outros. Logo, o presente estudo buscou realizar a revisão de literatura quanto aos possíveis destinos para o resíduo do beneficiamento do açaí, dando enfoque ao caroço de açaí.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Composição Química e Capacidade Antioxidante da Polpa de Açaí

O açaí tem muitas propriedades essenciais importantes na nutrição humana. É uma fonte de energia, fibra, antocianinas, mineral e ácidos graxos. E assim é considerado um alimento funcional, ajudando na prevenção de diversas doenças degenerativas, por exemplo (ROSSO et al., 2008; PACHECO-PALENCIA; TALCOTT, 2010; YUYAMA et al., 2011).

Quimicamente, os frutos das espécies *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* são caracterizados pela presença de substâncias bioativas. Cerca de 90 substâncias foram descritas como os flavonóides, dentre eles as antocianinas, e também outros como os lignóides, ácidos graxos, quinonas, terpenos e norisoprenóides (YAMAGUCHI et al., 2015).

Vários estudos mostram que, para ambas as espécies, a polpa de açaí é considerada principalmente como uma bebida energética. O alto teor de lipídios atribui à polpa de açaí um valor energético duas vezes maior do que encontrado no leite. A contagem de lipídios é de 70-90% em relação às calorias totais encontrados no suco (50 kcal/100 ml) (ROGEZ, 2000; RUFINO et al., 2010; SOUZA et al., 2010; CROZIER et al., 2011).

Resultados de determinações analíticas mostraram que a polpa do açaí liofilizada constitui um alimento altamente calórico (489,39 kcal/100g), principalmente pelo elevado conteúdo lipídico (40,75%) dos quais 52,70% são representados pelo ácido oleico (Omega 9) e 25,56% pelo ácido palmítico. Os carboidratos totais somam 42,53% e o teor de proteínas é de 8,13 g, por 100 g de polpa liofilizada. Os minerais observados em maior teor foram potássio (900 mg), cálcio (330 mg) e magnésio (124,4 mg) em 100g de polpa liofilizada (MENEZES et al., 2008).

Yuyama et al. (2011) foi avaliado frutos de açazeiros (*Euterpe precatoria*) provenientes de vários ecossistemas Amazônicos. Com relação à polpa, verificou-se baixa concentração de proteína e alto teor de energia devido, principalmente, à presença de lipídeos cuja concentração variou de 4,24 a 9,74%. Dentre os minerais, o potássio foi o mais abundante com teores na faixa de 73,78 a 376,69 mg 100 g⁻¹ (da polpa), seguido do cálcio (15,99 a 57,85 mg 100g⁻¹). O ferro foi encontrado em concentrações minoritárias, na ordem de 0,43 a 1,2 mg 100g⁻¹. Com relação aos ingredientes funcionais, a polpa de açaí apresentou concentrações importantes de

fibra alimentar (2,37 a 7,8%), e antocianinas, variando de 128,4 mg 100 g⁻¹, nos frutos de coloração verde, procedentes de Parintins, até 868,9 mg 100 g⁻¹ nas amostras de Manaquiri (base seca). Na fração lipídica, destacou-se ainda a presença do ácido graxo oleico (18:1), com porcentagem média de 68,2% no total de ácidos graxos, seguido do ácido palmítico (16:0) com 17,5%.

Silva et al. (2017) a polpa de açaí apresentou valores elevados de umidade (85,36%) e atividade de água (0,996), teor lipídico relativamente elevado, e baixo teor protéico. Em relação aos compostos bioativos, a polpa de açaí apresentou 346,14 mg de ácido gálico equivalente/100g de compostos fenólicos totais, 73,54 mg/100g de antocianinas totais e 17,15 µmol de trolox equivalente/g para a capacidade antioxidante, podendo ser considerada como uma boa fonte de compostos antioxidantes.

2.2 Composição Química e Compostos Fenólicos do Caroço de Açaí

A palmeira do açaí apresenta frutos com cerca de 1 a 1,5 cm de diâmetro cuja a semente compoe 85% do fruto, que vão alterando sua cor de verde para roxo durante o amadurecimento (BICUDO et al., 2014).

Felssner (2016) ao caracterizar as sementes do açaí encontrou para proteína bruta 42,3g/kg, extrato etéreo 31,8 g/kg, fibra bruta 283, 8 g/kg, material mineral 67,9 g/kg, fibra em detergente neutro 644,0 g/kg, fibra em detergente ácido 412,0 g/kg, lignina 34,1 g/kg, fibras dietética totais, 889,8 g/kg, taninos totais 3,43%, antocianinas 2,64%, atividade antioxidante *in vitro* (DPPH) em extrato etéreo 2,12%, em etanólico 93,4% e em aquoso 66,8%. A alta atividade antioxidante em extratos etalónico e aquosa indica a presença de compostos antioxidantes soluveis nestes solventes (etanol e água).

Barros et al. (2015) ao estudarem o potencial bioativo e compostos fenólicos nos extratos da semente do açaí, concluíram que este resíduo pode agregar benefícios econômicos, por meio da extração de antioxidantes naturais, tais como a proantocianidinas.

Compostos fenólicos	Catequinas e Procianidias;	(LILLIAN BARROS et al., 2015)
	Procianidinas, Catequinas e Epicatequinas;	(MELO et al., 2016)
Propriedades	Antiinflamatória, Antioxidante e Anti-hipertensiva (extrato da semente do açaí).	(CORDEIRO et al., 2018)
	Antioxidante;	(NASCIMENTO et al., 2016)
	Estabilidade térmica até 230°C;	(MARTINS et al., 2009)

Tabela 1 – Compostos bioativos e propriedade do caroço de açaí

Neste sentido, a tabela 1 resume os principais resultados encontrados na literatura para os compostos fenólicos e propriedades da semente do açaí.

Cordeiro et al. (2018) ao produzirem o extrato da semente do açaí, observou em suas análises um produto com alto teor de polifenóis que atua positivamente na morfologia e função renal em ratos hipertensos e diabéticos. Além disso, o extrato ocasiona a redução da pressão arterial sistólica, melhorando a barreira de filtração renal e ações anti-inflamatória, antioxidantes e vasodilatadoras. Configurando uma promissora alternativa para tratamento e prevenção de nefropatia associada à diabetes e hipertensão.

2.3 Produção de Açaí

Esta palmeira nativa da Amazônia apresenta importante fator socioeconômico regional, pela comercialização de seus frutos para todo o Brasil, tendo as mais diversas aplicações como matéria prima na elaboração de sorvetes, picolés, bebidas energéticas, geléias, dentre outros, ou para a elaboração de polpa tanto na forma artesanal quanto industrializada, produção de corantes naturais, aplicação na indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia.

Existem poucos dados recentes quanto à produção do açaí, muitos ainda são contraditórios, mas segundo o IBGE (IBGE, 2018), o Brasil produziu em 2016, 215.609 toneladas de açaí (fruto), sendo o estado do Pará responsável por 61,14% desta produção total. Seguido pelo estado do Amazonas, Maranhão, Acre, Amapá, Rondônia e Roraima (Tabela 02).

	Brasil e Unidade da Federação	Açaí (fruto) (Toneladas)		
		2014	2015	2016
1	Brasil	198.149	216.071	215.609
2	Pará	109.759	126.027	131.836
3	Amazonas	66.642	65.638	57.572
4	Maranhão	13.897	14.864	17.508
5	Acre	4.020	5.454	4.459
6	Amapá	2.225	2.413	2.627
7	Rondônia	1.606	1.674	1.605
8	Roraima	1	1	1

Tabela 02 - Quantidade produzida de açaí (fruto) na extração vegetal

Fonte: IBGE (2018)

Entre as microrregiões paraenses nota-se a grande participação das microrregiões de Cametá, Furos de Breves, Arari, Guamá, Castanhal, Salgado, e Belém (Tabela 03).

	Microrregião Geográfica	Açaí (fruto) (Toneladas)
1	Cametá (PA)	71.810
2	Coari (AM)	29.443
3	Furos de Breves (PA)	17.088
4	Arari (PA)	14.074
5	Gurupi (MA)	11.170

6	Guamá (PA)	8.447
7	Castanhal (PA)	7.082
8	Itacoatiara (AM)	6.787
9	Purus (AM)	6.422
10	Salgado (PA)	6.076
11	Madeira (AM)	5.835
12	Pindaré (MA)	2.866
13	Manaus (AM)	2.476
14	Belém (PA)	2.249

Tabela 03 - Quantidade produzida na extração vegetal em 2016.

Fonte: IBGE (2018)

As principais microrregiões produtoras de açaí percencem ao estado do Pará e Amazonas. No Pará, a microrregião de Cametá destaca-se na produção de açaí, com 71.820 toneladas, e em 14^a a microrregião de Belém do Pará, composta pelos municípios de Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Barbará e Santa Isabel (COSTA et al., 2015).

2.4 Geração de Resíduos

Segundo Infante et al. (2013) por ser um país de grande atividade agrícola, é um dos que mais produzem resíduos agroindustriais. Buscando alternativas para a aplicação destes subprodutos, o objetivo deste trabalho foi determinar o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante de resíduos de abacaxi (casca e bagaço da polpa após o processamento de frutas, geralmente há geração de subprodutos, que normalmente não possuem destino específico, configurando-se como um contaminante ambiental.

A sociedade apresenta-se cada vez mais exigente quando as práticas de produção, industrialização e comercialização de produtos oriundos da agroindústria, Neste sentido, leis como a Lei 12.305, Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil, surgem com o objetivo de dispor sobre a gestão dos resíduos sólidos, incluindo os perigos, as responsabilidades dos geradores e do poder público e os instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010).

No Brasil, o resíduo agroindustrial do açaí tem crescido muito, o potencial uso deste abundante recurso, ainda que já exista algumas formas de utilizá-lo, aguarda novos estudos e viabilidade econômica (MELO et al., 2016).

Martins et al. (2009) afirmam que o resíduo gerado pela indústria do açaí é constituído de caroço e fibras e tem-se tornado um grande problema ambiental e de saúde pública. Na cadeia produtiva da polpa do açaí apenas 15% é beneficiado, trata-se da polpa, os outros 85%, que corresponde ao caroço e fibras que são classificados como rejeitos orgânicos, e então são descartados (ALMEIDA et al., 2017).

Quando os frutos são analisados morfológicamente, é possível observar as fibras

do mesocarpo localizadas entre a polpa e o caroço. O epicarpo é caracterizado como delgado quando comparado à polpa, e as fibras recobrem o caroço de forma densa, ocorrendo que o maior volume deste fruto é constituído pelo caroço (MARTINS et al., 2009)

O IBGE (2010) mostra que a região Norte é a maior produtora de açaí, refletindo na quantidade de resíduos gerados, que estão propensos a serem apenas dispostos, irregularmente, nas ruas das cidades, ou ainda são jogados às margens de rios, resultando no aumento da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e na eutrofização dos mananciais, entre outros problemas (MARANHO; PAIVA, 2012). Nos tópicos a seguir serão apresentadas algumas das possibilidades existentes de uso desses resíduos.

2.5 Produção de Biomassa para Geração de Energia

O setor agroindustrial brasileiro produz significativamente resíduo e subprodutos que apresentam potencialidade em serem utilizados como fonte de energia. Por ano, cerca de 330 milhões de toneladas de resíduo de biomassa são produzidos no país. Estes resíduos como cascas de frutas e vegetais, são oriundos da produção de diversas culturas agrícolas e podem ser provenientes também da produção de carne. A maioria se caracteriza como alimentos que não estão de acordo com o padrão de qualidade, celulose e fibras (VIRMOND et al., 2012).

Desta forma, a atual necessidade por energias que se apresentem de forma limpa, com baixo preço, eficiência e possibilidade de otimização do seu uso, põe em destaque a biomassa, por exemplo, como fonte de geração de energia renovável, baseada no uso de resíduos, que normalmente são descartados (SPANHOL et al., 2015)

A geração de energia por meio da biomassa está se tornando cada vez mais importante em diversos setores que utilizam uma demanda de energia elétrica (LEAL, 2005). A floresta amazônica apresenta grandes possibilidades de utilização de biomassa (TEIXEIRA et al., 2013).

Itai et al. (2014) considerando em sua pesquisa a presença de comunidades isoladas na região Amazônica que utilizam de diesel para a produção de energia elétrica, propuseram a utilização do resíduo do açaí para a geração de energia, por meio da gaseificação, uma vez que este material com potencial de biomassa é normalmente descartado inadequadamente. O teor de umidade de até 70% torna-se um importante parâmetro no processo de gaseificação. Leal (2005) afirma que a eficiência energética na geração de energia pode ser alcançada quando a biomassa é submetida ao processo de gaseificação, e o gás gerado for utilizado em um ciclo combinado de geração de eletricidade.

Existem trabalhos como o de Oliveira et al. (2014) solids loadings from 5 to 15 % (w/v, onde considerando a semente do açaí uma excelente fonte de material

lignocelulósico para produção de bioetanol na região Norte, concluiu em sua pesquisa, que o tratamento hidrotérmico pode remover hemiceluloses da semente do açaí resultando no melhoramento do rendimento de monossacarídeos liberados por hidrólise enzimática.

2.6 Compostagem

A compostagem trata-se de um processo natural de modificação da matéria orgânica, a partir de técnicas que otimizam a ação dos agentes biológicos transformadores e decompositores. Esta técnica utiliza resíduos que normalmente seriam destinados aos lixões, resultando em consequências negativas para o meio ambiente. Quando compostados, os resíduos orgânicos geram um produto rico em matéria orgânica que pode ser usado como adubo em jardins e hortas (COOPER et al., 2010).

Logo, o aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos pela decomposição propicia benefícios ao solo sem causar danos ao meio ambiente. Existem diversos tipos de resíduos já utilizados para esta finalidade, tais como casca de banana (PEREIRA et al., 2013), bagaço da cana e a casca de coco verde (SOUSA et al., 2011), além do caroço de açaí.

Silva (2014), em sua pesquisa concluiu que o caroço de açaí pode participar do processo de compostagem como fornecedor de carbono, refletindo no melhoramento das características do solo.

Maranho e Paiva (2012), citam que o resíduo orgânico de açaí apresentou influência positiva no crescimento de mudas de *Physocalymma scaberrimum*, onde os melhores resultados obtidos quanto às características das mudas, foram para aquelas cultivadas em substratos com 100% de resíduos de açaí.

Erlacher et al. (2014), com o desenvolvimento do estudo utilizando o caroço de açaí triturado, pode-se afirmar que é inviável a utilização deste como substrato para a produção de mudas de hortaliças. Entretanto, a utilização do resíduo após processos de compostagem, carbonização e préfermentação pode ser suficiente para propiciar a estabilização e aproveitamento do material, com consequente, formação de substrato próprio para a produção de mudas.

Jacaranda et al., (2015), com a utilização do processo de compostagem no caroço de açaí triturado e o não triturado em conjunto com esterco, obteve como resultado o maior rendimento de composto gerado, utilizando o tratamento no caroço de açaí triturado, tanto em base de massa quanto de volume.

2.7 Construção Civil

No setor da construção civil é possível encontrar alguns trabalhos como o de Marins et al. (2014), o qual avaliaram o efeito da incorporação da cinza do caroço de açaí em formulações de cerâmicas estruturais. Os resultados mostraram que teores da

ordem de 15% de cinza à 1050 °C em associação à massa argilosa para fabricação de cerâmica estrutural, melhoraram as propriedades físicas e mecânicas das amostras. A densificação aumentou na medida em que a temperatura de sinterização foi aumentada, aumentando sua densidade e diminuindo sua porosidade aparente.

Fragoso et al. (2014) ao estudarem os impactos ambientais causados pelos caroços de açaí, cita que este resíduo vem ganhando valor econômico, em função da sua utilidade. Apresenta em sua pesquisa, a utilização deste resíduo para produção de telhas, contribuindo para um meio ambiente mais limpo e saudável.

Ainda na área da construção, a pesquisa de Valença et al. (2011) ao analisar o comportamento mecânico de misturas areia-asfalto com a inserção de fibra de açaí, agregado a resíduos de construção e demolição e ligantes asfálticos, percebeu-se quanto a inserção da fibra de açaí, que proporcionou maior interação agregado-ligante pelo espesso recobrimento das superfícies. Entretanto, os resultados mecânicos não demonstraram adequado desempenho, mostrando a necessidade de novos estudos nesse sentido.

Pesquisas recentes como a de Mesquita (2018) estuda a produção de eco aglomerados a partir das fibras do açaí, tornando-se uma alternativa sustentável em potencial para a indústria de aglomerados de partículas, útil nas indústrias da construção civil e móveis.

2.8 Saúde

O uso do caroço de açaí pode ser observado também na área da saúde, como em Nascimento et al. (2016), em que o extrato do caroço de açaí obteve efeitos anticarcinogênicos. De Bem et al. (2018), avaliaram o efeito do extrato do caroço de açaí associado ao treinamento físico para a redução de esteatose hepática em ratos diabéticos tipo 2, e obtiveram o resultado que o tratamento associado ao treinamento físico protege contra a esteatose hepática em ratos diabéticos, reduzindo a lipogênese hepática e aumentando a defesa antioxidante e a excreção de colesterol.

Estudo semelhante ao De Bem et al. (2018) foi apresentado em Silva et al. (2018) porém com a investigação dos efeitos da incorporação dietético da farinha do caroço de açaí (FCA) no metabolismo lipídico de camundongos com obesidade induzida por dieta hiperlipídica. Não foram observados sinais de toxicidade nos animais com o consumo de FCA, sugerindo que a farinha não apresentou efeitos tóxicos ou prejudiciais à saúde dos animais.

2.9 Ciência de Alimentos

É crescente a busca por medidas que minimizem os impactos ambientais decorrentes da má disposição dos resíduos orgânicos, desta forma, muitas pesquisas com os resíduos de agroindústrias surgem no sentido de dar a eles novas utilizações ainda no setor de alimentos.

Como por exemplo, a utilização da borra do açaí, caracterizada como o resíduo oriundo do despulpamento do epicarpo do fruto, na substituição da farinha de trigo para a elaboração de biscoitos. Na borra foram encontrados 1,6% (b.u.) de proteínas, bem como 83,8 % (b.s.) de Fibras totais e 78,7% de Fibras insolúveis (LIMA, 2015).

É possível encontrar nas sementes do açaí alto teor de fibras dietéticas Totais, 88,97%, podendo inclusive substituir a fibra de cana na dieta para nutrição de cães (FELSSNER, 2016).

Estudos como o de Farinas et al. (2009), encontraram no caroço de açaí um excelente substrato fornecedor de biomassa para a produção de enzimas por fermentação em estado sólido, como a xilanas, demonstrando que este resíduo ainda pode ter utilização dentro da área de Ciências de Alimentos.

Ao analisar a possibilidade de extração de polissacarídeos solúveis em água no caroço do açaí, Freitas (2010), detectou a presença de polissacarídeos de reserva do tipo galactomanana, que pode variar sua concentração em função do amadurecimento das sementes.

Lima et al. (2014), a partir do caroço de açaí obteve-se um tipo de farinha para consumo humano. Apresentou-se que o produto gerado é higiênico e contém um alto nível de fibra alimentar e ácido oleico, ácido linoléico e minerais, bem como uma capacidade de emulsionar e absorver gordura.

De maneira geral, não somente os resíduos do processamento do açaí, mais também de outras frutas tropicais como, abacaxi, caju, manga e maracujá, estão sendo estudados quanto a suas atividades antioxidantes como o mesmo objetivo de reduzir a quantidade de resíduos descartados no ambiente (INFANTE et al., 2013)

2.10 Outras Áreas

Além dessas áreas já citadas de utilização do resíduo do açaí, existem outras como a área da indústria automotiva e de materiais. Onde, as fibras do mesocarpo e o caroço do fruto do açaí apresentam possibilidade de utilização em materiais compósitos, pois as fibras possuem boa estabilidade térmica até 230°C. Análises térmicas de termogravimetria (TG/DTG) mostram um comportamento térmico semelhante entre o caroço e as fibras (MARTINS et al., 2009).

Rodrigues et al. (2005), afirma que o desenvolvimento de compósitos reforçados com fibras naturais é um alternativa para o desenvolvimento sustentável e potencializar a produção de materiais ambientalmente corretos.

Costa (2014) em sua pesquisa analisou que o caroço de açaí produziu carvão alternativo para a utilização como leito filtrante no processo de tratamento de água de abastecimento e água residuária, conferindo ao resíduo valor agregado e destinação adequada. Na pesquisa observou-se que no tratamento de água, deve ser utilizado na composição do leito filtrante, outros materiais, barateando o processo e aumentando sua eficiência. E assim, o monitoramento dos filtros com leito filtrante de caroço de

açaí calcinado apresentou bom desempenho, no processo de retenção de sólidos suspensos e remoção da matéria orgânica.

3 | CONCLUSÕES

Dessa forma, a pesquisa de revisão reforçou a importância quanto a compreensão da composição dos resíduos gerados no beneficiamento do açaí, seus benefícios para os mais diversos setores de pesquisa como biomassa, compostagem, construção civil, saúde e alimentos.

É reduzido o número de pesquisas que visam estabelecer as propriedades físico-químicas dos resíduos do beneficiamento do açaí.

Na área de alimentos, a utilização dos resíduos para elaboração de novos produtos é limitada, bem como pesquisas que tratam sobre o valor nutricional e disponibilidade dos nutrientes.

A aplicação de técnicas para o correto descarte deste resíduo faz-se extremamente necessário, uma vez que o mercado consumidor deste fruto regional tem aumentado consideravelmente.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. V. DA C.; MELO, I. M.; PINHEIRO, I. S.; FREITAS, J. F. ; MELO, A.C.S. **Revalorização do caroço de açaí em uma beneficiadora de polpas do município de Ananindeua/PA: proposta de estruturação de um canal reverso orientado pela PNRS e logística reversa.** GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sist. v. 12, n. 3, p. 59, 2017. <https://doi.org/10.15675/gepros.v12i3.1668>
- BARROS, L.; CALHELHA, R. C.; QUEIROZ, M. J. R. P.; SANTOS-BUELGA, C., SANTOS, E. A.; REGIS, W. C. B.; FERREIRA, I. C. F. R. **The powerful in vitro bioactivity of *Euterpe oleracea* Mart. seeds and related phenolic compounds.** Industrial Crops and Products, v. 76, p. 318-322, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.05.086>
- BICUDO, M. O. P.; RIBANI, R. H.; BETA, T. **Anthocyanins, Phenolic Acids and Antioxidant Properties of Juçara Fruits (*Euterpe edulis* M.) Along the On-tree Ripening Process.** Plant foods for human nutrition, v. 69, n. 2, p. 142-147, 2014. <https://doi.org/10.1007/s11130-014-0406-0>.
- BRASIL., 2010. LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).** [WWW Document]. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em < URL http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 21/01/2019.
- COOPER, M.; ZANON, A. R.; REIA, M. Y.; MORATO, R. W. **Compostagem reaproveitamento de resíduos orgânicos agroindustriais: teórico e prático.** Piracicaba: ESALQ – Divisão de Biblioteca, 2010. Disponível em <<http://www4.esalq.usp.br/biblioteca/sites/www4.esalq.usp.br/biblioteca/files/publicacoes-a-venda/pdf/SPR%20compostagem.pdf>> Acesso em: 21/01/2019.
- CORDEIRO, V. DA S. C.; DE BEM, G. F.; DA COSTA, C. A.; SANTOS, I. B.; DE CARVALHO, L. C. R. M.; OGNIBENE, D. T.; DA ROCHA, A. P. M.; DE CARVALHO, J. J.; DE MOURA, R. S.; RESENDE,

A. C. ***Euterpe oleracea* Mart. seed extract protects against renal injury in diabetic and spontaneously hypertensive rats: role of inflammation and oxidative stress.** European journal of nutrition, v. 57, n. 2, p. 817-832, 2018. <https://doi.org/10.1007/s00394-016-1371-1>

COSTA, L. DOS S. **Utilização do caroço de açaí como leito filtrante no tratamento de água de abastecimento e residuária.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, 2014.

COSTA, M. A.; TAMI, I.; TSUKUMO, L. **Caracterização e quadros de análise comparativa da governança metropolitana no Brasil: arranjos institucionais de gestão metropolitana (Componente 1): região metropolitana de Belém.** Ipea- Instituto de Pesquisa em Economia Aplicada, 2015.

CROZIER, S. J.; PRESTON, A. G.; HURST, J. W.; PAYNE, M. J.; MANN, J.; HAINLY, L.; MILLER, D. L. **Cacao seeds are a “Super Fruit”: A comparative analysis of various fruit powders and products.** Chemistry Central Journal, v. 5, n. 1, p. 5, 2011. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-5-5>

DE BEM, G. F.; DA COSTA, C. A.; CORDEIRO, V. D. S. C.; SANTOS, I. B.; DE CARVALHO, L. C. R. M.; DE ANDRADE SOARES, R.; RESENDE, A. C. ***Euterpe oleracea* Mart.(açaí) seed extract associated with exercise training reduces hepatic steatosis in type 2 diabetic male rats.** The Journal of nutritional biochemistry, v. 52, p. 70-81, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2017.09.021>

DIAS-SOUZA, M. V.; DOS SANTOS, R. M.; CERÁVOLO, I. P.; COSENZA, G.; FERREIRA MARÇAL, P. H.; FIGUEIREDO, F. J. B. ***Euterpe oleracea* pulp extract: Chemical analyses, antibiofilm activity against *Staphylococcus aureus*, cytotoxicity and interference on the activity of antimicrobial drugs.** Microbial pathogenesis, v. 114, p. 29-35, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.11.006>

ERLACHER, W. A.; OLIVEIRA, F. L. DE; SILVA, D. M. N. DA; QUARESMA, M. A. L.; SANTOS, D. A.; CHRISTO, B. F.; MENDES, T. P. **Uso de caroço de açaí triturado fermentado, para a formulação de substratos para produção de mudas de quiabo e tomate.** Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v. 4, n. 2, 2014. <https://doi.org/10.21206/rbas.v4i2.263>

FARINAS, C. S.; SANTOS, R. R. M. S.; BERTUCCI NETO, V.; PESSOA, J. D. C.. **Aproveitamento do caroço do açaí como substrato para a produção de enzimas por fermentação em Estado Sólido.** Boletim de pesquisa e desenvolvimento 30. Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, 2009. Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/658280/1/BPD302009.pdf>> Acesso em: 21/01/2019.

FELSSNER, K. DOS S. **Características físico-químicas e avaliação nutricional da semente de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) como ingrediente em alimentos extrusados para cães.** Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, 2016.

FREITAS, D. M. DE. **Extração de polissacarídeos do caroço do açaí (*Euterpe oleracea*),** 67 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). São Carlos, 2010. Disponível em <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/6980/Retido.pdf?sequence=1>> Acesso em: 21/01/2019.

FRAGOSO, A. C. DE M. et al. **Minimização de impactos ambientais causados pelos caroços de açaí: o caso Telha Forte.** In: Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente. 2014, Bento Gonçalves – RS. Anais. Bento Gonçalves – RS: Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 2014. Disponível em <<http://vbaco01.ucs.br/congressoAnais2014/index.php/trabalhosTecnicos>> Acesso em: 21/01/2019.

INFANTE, J.; SELANI, M. M.; TOLEDO, N. M. V.; SILVEIRA-DINIZ, M. F.; ALENCAR, S. M.; SPOTO, M. H. F. **Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais.** Brazilian Journal Food and Nutricion, v.24, n.1, p.87-91. 2013.

ITAI, Y.; SANTOS, R.; BRANQUINHO, M.; MALICO, I.; GHESTI, G.F.; BRASIL, A.M., 2014. **Numerical and experimental assessment of a downdraft gasifier for electric power in Amazon using açaí**

seed (*Euterpe oleracea* Mart.) as a fuel. Renewable energy, v. 66, p. 662-669, 2014. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2014.01.007>

JACARANDA, D.; COSTA, J. S. S.; BORGES, W. L. **Compostagem de resíduos orgânicos: avaliação de resíduos disponíveis no amapá.** IX Congresso Brasileiro de Agroecologia. v.10, n. 3, p. 1-10, 2015.

KANG, J.; XIE, C.; LI, Z.; NAGARAJAN, S.; SCHAUSS, A.G.; WU, T.; WU, X. **Flavonoids from açai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp and their antioxidant and anti-inflammatory activities.** Food Chemistry, v. 128, n. 1, p. 152-157, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.011>

LEAL, M. R. L. V. **O potencial de aproveitamento da energia da biomassa.** Inovação Uniemp, v. 1, n. 3, p. 40-41, 2005.

LIMA, S. DE C. E.; R DOS SANTOS, E.; E SMITH, R.; U DE OLIVEIRA SABAA-SRUR, A. **Preparation and Characterization of the Nutritive Value of Flour Made from Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) Seeds.** The Natural Products Journal, v. 4, n. 3, p. 224-228, 2014. <https://doi.org/10.2174/2210315504666141119223939>

LIMA, H.; CORRÊA, N. C. F.; SANTOS, O.; LOURENÇO, L. F. H. **Use of agroindustrial wastes (açai fiber and glycerol) in the preparation of cookies.** J. Journal of food science and technology, v. 52, n. 7, p. 4593-4599, 2015. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1493-5>

MARANHO, Á. S.; PAIVA, A. V. **Produção de mudas de *Physocalymma scaberrium* em substratos compostos por diferentes porcentagens de resíduos orgânicos e açai.** FLORESTA, v. 42, n. 2, p. 399 - 408, 2012.

MARINS, L. F. B. et al. **INCORPORAÇÃO DA CINZA DO CAROÇO DE AÇAÍ EM FORMULAÇÕES DE CERÂMICA ESTRUTURAL.** 17º CBECIMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2014.

MARTINS, M. A.; MATTOSO, L. H. C.; PESSOA, J. D. C. **Comportamento térmico e caracterização morfológica das fibras de mesocarpo e caroço do açai (*Euterpe oleracea* Mart.).** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 31, n. 4, p. 1150-1157, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000400032>

MELO, P. S.; ARRIVETTI, L. DE O.R.; ALENCAR, S.M. DE; SKIBSTED, L.H. **Antioxidative and prooxidative effects in food lipids and synergism with α -tocopherol of açai seed extracts and grape rachis extracts.** Food chemistry, v. 213, p. 440-449, 2016. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2016.06.101>

MENEZES, E. M. S.; TORRES, A.T.; SABAA-SRUR, A. U. O. **Valor nutricional da polpa de acai (*Euterpe oleracea*, Mart) liofilizada.** Acta Amazonica, v. 38, n. 2, 2008.

MESQUITA, A. L.; BARRERO, N. G.; FIORELLI, J.; CHRISTOFORO, A. L.; DE FARIA, L. J. G.; LAHR, F. A. R. **Eco-particleboard manufactured from chemically treated fibrous vascular tissue of acai (*Euterpe oleracea* Mart.) Fruit: A new alternative for the particleboard industry with its potential application in civil construction and furniture.** Industrial Crops and Products, v. 112, p. 644-651, 2018. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2017.12.074>

NASCIMENTO, V. H. N. DO; LIMA, C. DOS S.; PAIXÃO, J. T. C.; FREITAS, J. J. DA S.; KIETZER, K. S. **Antioxidant effects of açai seed (*Euterpe oleracea*) in anorexia-cachexia syndrome induced by Walker-256 tumor.** Acta cirurgica brasileira, v. 31, n. 9, p. 597-601, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0102-865020160090000004>

NEVES, L. T. B. C.; CAMPOS, D. C. D. S.; MENDES, J. K. S.; URNHANI, C. O.; ARAÚJO, K. G. M. DE. **QUALIDADE DE FRUTOS PROCESSADOS ARTESANALMENTE DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* MART.) E BACABA (*Oenocarpus bacaba* MART.).** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 37, n. 3, p.

NOGUEIRA, A.K.M., SANTANA, A.C. DE. **Benefícios socioeconômicos da adoção de novas tecnologias no cultivo do açaí no Estado do Pará.** Revista Ceres, v. 63, n. 1, 2016. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663010001>

OLIVEIRA, J.A.R., KOMESU, A., MACIEL FILHO, R. **Hydrothermal pretreatment for enhancing enzymatic hydrolysis of seeds of açaí (*Euterpe oleracea*) and sugar recovery.** Chemical Engineering Transactions, n. 37, p. 787–792. <https://doi.org/10.3303/CET1437132>

PACHECO-PALENCIA, L. A.; TALCOLTT, S. T. **Chemical stability of açaí fruit (*Euterpe oleracea* Mart.) anthocyanins as influenced by naturally occurring and externally added polyphenolic cofactors in model systems.** Food chemistry, v. 118, n. 1, p. 17-25, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.02.032>

PEREIRA, R. A.; FARIAS, C. A. S; PEDROSA, T. D.; FARIAS, E. T. R. Maturação de compostos orgânicos de resíduos agroindustriais. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v.8, n.1, p.264-269, 2013.

RODRIGUES, J.; SOUZA, J. A.; FUJYAMA, R. **Compósitos poliméricos reforçados com fibras natras da Amazônia fabricados por infusão.** Revista Matéria, v. 20, n. 4, p. 946-960, 2016.

ROGEZ, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação** (1th ed.). Belém: UFPA, 2000.

ROSSO, V. V.; HILLEBRAND, S.; MONTILLA, E. C.; BOBBIO, F. O.; WINTERHALTER, P.; MERCADANTE, A. Z. **Determination of anthocyanins from acerola (*Malpighia emarginata* DC.) and açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) by HPLC–PDA– MS/MS.** Journal of Food Composition and Analysis, v. 21, n. 4, p. 291-299, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.01.001>

RUFINO, M. S. M. et al. **Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil.** Food chemistry, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037>

SANTOS, G. M.; MAIA, G. A.; SOUZA, P. H. M.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; PRADO, G. M. **Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart).** Archivos latinoamericanos de nutrición, v. 58, n. 2, p. 187-192, 2008.

SILVA, R. C.; BATISTA, A.; COSTA, D. C. F. DA; MOURA-NUNES, N.; KOURY, J. C.; COSTA, C. A.; RESENDE, Â. C.; DALEPRANE, J. B. **Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) seed flour prevents obesity-induced hepatic steatosis regulating lipid metabolism by increasing cholesterol excretion in high-fat diet-fed mice.** Food Research International, v. 111, p. 408–415, 2018. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2018.05.043>

SILVA, A. K. N; BECKMAN, A.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. **Avaliação da composição nutricional e capacidade antioxidante de compostos bioativos da polpa de açaí.** Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 11, n. 1, p. 2205-2216, 2017.

SOUZA, M. O.; SILVA, M.; SILVA, M. E.; DE PAULA OLIVEIRA, R.; PEDROSA, M. L. **Diet supplementation with açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp improves biomarkers of oxidative stress and the serum lipid profile in rats.** Nutrition, v. 26, n. 7-8, p. 804-810, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.09.007>

SOUZA, J. E. A. **Avaliação das diversas fontes e tipos de biomassa do estado de Alagoas: estudo de suas características físico-químicas e de seu potencial energético.** 2011. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade federal de Alagoas. Maceió, AL, 2011.

SPANHOL, A.; NONES, D. L.; KUMABE, F. J. B.; BRAND, M. A. **Qualidade dos pellets de biomassa florestal produzidos em santa catarina para a geração de energia.** Floresta, v. 45, n. 4, p. 833-

844, 2015. <https://doi.org/10.5380/rf.v45i4.37950>

TEIXEIRA, M.A.; ESCOBAR PALACIO, J. C.; SOTOMONTE, C. R.; SILVA LORA, E. E.; VENTURINI, O. J.; ABMANN, D. **Assaí – An energy view on an Amazon residue**. *Biomass and Bioenergy*, v. 58, p. 76-86, 2013. <https://doi.org/10.1016/J.BIOMBIOE.2013.08.007>

VALENÇA, P. M. A.; FROTA, C. A.; BERTOLDO, R. A.; CUNHA, T. M. F. **Estudo de misturas areia-asfalto com areia de resíduo de construção e demolição, fibra do açaí e polímeros para a cidade de Manaus, AM**. *Ciência & Engenharia*, v. 20, n. 2, p. 11-19, 2011.

VIRMOND, E.; DE SENA, R. F.; ALBRECHT, W.; ALTHOFF, C. A.; MOREIRA, R. F. P. M.; JOSÉ, H. J. **Characterisation of agroindustrial solid residues as biofuels and potential application in thermochemical processes**. *Waste Management*, v. 32, n. 10, p. 1952-1961, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.05.014>

YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; SILVA FILHO, D. F.; YUYAMA, K.; VAREJÃO, J.; FÁVARO, D. I. T.; CARUSO, M. S. F. **Physicochemical characterization of acai juice of *Euterpe precatoria* Mart. from different Amazonian ecosystems**. *Acta Amazônica*, v. 41, n. 4, p. 545-552, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672011000400011>

YAMAGUCHI, K.K. DE L.; PEREIRA, L. F. R.; LAMARÃO, C. V.; LIMA, E. S.; DA VEIGA-JUNIOR, V.F. **Amazon açaí: Chemistry and biological activities: A review**. *Food chemistry*, v. 179, p. 137-151, 2015. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2015.01.055>

ASPECTOS DA PRODUÇÃO DO CUPUAÇU NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU- PARÁ

Rosilane Carvalho da Conceição

Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA
Tomé-Açu – Pará

Rayanne dos Santos Guimarães

Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA
Tomé-Açu – Pará

Deize Brito Pinto

Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA
Tomé-Açu – Pará

Ederson Rodrigues da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA
Tomé-Açu – Pará

Michel Lima Vaz de Araújo

Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA
Tomé-Açu – Pará

Márcia Alessandra Brito de Aviz

Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA
Tomé-Açu – Pará

RESUMO: O cupuaçuzeiro *Theobroma grandiflorum*, fruteira nativa da região Norte do Brasil, tem alcançado novos mercados, em função dos produtos derivados da polpa do fruto e das sementes. O município de maior destaque é Tomé-Açu, em função do pioneirismo dos agricultores nipo-brasileiro que identificaram o cupuaçu como uma excelente oportunidade de investimento e diversificação. O objetivo deste estudo foi conhecer mediante bibliografias diversas, os aspectos que envolvem a cultura

do Cupuaçuzeiro no município de Tomé-Açu/PA caracterizando variáveis como importância econômica, manejo, produtividade, colheita e pós-colheita. Assim, o método adotado foi o levantamento de informações em documentos oficiais da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, artigos científicos, cartilhas e notas técnicas. Os resultados mostraram que houve um crescimento significativo em termos de produção e produtividade nos anos de 2015 a 2017 de acordo com a coleta de informações junto a Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu/CAMTA. Com isso, é importante destacar que a CAMTA desempenha um importante papel no desenvolvimento do município com a agroindustrialização da produção agrícola devido ao mercado em expansão, em função dos diversos subprodutos que podem ser originados a partir deste fruto.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia; Cooperativa; Fruticultura; Produtividade.

ABSTRACT: The cupuasser *Theobroma grandiflorum*, native fruit of the northern region of Brazil, has reached new markets, due to the products derived from fruit pulp and seeds. The most prominent municipality is Tomé-Açu, due to the pioneering Japanese-Brazilian farmers who identified cupuaçu as an excellent investment and diversification opportunity. The objective of this study was to know through diverse

bibliographies the aspects that involve the Cupuaçuzeiro culture in the municipality of Tomé-Açu / PA, characterizing variables such as economic importance, management, productivity, harvest and post-harvest. In fact, the method adopted was the collection of information in official documents of the Brazilian Agricultural Research Corporation, scientific articles, booklets and technical notes. The results showed that there was a significant increase in production and productivity in the years 2015 to 2017 according to the collection of information with Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu / CAMTA. Therefore, it is important to highlight that CAMTA plays an important role in the development of the municipality with agroindustrialization of agricultural production due to the expanding market, due to the various by-products that can be originated from this fruit.

KEYWORDS: Amazon; Cooperative; Fruticulture; Productivity.

1 | INTRODUÇÃO

A Amazônia destaca-se pelo seu grande potencial de recursos naturais, despertando interesse tanto de produtores e consumidores quanto da indústria (SANTOS et al., 2017). Destes recursos naturais, as espécies vegetais frutíferas vem crescendo no cenário comercial, devido às suas características específicas.

Dentre as frutas que apresentam importância econômica na Amazônia, o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) destaca-se por ser uma frutífera típica da região norte brasileira e pela característica de sabor, aroma e possibilidade de utilização in natura e na agroindústria. O fruto tem características de drupa e de baga, apresentando-se de forma alongada e com as extremidades arredondadas, sua polpa mucilagínosa é ácida e abundante de sabor agradável com coloração amarela, creme ou branca e odor ativo (SOUZA et al., 2011), se constitui em importante matéria-prima para a indústria de processamento de alimentos, com uso destinado à fabricação de sucos, néctares, sorvetes, doces, geleias, iogurtes, biscoitos, bombons, licores e outras iguarias (SOUZA et al., 1999).

A produção do cupuaçuzeiro no Brasil concentra-se na região Amazônica, sendo o Estado do Pará o principal produtor, seguido do Amazonas, Rondônia e Acre (FILHO, 2016). Em 2017 a área plantada no Pará foi cerca de 9.738 hectares, com produção em torno de 29.558 toneladas e rendimento médio de 3.111 kg/ha (SEDAP-PA, 2017).

A partir do final da década de 1970, os agricultores nipo-brasileiros de Tomé-açu, no estado do Pará, foram os pioneiros a identificar o potencial econômico da cultura (ALVES et al., 2014). Em 2017, Tomé-açu possui uma área plantada de 680 ha e produção de 2.560 toneladas.

O cupuaçu tem despertado a atenção da agroindústria por esta fruta apresentar melhor rendimento em área sombreada e por adaptar-se a modelos agroflorestais sustentáveis. Esta cultura tem grande representatividade em relação a seus subprodutos como o suco e a polpa que são produzidos para o mercado regional,

local e de exportação, destacando a CAMTA-Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu como a pioneira no processamento de frutas regionais.

Todos estes aspectos abordados contribuem para o desenvolvimento social, cultural e econômico do município, diante disso, este trabalho tem por objetivo apresentar um panorama da produção do cupuaçu no município de Tomé-açu através de dados obtidos na Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu e de documentos obtidos de sites de órgãos governamentais.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento de dados secundários foi realizado no município de Tomé-açu, que segundo o IBGE está a uma latitude 02° 25' 08" S, longitude 48° 09' 08" W e altitude de 45 metros. Para a realização deste trabalho, foram obtidas informações através da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-açu/CAMTA, localizada no município em questão, também foram realizadas pesquisas em artigos relacionados a órgãos governamentais, como a Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca do estado do Pará – SEDAP, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, e Instituto de Geografia e Estatística – IBGE. As informações estão descritas por meio de gráficos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Pará é considerado o maior produtor nacional de cupuaçu, sendo Acará, Tomé-açu e Moju os principais municípios produtores de cupuaçu no estado do Pará no ano de 2017 segundo dados da Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca do estado do Pará.

De acordo com os dados fornecidos pela Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu – CAMTA, existem 118 produtores de cupuaçu associados a cooperativa, totalizando 283.689 plantas produtivas que estão dispostas em 1.024 hectares.

Em 2015, a quantidade produzida era de aproximadamente 970 toneladas, em 2016 aumentou para 1.125 toneladas e em 2017 alcançou 1.757 toneladas (gráfico1).

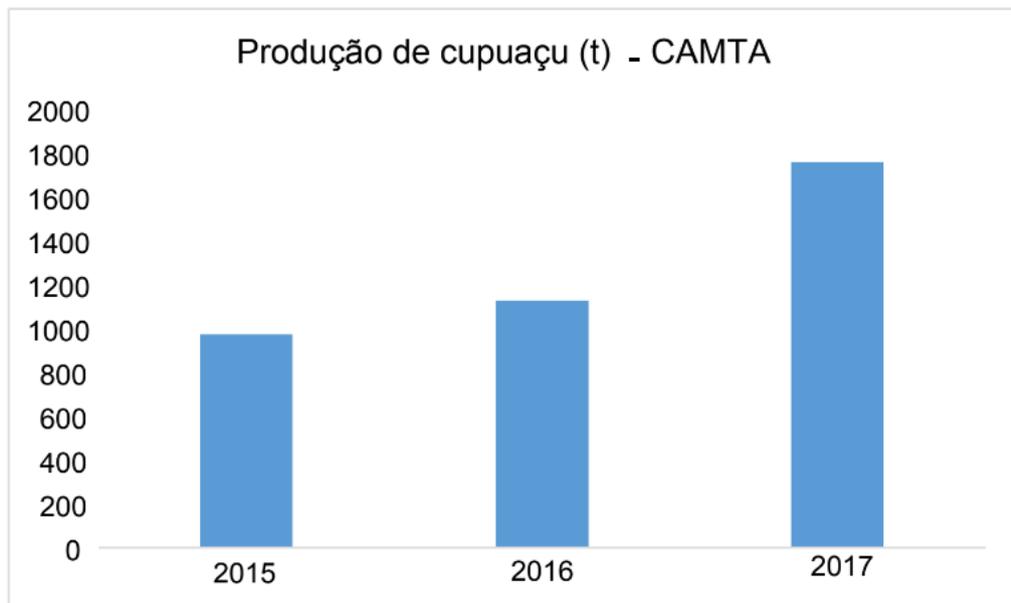


Gráfico 1: Produção de cupuaçu em toneladas (2015–2017)

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados obtidos na CAMTA, 2018.

Este aumento de produção foi resultado da expressiva utilização de técnicas como a adaptação do cupuaçu com outras culturas, onde os Sistemas agroflorestais de ToméAçu – SAFTAs têm o cupuaçu como uma das principais culturas rentáveis no sistema e está presente em 81% das propriedades (KONAGANO, 2016) e o melhoramento genético para o desenvolvimento de variedades mais resistentes que por causa da vassoura de bruxa, doença que dizima de forma significativa produções de cupuaçu, surgiram com o intuito de aumentar a resistência das lavouras, assim como, produzir boa quantidade de frutos, polpa e sementes, que é o caso da variedade BRS carimbó lançado pela Embrapa Amazônia Oriental primeiramente no município de Tomé – açu (EMBRAPA, 2012).

Considerando a área colhida de 1.024 hectares, a produtividade nos anos de 2015 a 2017 aumentou expressivamente de 25% para 46 %. Em 2015 a produtividade era de 0,95 (t/ha), em 2016, 1,10 t/ha e em 2017 a produtividade atingiu 1,72 t/ha (gráfico 2). Isso acontece porque, de fato, as técnicas utilizadas foram eficazes em todo processo de produção aliado a um manejo adequado, que segundo Gondim et al., 2001 é simples, pois o cupuaçuzeiro se adapta tanto em solos firmes quanto em área de várzea onde ocorrem inundações em alguns meses do ano por rios, que apresentam bom nível de fertilidade bem como alto teor de argila.

Além disso, a colheita e pós-colheita possui importância fundamental na qualidade dos frutos e afetam diretamente no valor comercial dos produtos derivados das polpas ou das sementes do cupuaçu. Portanto, deve-se atentar rigorosamente aos pré-requisitos para manter a maior produtividade e qualidade dos frutos, que vão desde o ponto de colheita ideal ao beneficiamento do cupuaçu (SOUZA, et al., 2010).

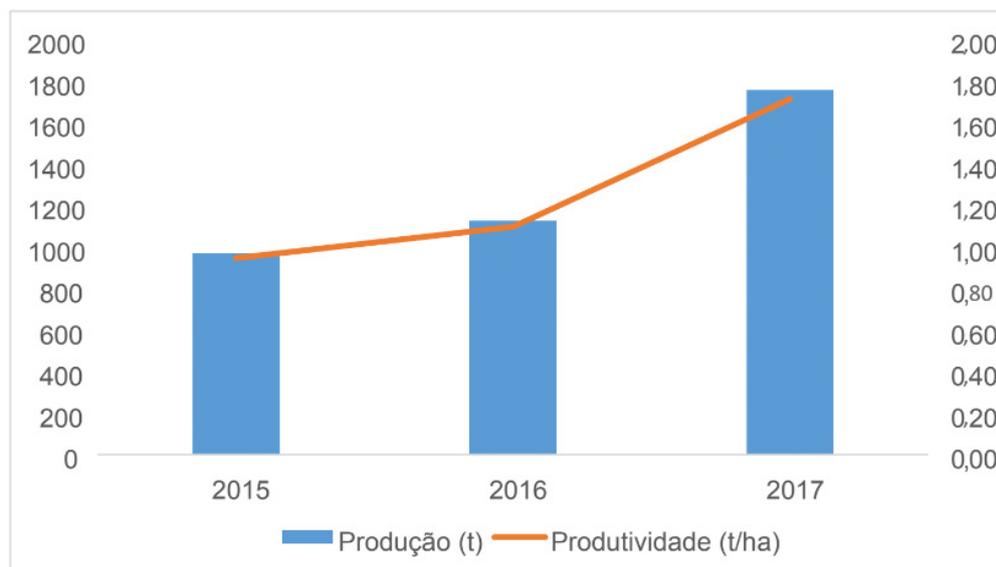


Gráfico 2: Produtividade do cupuaçu em t/ha (2015-2017).

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir de dados obtidos na CAMTA, 2018.

4 | CONCLUSÃO

Tomé-Açu/PA é o município pioneiro na produção do fruto do cupuaçu e é responsável por mais da metade da produção estadual. Dessa forma, o cultivo do cupuaçu se apresenta como uma das mais significativas atividades agrícolas de região. Portanto, é necessário a utilização de técnicas ideais de manejo, colheita e pós-colheita para manter a qualidade da produção tendo em vista que esses fatores afetam diretamente a produtividade.

Diante desse cenário, a CAMTA – Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu, desempenha um importante papel no desenvolvimento do município com a agroindustrialização da produção agrícola devido ao mercado em expansão, em função dos diversos subprodutos que podem ser originados a partir deste fruto.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. M.; FILGUEIRAS, G. C.; HOMMA, A. K. O. **Aspectos socioeconômicos do cupuaçuzeiro na Amazônia: do extrativismo a domesticação**. In: Mercado, cadeia produtiva e desenvolvimento rural na Amazônia. SANTANA, A. C. Belém: Eufra, 2014.

FILHO, G. A. F. **Cultivo do cupuaçuzeiro**. Bahia: CEPLAC/Comissão executiva do plano da lavoura cacauzeira, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Amazônia Oriental, 2012. Disponível em: < <http://www.embrapa.br/busca-de-noticias/> /noticia/1463133/produtores-terao-nova-cultivar-de-cupuacuzeiro-a-brs-carimbo>. Acesso em: 28 out. 2018.

GONDIM, T.M. de S.; AMARAL, E.F. do; ARAÚJO, E.A. de. **Aptidão para o Cultivo do Cupuaçuzeiro no Estado do Acre**. Rio Branco. Embrapa Acre 2001^a. 5p. (Embrapa Acre. Comunicado Técnico,

127).

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca do estado do Pará – SEDAP, 2017. Disponível em:< <http://www.sedap.pa.gov.br/agricultura.php>>. Acesso em: 25 out. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2018. Disponível em:< <http://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tome-acu/panorama>>. Acesso em: 25 out. 2018.

KONAGANO, M; SUGAYA, C; SANTOS, D. A; MAIA E SÁ, N. Moura, M. S; SILVA, P. P. **Sistema Agroflorestal de Tomé-Açu**, Pará – SAFTA. In: Congresso brasileiro de sistemas agroflorestais, 10. 2016, Cuiaba – MT.

SANTOS, F. E.; RODRIGUES, H. E.; COSTA, L. G.; CARDOSO, N. R. P.; SANTOS, M. A. S. **Comportamento da produção do cupuaçu no Estado do Pará**. FortalezaCE: Congresso Brasileiro de Agronomia, 2017.

SOUZA, A. G. C.; SILVA, A. F.; GONÇALVES, J. R. P. **Qualidade da polpa congelada de cupuaçu afetando a inserção dos agricultores familiares do Amazonas no mercado formal**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMA DE PRODUÇÃO, 8., São Luiz, 2010.

SOUZA, A. das G.C. de.; SILVA, S.E.L. da.; TAVARES, A.M.; RODRIGUES, M. do R.L. **A cultura do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.)**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 39p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 2).

SOUZA, A. G. C.; SOUZA, M. G.; PAMPLONA, A. M. S. R.; WOLFF, A. C.S. **Boas práticas na colheita e pós-colheita do cupuaçu**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2011. 8p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular técnico, 36).

ASPECTOS DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DO *Theobroma grandiflorum*, NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Artur Vinícius Ferreira dos Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Departamento de Topografia e Geoprocessamento
Tomé-Açu - Pará

Brenda Karina Rodrigues da Silva

Universidade Federal de Viçosa, Produção
Vegetal
Rio Paranaíba – Minas Gerais

Bruno Borella Anê

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Departamento de Topografia e Geoprocessamento
Belém - Pará

Antonia Benedita da Silva Bronze

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto
de Ciências Agrárias
Belém - Pará

Paulo Roberto Silva Farias

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto
de Ciências Agrárias
Belém - Pará

José Itabirici de Souza e Silva Júnior

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto
de Ciências Agrárias
Belém – Pará

RESUMO: O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) vem se tornando uma espécie de grande importância para a região Amazônica por apresentar-se como uma cultura com enorme potencial pelas múltiplas utilidades

de sua polpa e também pela utilização de sua amêndoa. Diante disso, o projeto tem por objetivo avaliar a viabilidade econômica da produção do cupuaçuzeiro no município de Tomé-Açu, visando proporcionar maior sustentabilidade socioeconômica ao cultivo dessa fruteira. O empreendimento será implantado em uma área de 43 hectares com mudas espaçadas de 6 m x 6 m em linha, perfazendo 278 plantas por ha. O projeto permanecerá por um período de 25 anos, sendo que a primeira colheita será realizada no terceiro ano da cultura no campo. Os indicadores de viabilidade econômica demonstraram que o projeto pode ser caracterizado como viável economicamente de acordo com os resultados obtidos para VPL (R\$ 229.991,28), TIR (13,98%) e Rb/c (1,03). O ponto de equilíbrio indicou que o produtor necessita comercializar 49,49% da produção para cobrir os custos e assim obter lucro. O fluxo de caixa do projeto nos três primeiros anos foram negativos devido a receita ter sido obtida após o terceiro ano de campo da cultura. O empreendimento mostrou-se ser muito sensível as mudanças econômicas que poderão ocorrer.

PALAVRAS-CHAVE: mercado agrícola, aspectos econômicos, cupuaçuzeiro, sistema de produção.

ABSTRACT: Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) has become a species of great

importance for the Amazon region because it presents itself as a crop with enormous potential for the multiple uses of its pulp and also for the use of its almond. The objective of this project is to evaluate the economic feasibility of the production of the cupuaçuzeiro in the municipality of Tomé-Açu, aiming to provide greater socioeconomic sustainability to the cultivation of this fruit tree. The project will be implemented in an area of 43 hectares with 6 m x 6 m spaced in line, making 278 plants per ha. The project will remain for a period of 25 years, and the first harvest will be held in the third year of the field culture. The economic viability indicators demonstrated that the project can be characterized as economically feasible according to the results obtained for VPL (R \$ 229,991.28), TIR (13.98%) and Rb/c (1.03). The breakeven point indicated that the producer needs to market 49.49% of production to cover costs and thus make a profit. The cash flow of the project in the first three years was negative because the revenue was obtained after the third year of field of the crop. The venture has shown to be very sensitive to the economic changes that may occur.

KEYWORDS: agricultural market, economic aspects, cupuaçu tree, production system.

1 | INTRODUÇÃO

O cultivo do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*, Willd. Ex Spreng., Schum) em escala comercial é bastante recente. Porém desde os tempos remotos já era plantado nos quintais das casas de muitos amazônidas. A cultura somente ganhou expressão econômica à partir da década de 70, quando foi utilizada para ocupação das áreas de pimentais que estavam sendo dizimados pela fusariose. Até esse época produção de fruto provinha, basicamente, das populações nativas (ALVES, 2003).

Estima-se que a área plantada com cupuaçuzeiro no estado do Pará fique em torno de 12.668 ha, sendo que, a área colhida em 2008 foi de 12.214 ha. O incremento de novas áreas de plantios não tem sido o mesmo observado em décadas passadas. A última informação do censo agropecuário 2008 informa que a produção de frutos ficou em 41.633 toneladas e o rendimento em 3.407 Kg/ha. O município de Tomé-Açu é o maior produtor paraense, seguido por Moju, Acará e Bujaru (SAGRI, 2011).

Para realização desses plantios, os produtores utilizaram sementes sem nenhum critério de seleção. Após alguns anos de cultivo, a doença conhecida como vassoura-de-bruxa passou a atacar os plantios de maneira endêmica e posteriormente na forma de epidemia (ALVES et al., 1998). Como consequência, a produtividade decaiu tornando a atividade antieconômica. Para suprir a demanda por materiais que oferecessem resistência à vassoura-de-bruxa aliada a boa produtividade de frutos, a Embrapa Amazônia Oriental, através do programa de melhoramento genético do cupuaçuzeiro lançou em 2002 as primeiras quatro cultivares clonais da cultura, que obtinham as características desejadas.

O cupuaçu é um fruto com enorme potencial pelas múltiplas utilidades de sua polpa, como sulcos, sorvetes, cremes, bombons, doces, licores e compotas. E também pela

utilização de sua amêndoa na fabricação do cupulate. Ribeiro et al. (1992) observaram na polpa do cupuaçu elevado teor de vitamina C (23,6 mg/100g), pectina (0,39%) e proteína (8,1%) e traços de diversos minerais, que tornaram o cupuaçuzeiro, do ponto de vista nutricional, relativamente superior a maioria das outras fruteiras amazônicas.

Segundo a SUDAM (1992) o desenvolvimento sustentável da Amazônia deve articular a conservação de sua grande reserva de recursos naturais com o crescimento da economia, de modo a gerar emprego e renda. Seguindo essas diretrizes, um projeto que vise a domesticação racional dos recursos extraídos em substituição à coleta na mata é justificado. Atrelado a esse processo de domesticação sugere-se o uso de sistemas integrados com outras culturas, com objetivo de diversificar a produção visando um incremento na renda do produtor.

Dessa forma, a consorciação de culturas é uma prática em potencial na Amazônia brasileira, como forma de otimizar a utilização do solo sem causar danos ecológicos ao mesmo. Assim, o projeto tem por objetivo avaliar a viabilidade econômica da produção do cupuaçuzeiro no município de Tomé-Açu, visando proporcionar maior sustentabilidade socioeconômica ao cultivo dessa fruteira.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O projeto será implantado na propriedade rural denominada de Fazenda Carimbó, localizada na mesorregião do nordeste paraense no município de Tomé-Açu. Distante 208 km da capital do Estado. O município foi escolhido por ser o maior polo produtor do Estado produzindo 12 mil toneladas por ano (SAGRI/PA, 2011). O projeto avaliado é de um consórcio entre as culturas (abacaxi e banana).

O plantio das mudas de cupuaçuzeiro BRS carimbó, proveniente da Embrapa Amazônia Oriental, feito em uma área de 43 ha no espaçamento de 6 m x 6 m, perfazendo 278 plantas por ha. O investimento do projeto será por um período de 25 anos, sendo que a primeira colheita dos frutos será realizada a partir do 3º ano de campo. Para isso, foi realizado um levantamento dos custos totais (implantação e operação) e a estimativa de receita baseada em revisão de literatura sobre o assunto e valores do fruto no mercado atual.

Para o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) foi utilizado a fórmula:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{R_t - C_t}{(1+i)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

Em que: R_t = Fluxo de receita do projeto no ano t , C_t = Fluxo de custo do projeto no ano t , n = número de anos do projeto ($t = 1, 2, \dots, n$) e i = taxa de juros de longo prazo que é de 12% ao ano.

O fator de atualização (fa) foi determinado de acordo com a fórmula:

$$\hat{a} = \frac{1}{1 + i^t} \quad (2)$$

Em que: i = taxa de juros (12% a.a.) e t = números de anos do projeto.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) foi estimada considerando a seguinte fórmula:

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{R_t - C_t}{(1 + TIR)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1 + TIR)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1 + TIR)^t} \quad (3)$$

Em que: R_t = Fluxo de receita do projeto no ano t , C_t = Fluxo de custo do projeto no ano t , n = número de anos do projeto ($t = 1, 2, \dots, n$) e TIR = taxa de juros (Taxa Interna de Retorno).

A relação benefício-custo (Rb/c) é dada por:

$$R_{b/c} = \frac{\sum_{t=0}^n R_t (1 + i)^{Dt}}{\sum_{t=0}^n C_t (1 + i)^{Dt}} \quad (4)$$

Em que: R_t = Fluxo de receita do projeto no ano t , C_t = Fluxo de custo do projeto no ano t , n = número de anos do projeto ($t = 1, 2, \dots, n$) e i = taxa de juros.

Utilizando o fluxo de caixa da produção do cupuaçu, fez-se uma simulação admitindo que os custos de produção irão aumentar em 3% e 5% e que os preços do fruto sofreram uma queda de 3% e 5%.

Esses valores obtidos correspondem aos indicadores de viabilidade econômica do sistema de produção de frutos de cupuaçu e serviram para análise de sensibilidade, ou seja, flutuação de receita e custo no mercado.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em conformidade com os dados apresentado na tabela 1, observa-se que os itens que mais oneraram custos de produção do projeto foram: nos custos fixos, a depreciação e a mão de obra indireta. Já nos custos variáveis o maior valor foi encontrado nos materiais e insumos utilizados, seguido pela mão de obra direta empregada.

CUSTOS DE PRODUÇÃO								
ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALORES TOTAIS (R\$)					
			ANO 1		ANO 2		ANO 3-25	
			Qtd.	Valor	Qtd.	Valor	Qtd.	Valor
CUSTOS FIXOS				R\$ 131.918,27		R\$ 131.274,69		R\$ 135.036,23
Mão de Obra Indireta (MOI)				R\$ 44.480,40		R\$ 44.480,40		R\$ 44.480,40
Despesas administrativas				R\$ 12.538,46		R\$ 14.329,67		R\$ 17.480,40
Seguros				R\$ 13.726,01		R\$ 13.726,01		R\$ 13.726,01
Depreciação				R\$ 47.625,36		R\$ 47.625,36		R\$ 47.625,36
Manutenção / Conservação				R\$ 0,00		R\$ 0,00		R\$ 0,00
Tributos e Encargos fixos	R\$	1,00	7.266,21	R\$ 7.266,21	4.862,07	R\$ 4.862,07	4.862,07	R\$ 4.862,07
Diversos	R\$	0,05	125.636	R\$ 6.281,82	125.636	R\$ 6.281,82	125.636	R\$ 6.281,82
CUSTOS VARIÁVEIS				R\$ 587.897,54		R\$ 658.008,12		R\$ 798.299,30
Mão de Obra Direta (MOD)				R\$ 90.840,88		R\$ 90.840,88		R\$ 90.840,88
Materiais e Insumos				R\$ 412.627,97		R\$ 471.574,81		R\$ 589.468,51
Fretes	Kg	0,26	88.200	R\$ 22.932,00	100.800	R\$ 26.208,00	126.000	R\$ 32.760,00
Tributos e Encargos variáveis	R\$	1	33.501,58	R\$ 33.501,58	38.050,71	R\$ 38.050,71	47.148,98	R\$ 47.148,98
Diversos	R\$	0,05	559.902	R\$ 27.995,12	626.674	R\$ 31.333,72	760.218	R\$ 38.010,92
CUSTO TOTAL (FIXO + VARIÁVEIS)				R\$ 719.815,81		R\$ 789.282,82		R\$ 933.265,53
CUSTO TOTAL POR UNIDADE (R\$/KG) - PRODUTO A POLPA DE CUPUAU				2,57		2,47		2,33
CUSTO TOTAL POR UNIDADE (R\$/KG) - PRODUTO B MANTEIGA DE CUPUAÇU				5,36		5,14		4,86
CUSTO TOTAL POR UNIDADE (R\$/KG) - PRODUTO C OUTRAS FRUTAS				2,10		2,01		1,90
TOTAL								

Tabela 1. Valores médios de cada elemento que compõem o custo total do projeto.

Fonte: Adaptado ISAE/FGV, 2013.

O cupuaçu, planta amazônica de origem brasileira, é um fruto que vem se destacando imensamente tanto no contexto nacional como internacional, devido a seu grande potencial de múltiplos usos. Atualmente, o mercado tem preferido o consumo da polpa, que tem o uso mais prático do que o das frutas inteiras congeladas. Além disso, a gordura obtida a partir das amêndoas é semelhante a manteiga de cacau (FILGUERA, 1998).

Diante disso, a receita do projeto será composta pela venda da polpa do fruto, manteiga de cupuaçu e pela venda dos frutos proveniente das culturas em consórcio (abacaxi e banana) (Tabela 2).

ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO E RECEITA							
PRODUTO	Preço unitário	ANO 1		ANO 2		ANO 3-22	
		Produção (Kg)	Receita bruta	Produção (Kg)	Receita bruta	Produção (Kg/ano)	Receita bruta
POLPA DE CUPUAÇU	3,09	176.400	R\$ 545.076,00	201.600	R\$ 622.944,00	252.000	R\$ 778.680,00
MANTEIGA DE CUPUAÇU	7,95	7.621	R\$ 60.583,20	8.709	R\$ 69.237,95	10.886	R\$ 86.547,43
OUTRAS FRUTAS	2,48	107.572	R\$ 266.777,71	122.939	R\$ 304.888,81	153.674	R\$ 381.111,02
TOTAIS			R\$ 872.436,91		R\$ 997.070,76		R\$ 1.246.338,45

Tabela 2. Estimativa de produção e do faturamento (receita esperada).

Fonte: Adaptado ISAE/FGV, 2013.

A tabela 3 mostra as receitas, os custos de produção e o fluxo de caixa para esse sistema, calculados para cada ano, durante o período de planejamento de produção proposto (25 anos). De acordo com os resultados, observa-se que o empreendimento só irá produzir renda a partir do 3º ano, quando se iniciará a primeira colheita dos frutos, porém a primeira colheita não conseguirá cobrir os custos de produção fazendo com que o fluxo de caixa apresente-se com valor negativo na ordem de R\$ -1.569.927,25 até o ano em questão.

Após o segundo ano de colheita o projeto apresentará o fluxo de caixa positivo (R\$ 6.638.336,55), ou seja, a receita gerada no segundo ano de colheita cobrirá todos os custos de produção (R\$ 22.974.205,82) do projeto ao longo dos 25 anos previstos.

FLUXO DE CAIXA DO CUPUAÇU								
Ano	Fluxo nominal				fa 12% a.a.	Fluxo atualizado		
	RECEITA	CUSTO	BNL			RECEITA	CUSTO	BLA
1	R\$ 0,00	R\$ 719.815,81	-R\$ 719.815,81	0,8929	R\$ 0,00	R\$ 642.692,69	-R\$ 642.692,69	
2	R\$ 0,00	R\$ 789.282,82	-R\$ 789.282,82	0,7972	R\$ 0,00	R\$ 629.211,43	-R\$ 629.211,43	
3	R\$ 872.436,91	R\$ 933.265,53	-R\$ 60.828,62	0,7118	R\$ 620.983,36	R\$ 664.279,97	-R\$ 43.296,61	
4	R\$ 997.070,76	R\$ 933.265,53	R\$ 63.805,23	0,6355	R\$ 633.656,49	R\$ 593.107,12	R\$ 40.549,38	
5	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,5674	R\$ 707.205,91	R\$ 529.559,93	R\$ 177.645,98	
6	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,5066	R\$ 631.433,85	R\$ 472.821,36	R\$ 158.612,48	
7	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,4523	R\$ 563.780,22	R\$ 422.161,93	R\$ 141.618,29	
8	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,4039	R\$ 503.375,20	R\$ 376.930,29	R\$ 126.444,90	
9	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,3606	R\$ 449.442,14	R\$ 336.544,91	R\$ 112.897,23	
10	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,3220	R\$ 401.287,62	R\$ 300.486,52	R\$ 100.801,10	
11	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,2875	R\$ 358.292,52	R\$ 268.291,54	R\$ 90.000,98	
12	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,2567	R\$ 319.904,04	R\$ 239.546,02	R\$ 80.358,02	
13	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,2292	R\$ 285.628,60	R\$ 213.880,37	R\$ 71.748,23	
14	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,2046	R\$ 255.025,54	R\$ 190.964,62	R\$ 64.060,92	
15	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,1827	R\$ 227.701,38	R\$ 170.504,12	R\$ 57.197,25	

16	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,1631	R\$ 203.304,80	R\$ 152.235,82	R\$ 51.068,97
17	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,1456	R\$ 181.522,14	R\$ 135.924,84	R\$ 45.597,30
18	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,1300	R\$ 162.073,34	R\$ 121.361,47	R\$ 40.711,87
19	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,1161	R\$ 144.708,34	R\$ 108.358,45	R\$ 36.349,89
20	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,1037	R\$ 129.203,88	R\$ 96.748,62	R\$ 32.455,26
21	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,0926	R\$ 115.360,60	R\$ 86.382,70	R\$ 28.977,91
22	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,0826	R\$ 103.000,54	R\$ 77.127,41	R\$ 25.873,13
23	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,0738	R\$ 91.964,77	R\$ 68.863,76	R\$ 23.101,01
24	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,0659	R\$ 82.111,40	R\$ 61.485,50	R\$ 20.625,90
25	R\$ 1.246.338,45	R\$ 933.265,53	R\$ 313.072,92	0,0588	R\$ 73.313,75	R\$ 54.897,76	R\$ 18.415,98
TO-TAL	R\$ 28.042.615,12	R\$ 22.974.205,82	R\$ 5.068.409,30		R\$ 7.244.280,42	R\$ 7.014.369,14	R\$ 229.911,28

Tabela 3. Receita, custo e fluxo de caixa nominal e atualizado do projeto.

Fonte: Adaptado ISAE/FGV, 2013.

Valor Presente Líquido (VPL): R\$ 229.991,28

Taxa Interna de Retorno (TIR): 13,98%

Relação Benefício-Custo (Rb/c): 1,03

3.1 Análise de viabilidade econômica do sistema de produção

Valor Presente Líquido (VPL)

A viabilidade econômica do sistema de produção do cupuaçu integrado a um SAF's é confirmada pelo método do VPL a taxa de juros de longo prazo de 12% ao ano. O projeto mostrou-se ser viável economicamente, pois foi capaz de cobrir os investimentos feitos a uma taxa de desconto de 12% a.a. possuindo assim um saldo de VPL positivo de R\$ 229.991,28 para os 43 hectares do projeto. Como era esperado esse valor decresce a medida que a taxa aumenta, verifica-se que o VPL será positivo até a taxa de desconto de 13% ao ano (Tabela 4). Taxas de descontos maiores que essa inviabilizará o projeto mostrando assim que o mesmo é bastante sensível às mudanças econômicas.

Taxas de Juros	12%	13%	14%	15%	16%
VPL (R\$)	229.991,28	105.439,67	-2.501,60	-96.319,34	-178.028,04

Tabela 4. Variação do Valor Presente Líquido (VPL) em diferentes taxas de juros.

Fonte: Dados do projeto.

Taxa Interna de Retorno (TIR)

O resultado da TIR do presente estudo, da ordem de 13,98% (Tabela 3), atesta a viabilidade econômica do sistema de produção do fruto, uma vez que a TIR foi superior à taxa de juros de longo prazo de 12% ao ano. O valor encontrado para a TIR demonstra que as receitas descontadas seriam superiores aos custos descontados, mesmo se o mercado trabalhasse com taxas superiores de juros, até o limite de 13%

ao ano, a partir dessa taxa ocasionaria anulação do VPL e até mesmo tornando-o negativo.

Relação Benefício-Custo (Rb/c)

A Rb/c apresentou resultado semelhante ao encontrado pelo VPL, ou seja, a Rb/c também será positiva com valor de R\$ 1,03 à taxa de desconto de 12% ao ano (Tabela 3). Esse resultado indica que para cada real investido, tem-se um retorno bruto de R\$1,03 e um retorno líquido de R\$ 0,03, atestando a viabilidade econômica do empreendimento.

3.2 Análise do risco

Ponto de Equilíbrio (PE)

O ponto de equilíbrio se resume ao faturamento mínimo que o projeto deve ter para cobrir os custos fixos e variáveis, ou seja, o ponto de equilíbrio é quando a receita se iguala ao custo.

Além disso, o Ponto de Equilíbrio é um indicador que ajuda o empresário a definir qual deve ser o nível de produção de sua empresa, em termos de quantidade e valor. Se a empresa estiver em um nível abaixo deste ponto ela entra na zona de prejuízo e, ao contrário, na zona da lucratividade. Sem entender como calcular o ponto de equilíbrio de uma empresa o negócio estará no caminho da falência.

De acordo com a Tabela 5, pode-se inferir que os resultados do Ponto de Equilíbrio (PE) para a produção do fruto do cupuaçu mostraram ser satisfatórios, pois o ponto de equilíbrio em faturamento (R\$ 390.328,15) representou apenas 32,01% do faturamento total do projeto e o ponto de equilíbrio em quantidade (201.669,42 Kg) representou 49,49% da quantidade total produzida, indicando que o produtor necessita comercializar 49,49% da produção para cobrir os custos.

	Quantidade	Faturamento
Ponto de Equilíbrio	201.669,42 Kg	R\$ 390.328,15
Total	407.504,39 Kg	R\$ 1.219.244,14
(%)	49,49%	32,01%

Tabela 5. Avaliação do risco do projeto.

Fonte: Dados do projeto.

3.3 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade permite medir em que proporção uma alteração pré-fixada em um ou mais itens do fluxo de caixa do projeto altera o resultado final. Diante disso, A tabela 6 indica uma simulação para testar o que ocorre com a VPL e a TIR se

o custo de produção sofrer um aumento de 3% e 5%, ou se o preço do produto cair 3% e 5%. Para assim ser possível observar o grau de sensibilidade do projeto a essas mudanças.

Diante de tais situações, se o projeto ainda apresentar-se viável economicamente, é uma garantia adicional de estabilidade que o projeto apresenta diante de riscos e incertezas.

Índice	Aumento nos Custos		Diminuição no Preço do Produto	
	3%	5%	3%	5%
VPL	19.480,21	-120.807,17	12.582,87	-132.302,74
TIR	12,17	10,97	12,11	10,81

Tabela 6. Avaliação da sensibilidade do projeto a mudança nos custos de produção e nos preços.

Fonte: Dados do projeto.

Pelo que se observa na Tabela 6, o projeto apresenta uma menor taxa de retorno diante das mudanças nos preços do produto do que para alterações nos custos de produção, embora essa diferença seja pequena. Estes resultados indicam que o projeto apresenta é sensível a variação econômica, pois a medida que as taxas dos custos aumentam ou o preço do produto diminui o VPL torna-se negativo indicando que o projeto passa a ser inviável economicamente.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto apresentará um fluxo de caixa negativo até o terceiro ano devido a receita ser obtida apenas na primeira colheita que acontecerá no 3º ano após a implantação da cultura. A receita só cobrirá os custos do projeto a partir do quinto ano de campo quando a produção se estabilizará.

Os indicadores econômicos demonstraram a viabilidade econômica do sistema de produção do cupuaçu pelos resultados obtidos para o VPL (R\$ 229.991,28), TIR (13,98%) e Rb/c (1,03).

Para cobrir os custos, e conseqüentemente obter lucro o empreendedor necessita comercializar 49,49% da produção. O projeto mostrou-se ser muito sensível as mudanças econômicas que poderão ocorrer.

REFERÊNCIAS

ALVES, R.M.; STEIN, R.L.B.; ARAÚJO, D.G.; PIMENTEL, L. **Avaliação de clones de cupuaçuzeiro quanto á resistência a vassoura-de-bruxa.** Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, v.20, n.3, p.297-306, 1998.

ALVES, R.M. **Caracterização genética de população de cupuaçuzeiro *Theobroma grandiflorum***

(Willd.ex.Spreng.) Schum., por marcadores microssatélites e descritores botânico-agronômicos. Piracicaba, 2003. 146p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paula, Piracicaba.

PARÁ. Secretaria do Estado de Agricultura. **A Fruticultura no Estado do Pará.** 2011. Disponível em: <<http://www.amazonlink.or/biopirataria/cupulate.htm>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

RIBEIRO, N.C.A. et al. **Características físicas e químicas de frutos de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) do sudeste da Bahia.** Agrotropica. v.4, n.2, p.33-37, 1992.

FILGUEIRA, Francisco de Souza **Produção de Cupuaçu**, Viçosa, CPT, 1998. 46p.

PARENTE, V.M.; OLIVEIRA, A.R.; COSTA, A.M. **Potencialidades regionais estudo de viabilidade econômica, cupuaçu.** ISAE/Fundação Getúlio Vargas (FGV), 2013.

SUDAM. **Plano de desenvolvimento da Amazônia: 1994/97.** Belém, Pará, Brasil: Instituto de Pesquisas IRI, 1979. 56p.

ATAQUE DE LEPIDÓPTEROS EM PLANTAS DA CULTIVAR DE MARACUJAZEIRO ORNAMENTAL BRS ROSEA PÚRPURA

Tamara Esteves Ferreira

Universidade de Brasília, Brasília- DF

Fábio Gelape Faleiro

Embrapa Cerrados, Planaltina-DF

Jamile Silva Oliveira

Embrapa Cerrados, Planaltina-DF

Alexandre Specht

Embrapa Cerrados, Planaltina-DF

RESUMO: O desenvolvimento e utilização de cultivares de maracujá ornamental é recente no Brasil, bem como os estudos de caracterização e validação destas cultivares. Neste trabalho, objetivou-se caracterizar o ataque dos lepidópteros em diferentes regiões dos ramos de plantas da cultivar BRS Rosea Púrpura. O estudo foi realizado no Parque Ivando Cenci, (Agrobrasília) PAD-DF, após intenso ataque da lagarta *Agraulis vanillae*, amostras de folhas das regiões apicais, intermediárias e basais de ramos da cultivar foram coletadas aleatoriamente na região central da espaldeira. Foram também coletadas folhas sem o ataque de lepidópteros para servir de comparação com as folhas parcialmente consumidas. No Laboratório de Biologia Vegetal da Embrapa Cerrados, foi estabelecido um experimento utilizando o delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições, totalizando

12 parcelas experimentais, sendo cada parcela composta por quatro folhas. Com o auxílio do aparelho LI-COR foi determinada a área foliar total, área foliar consumida e a % da área foliar consumida. A área foliar consumida foi obtida pela diferença entre a área foliar total de folhas não atacadas de cada região do ramo e a área remanescente das folhas atacadas pelos lepidópteros. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. As folhas das regiões dos ramos da planta apresentaram diferenças quanto ao maior e menor ataque de lagartas. A região apical dos ramos apresentou maior % de área foliar consumida pela praga, quando comparadas com as regiões medianas e da base dos ramos. As folhas da região basal apresentaram menor % de área foliar consumida possivelmente devido ao menor acesso das borboletas para ovoposição e textura mais firme das folhas.

PALAVRAS-CHAVE: lagarta, *Agraulis vanillae*, borboleta

RESUMO: The development and use of ornamental *Passiflora* cultivars is recent in Brazil, as well as characterization and validation studies of these cultivars. The objective of this work was to characterize the Lepidoptera attack in different regions of the plant branches of the

BRS Rosea Purpura. The study was carried out in Ivando Cenci Park (Agrobrasília) PAD-DF, after intense *Agraulis vanillae* caterpillar attack. Leaves samples of the apical, intermediate and basal regions of the plant branches were randomly collected in the central region of the vertical cordon. Leaves without Lepdoptera attack were also collected to compare the partially consumed leaves. An experiment was established using a completely randomized design, with three treatments and three replications at the Embrapa Cerrados Plant Biology Laboratory. A total of 12 experimental plots was established, each plot composed by four leaves. The total and consumed leaf area and the % of leaf area consumed were determined using the LI-COR instrument. The leaf area consumed was obtained by the difference between the total leaf area of each branch region and the remaining area of leaves attacked by Lepdoptera. The data was submitted to variance analysis and the means were compared by the Tukey test at 5% of probability. The leaves of the branches regions presented differences to the caterpillars attack. The apical region of the branches had a greater % of leaf area consumed when compared with the median and base regions of the branches. The leaves of the basal region showed a lower % of leaf area consumed possibly due to the lower access to the butterflies oviposition and the firmer texture of the leaves.

KEYWORDS: caterpillar, *Agraulis vanillae*, butterfly

1 | INTRODUÇÃO

O gênero *Passiflora* apresenta uma ampla diversidade (Figura 1), a qual assume grande importância considerando o seu potencial na produção de frutos para consumo *in natura* e processamento industrial e também para uso das plantas para fins medicinais e ornamentais (BERNACCI et al., 2013; FALEIRO et al., 2018). Segundo FALEIRO et al. (2017a; 2017b), há um grande potencial das passifloras para o cultivo ornamental, seja como soluções paisagísticas para áreas grandes e médias, seja como plantas de vaso que são usadas em varandas ou dentro de casa.



Figura 1. Rica biodiversidade dos maracujás. Foto: Embrapa, divulgação

O Brasil, por ser um dos centros de origem do maracujá, possui ampla variabilidade genética que é o ponto de partida para programas de melhoramento genético visando ao desenvolvimento de cultivares com diferentes usos, incluindo o uso ornamental. A caracterização e a avaliação das espécies quanto à resistência a doenças e pragas é a base para identificação de fontes de genes de interesse que podem ser utilizadas na base de cruzamentos visando ao desenvolvimento de novas cultivares com maior nível de resistência (FALEIRO et al., 2011).

Apesar de todo o potencial e uso econômico do maracujazeiro como planta ornamental no hemisfério norte, no Brasil, tal utilização é praticamente inexistente. Segundo PEIXOTO (2005), o que se vê no Brasil é a utilização de maracujá doce e, mais raramente, o maracujá-azedo em pérgulas ou cercas para aproveitamento de frutos e ter como bônus belas e perfumadas flores.

O estudo deste potencial dos maracujazeiros como plantas ornamentais é uma importante demanda para os trabalhos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (FALEIRO et al., 2006) e resultados têm sido obtidos nesta linha de pesquisa nas áreas de caracterização de germoplasma e melhoramento genético (FALEIRO et al.,

2008; 2014; 2017a) como o desenvolvimento de híbridos (Figura 2).



Figura 2. Híbridos de maracujazeiro ornamental desenvolvidos pela Embrapa e parceiros.

Fotos: Fabiano Bastos, Nilton Junqueira e Fábio Faleiro

Recentemente, foi registrada e protegida no MAPA, a cultivar BRS Rosea Púrpura (BRS RP) com propósito unicamente ornamental (EMBRAPA, 2018b) (Figuras 3 e 4). A cultivar BRS RP foi obtida a partir do cruzamento entre acessos selecionados de três espécies silvestres de maracujá: *Passiflora incarnata* (acesso CPAC MJ-31-01), *Passiflora quadrifaria* (acesso CPAC MJ-42-01) e *Passiflora setacea* (acesso CPAC MJ-12-01).

Os acessos e os híbridos obtidos foram selecionados com base na maior produção de flores rosadas durante diferentes épocas do ano. A beleza das flores, o vigor da planta e sua origem da biodiversidade brasileira também foram considerados no processo de obtenção da cultivar.

As plantas da BRS Rosea Púrpura produzem grande quantidade de flores rosadas com diâmetro de aproximadamente 8 cm, brácteas esverdeadas, pétalas e sépalas rosadas com corona de aproximadamente 6 cm de diâmetro com parte central branca, anel da câmara nectífera branco e fímbrias alongadas com extremidades rosadas.

Os estigmas e estiletos são rosados, filetes mesclados e anteras, ovários e estigmas verdes claros. A planta produz frutos partenocárpicos com coloração esverdeada sem sementes na ausência de polinização.



Figura 3. Detalhes da cultivar de maracujazeiro ornamental BRS Rosea Púrpura.

Foto: Embrapa, divulgação

As Passifloraceas cultivadas comercialmente vêm apresentando sérios problemas fitossanitários, por serem hospedeiras de artrópodes pragas, dentre estes, as lagartas desfolhadoras que merecem destaque em função dos danos ocasionados e da frequência de ocorrência, sendo que em infestações severas, o dano torna-se muito intenso, podendo ocorrer desfolha total das plantas de maracujá (FANCELLI, 1998).

Entre as lagartas desfolhadoras que ocorrem no maracujazeiro, a espécie *Agraulis vanillae vanillae* Linnaeus tem grande importância econômica, pois essas lagartas danificam as folhas, com redução da área foliar, retardando o crescimento da planta o que afeta sensivelmente a produção. Os prejuízos são mais acentuados em plantas jovens, pois podem provocar desfolhas totais, culminando com a morte da planta em casos de ataques sucessivos.

No Brasil, já foram listadas várias espécies do gênero *Passiflora* como hospedeiras, chegando a ser praga em algumas plantações de maracujá, tendo sido registrado em: *P. actinia*, *P. alata*, *P. amethystina*, *P. caerulea*, *P. capsularis*, *P. edulis*, *P. misera* e *P. suberosa*

É oportuno lembrar que as borboletas do gênero *Agraulis*, são típicas de ambientes abertos. Seu nome popular é Pingos-de-prata, devido a apresentar, na face inferior das asas, numerosas manchas prateadas e também diversos pontos e listas negras.

A medição do consumo foliar é uma metodologia básica em várias áreas da entomologia. Apesar da sua importância, escassas são as pesquisas sobre a avaliação

da área foliar consumida por insetos em *Passiflora*. Diante do que foi exposto, neste trabalho, objetivou-se caracterizar o ataque dos lepidópteros em diferentes regiões dos ramos de plantas da cultivar de maracujazeiro ornamental BRS Rosea Púrpura.



Figura 4. Cultivar de maracujazeiro ornamental BRS Rosea Púrpura.

Foto: Embrapa, divulgação

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Parque Ivando Cenci, (Agrobrasília) PAD-DF, latitude 16°00'43.4", longitude 47°33'08.3" altitude de 1007 m, onde foi montada uma unidade demonstrativa desta cultivar com 6 plantas conduzidas em espaldeira vertical com dois fios de arame.

Foram realizadas práticas de rotina como podas e adubação e a irrigação foi feita por gotejamento. Após intenso ataque de lepidópteros, *Agraulis vanillae*, amostras de folhas das regiões apicais, intermediárias e basais de ramos da cultivar foram coletadas aleatoriamente na região central da espaldeira. Foram também coletadas folhas sem o ataque de lepidópteros para servir de comparação com as folhas parcialmente consumidas.

As folhas foram cuidadosamente e aleatoriamente destacadas e acondicionadas em saco de papel e levadas no mesmo dia ao Laboratório de Biologia Vegetal da Embrapa Cerrados, onde foi estabelecido um experimento, utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições, sendo cada repetição a média de quatro folhas coletadas nas regiões apicais, intermediárias e basais de ramos da cultivar de maracujazeiro ornamental BRS Rosea púrpura.

As medições feitas pelo integrador de área foliar foram realizadas em um aparelho da marca Li-cor, modelo LI 3100. As folhas foram passadas pelo aparelho, uma a uma, e os valores de área foliar retornados foram anotados. Eventualmente, foram realizados ajustes e limpeza na superfície do aparelho que entrou em contato com as amostras.

A área foliar consumida foi obtida pela diferença entre a área foliar total de folhas não atacadas de cada região do ramo e folhas atacadas pelos lepidópteros. Como as folhas das diferentes regiões dos ramos possuem diferentes tamanhos, foi também estimada a % da área foliar consumida. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificado efeito altamente significativo da posição das folhas nas características Área Foliar Total (AFT), Área Foliar Consumida (AFC) e Porcentagem de Área Foliar Consumida (%AFC). O experimento apresentou adequada precisão experimental com coeficientes de variação de 6,53 a 14,72%. A %AFC variou de 51% a 64%, sendo a média geral de 58,31% (Tabela 1).

Fv	GL	AFT	AFC	%AFC
Tratamento	2	390,13**	21,59**	188,16**
Resíduo	9	9,42	7,09	27,98
Total	11			
Media Geral		46,98	18,09	58,31

CV (%)	6,53	14,72	9,07
Máxima	55,92	20,47	64
Médio	46,98	18,09	58
Mínimo	28,66	15,83	51

Tabela 1. Resumo da análise de variância e estatísticas descritivas da Área Foliar Total (AFT), Área Foliar Consumida (AFC) e Porcentagem de Área Foliar Consumida (% AFC) por *Agraulis vanillae vanillae* de folhas localizadas em ramos apicais, medianas e basais da cultivar de maracujazeiro ornamental BRS Rosea Púrpura

** Significativo a 5% de probabilidade pelo

Pode-se observar que, as folhas localizadas nas diferentes regiões dos ramos da planta da cultivar BRS Rósea Púrpura apresentaram desempenho diferenciado quanto a suscetibilidade ao ataque de lagartas (Tabela 2). As folhas localizadas na região apical dos ramos apresentou 64% da área foliar consumida pela praga, sendo assim, a área de maior preferência alimentar das lagartas. Folhas localizadas na região mediana do ramo apresentaram 59% de AFC e na região basal dos ramos uma menor %AFC de 51% (Tabela 2).

Posição	AFT	AFC	%AFC
Base	55,92a	20,47a	51b
Mediana	36,38c	15,83a	59ab
Apical	48,66b	17,98a	64a

Tabela 2. Médias das variáveis da Área Foliar Total (AFT), Área Foliar Consumida (AFC) e Porcentagem de Área Foliar Consumida (% AFC) por *Agraulis vanillae vanillae* em diferentes posições dos ramos da cultivar BRS Rosea Púrpura.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro

A preferência alimentar pode ser explicada pela diferença da estrutura das folhas localizadas nas diferentes regiões dos ramos. Na região apical estão localizadas as folhas menores, mais novas e moles, podendo ser mais nutritivas, o que facilitaria a alimentação de lagartas principalmente nos primeiros instares, provocando uma maior área foliar consumida. Segundo BENSON et al. (1976), os heliconíneos (Lepidoptera, Nymphalidae) utilizam plantas da família Passifloraceae para oviposição e alimentação de suas larvas, podendo assim, haver a preferência de uma região mais nova comparada com a região da base das plantas, para uma maior ou menor oviposição e consequentes danos às plantas.

Em contrapartida, na região basal dos ramos do maracujazeiro, as folhas têm a característica de serem mais velhas, apresentarem maior dureza e espessura e com isso se tornam mais rígidas, dificultando então a alimentação das lagartas, principalmente as de menor instar.

SILVEIRA (2002), em seus estudos, observou um maior desgaste nas mandíbulas das lagartas de *Heliconius erato phyllis* que consumiram as folhas mais duras de *Passiflora misera* e *Passiflora suberosa*. Um maior desgaste das mandíbulas acarreta em maior custo para obtenção de alimento, levando a lagarta a se alimentar menos.

As diferenças entre as porcentagens de Área Foliar Consumida de folhas localizadas nas diferentes regiões dos ramos foram significativas porém de baixa amplitude. Esta pequena diferença pode ter ocorrido devido à alta infestação de lagartas *Agraulis vanillae vanillae* e da alta suscetibilidade da cultivar ornamental BRS Rosea Púrpura ao ataque da praga.

4 | CONCLUSÃO

Nas condições experimentais desse trabalho, foi possível observar que a área foliar consumida permitiu estimar os danos causados em BRS Rosea Púrpura por *Agraulis vanillae vanillae* com boa acurácia e precisão experimental.

A região apical dos ramos de plantas da cultivar de maracujazeiro ornamental BRS Rosea Púrpura apresentou maior porcentagem de área foliar consumida pela praga, quando comparadas com as regiões medianas e da base dos ramos.

As folhas da região basal apresentaram menor porcentagem de área foliar consumida possivelmente devido ao menor acesso das borboletas para oviposição e textura mais firme das folhas.

REFERÊNCIAS

BENSON, W. W.; BROWN JR., K. S.; GILBERT, L. E. **Coevolution of plants and herbivores: passion flower butterflies**. *Evolution*, Bolder, v. 29, p. 659-680, 1976

BERNACCI, L.C.; CERVI, A.C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M.A.; NUNES, T. S.; IMIG, D.C. & MEZZONATO, A.C. **Passifloraceae. In: Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013.

EMBRAPA. **Maracujazeiros ornamentais com coloração de flores rosadas e azuladas**. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/lançamentoornamental2016/>>. Acesso em: 07 jan. 2018b.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: demandas para a pesquisa**. Planaltina,DF: Embrapa Cerrados, p.54, 2006.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Pesquisa e desenvolvimento do maracujá no Brasil**. In: SILVA, A.G.; ALBUQUERQUE, A.C.S.; MANZANO, N.T.; SILVA, R.C.; RUSSELL, N.C. (Ed.). *Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*. Brasília: Embrapa, 2008.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; OLIVEIRA, E.J.; PEIXOTO, J.R., COSTA, A.M. **Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro: histórico e perspectivas**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. 36 p. (Documentos/Embrapa Cerrados N° 307).

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; OLIVEIRA, E.J.; MACHADO, C.F.; PEIXOTO, J.R.; COSTA, A.M.; GUIMARÃES, T.G.; JUNQUEIRA, K.P. **Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares - fase II: resultados de pesquisa 2008-2012**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. (Documentos, N° 324). 102p. 2014.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; JESUS, O.N.; MACHADO, C.F.; FERREIRA, M.E.; JUNQUEIRA, K.P.; SCARANARI, C.; WRUCK, D.S.M.; HADDAD, F.; GUIMARÃES, T.G.; BRAGA, M.F.

Caracterização de germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro assistidos por marcadores moleculares - fase III: resultados de pesquisa e desenvolvimento 2012-2016. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. (Documentos, Nº 341). 171p. 2017a.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; JESUS, O.N.; COSTA, A.M.; MACHADO, C.F.; JUNQUEIRA, K.P.; ARAÚJO, F.P.; JUNGHANS, T.G. Espécies de maracujazeiro no mercado internacional.

JUNGHANS, T.G.; JESUS, O.N. (Eds.) **Maracujá: do cultivo à comercialização.** Brasília, DF: Embrapa, 2017b. p.15-37.

FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; JESUS, O.N.; COSTA, A.M. Caracterização ecológica, morfológica, agrônômica e molecular das Passifloras e seu uso diversificado. In: MOREIRA, M.P.; COSTA, A.M.; FALEIRO, F.G.; CARLOSAMA, A.R.; CARRANZA, C. (Eds.) **Maracujá: dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico.** Brasília, DF: ProImpress. 2018. p. 51-65. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/188159/1/Maracuja.pdf>

FANCELLI, M. **Maracujá em foco: as lagartas desfolhadoras do maracujazeiro.** Cruz das Almas: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, p. 1. Circular Técnica, 50. 1998.

LU, H. Y.; LU, C. T.; WE, I. M. L.; & CHAN, L. F. **Comparison of different models for nondestructive leaf area estimation in taro.** *Agronomy Journal*, 96:448-453, 2004.

PEIXOTO, M. **Problemas e perspectivas do maracujá ornamental.** In: Faleiro, F.G.; Junqueira, N.T.V.; Braga, M.F. (Eds.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético.** Planaltina,DF: Embrapa Cerrados, p. 457-463.2005.

PINTO, A.C.R.; GRAZIANO, T.T.; BARBOSA, J.C.; LASMAR, F.B. **Modelos para estimativa da área foliar de *Curcuma alismatifolia* e *Curcuma zedoaria*.** *Bragantia*, v.67, p.549-552, 2008.

SILVEIRA, M.A.P.A. **Variação na dureza da folha em *Passiflora*, efeito no desgaste das mandíbulas de *Heliconius erato phyllis* (Lepidoptera: Nymphalidae) e conseqüências sobre a herbivoria.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós- Graduação em Biologia Animal. Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 44pp, 2002.

ATIVIDADE BIOLÓGICA IN VITRO DO ÓLEO ESSENCIAL EXTRAÍDO DAS FOLHAS DE *CHENOPODIUM AMBROSIOIDES*

Flávia Fernanda Alves da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, Rio Verde, GO

Cassia Cristina Fernandes Alves

Professora e Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, GO

Wendel Cruvinel de Sousa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, Rio Verde, GO

Fernando Duarte Cabral

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, Rio Verde, GO

Larissa Sousa Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, Rio Verde, GO

Mayker Lazaro Dantas Miranda

Professor e Pesquisador Adjunto do Programa de Pós-graduação Em Agroquímica, Instituto Federal do Triângulo Mineiro, Uberlândia, MG

RESUMO: além do valor como recurso terapêutico, as plantas medicinais também possuem potencial para serem utilizadas como fontes de princípios ativos contra fitopatógenos. A presença e o crescimento

de fungos podem causar deterioração, o que resulta em uma redução da qualidade e da quantidade de alimentos. Este trabalho objetivou-se avaliar o efeito do óleo essencial de folhas de *Chenopodium Ambrosioides* (ML-EO) conhecida popularmente como erva de Santa Maria ou mastruz, sobre o crescimento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum*, fungo que possui alto potencial de danos às culturas principalmente da soja. Os óleos essenciais foram obtidos através de hidrodestilação em aparelho tipo clewenger, posteriormente, os óleos essenciais foram avaliados sobre o crescimento micelial do fungo fitopatogênico. E a partir dos resultados obtidos pode-se concluir que o óleo essencial de *C. Ambrosioides* possui moderada atividade antifúngica *in vitro* contra *S. Sclerotiorum*.

PALAVRAS-CHAVE: Erva de Santa-Maria; Óleo essencial; Mofo-branco; *Sclerotinia Sclerotiorum*.

ABSTRACT: Besides value as a therapeutic resource, medicinal plants also have the potential to be used as sources of active principles against phytopathogens. The presence and growth of fungi can cause deterioration, which results in a reduction in the quality and quantity of food. The objective of this work was to evaluate the effect of the essential oil of *Chenopodium Ambrosioides* (ML-EO), commonly known as Santa Maria

grass or mastruz, on the mycelial growth of *Sclerotinia sclerotiorum*, a fungus that has a high potential for damage to crops, mainly Soy. The essential oils were obtained by hydrodistillation in a cleverger type apparatus, later, the essential oils were evaluated on the mycelial growth of phytopathogenic fungus. And from the obtained results it can be concluded that the essential oil of *C. Ambrosioides* has moderate antifungal activity in vitro against *S. Sclerotiorum*.

KEYWORDS: Santa Maria herb; Essential oil; White mold; *Sclerotinia Sclerotiorum*.

1 | INTRODUÇÃO

No contexto mundial e nacional, o cultivo da soja está entre as atividades produtivas mais expressivas economicamente. Entretanto, entre os fatores que contribuem negativamente para a variação desta produtividade, estão as doenças de plantas, sendo o mofo branco uma das principais que incidem nesta cultura (PEREIRA et al., 2012).

O fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, está entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) entre outras. O alto índice de doenças causadas por fitopatógenos faz o Brasil ser responsável por consumir cerca de 50% da quantidade de defensivos agrícolas utilizados na América Latina. O uso de defensivos agrícolas acarretam consequências graves como o desequilíbrio ambiental e principalmente a contaminação de alimentos, animais e reservas hídricas, ocasionando uma redução na qualidade e na expectativa de vida da população (FONSECA et al., 2015).

Pesquisas visando ao controle alternativo de pragas e doenças, principalmente daquelas que provocam danos econômicos a agricultura, através do emprego de óleos essenciais extraídos de plantas têm aumentado consideravelmente nos últimos anos e revelado potencial promissor no controle de fitopatógenos como, por exemplo, do próprio fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (ALAM et al., 2017; SILVA et al., 2018).

A *Chenopodium ambrosioides* é pertencente à família *Chenopodiaceae*, uma planta medicinal herbácea, originária da América do Sul, que ocorre em todo o Brasil, sendo considerada uma planta daninha em algumas regiões do país é produtora de óleo essencial (LORENZI & MATOS, 2002; TRINDADE et al., 2015).

Diante disto, este trabalho objetivou avaliar o efeito do óleo essencial de folhas de *C. ambrosioides* sobre o crescimento micelial de *sclerotinia sclerotiorum*. E os resultados sugerem que o óleo essencial sob avaliação, possui resultados promissores afim de, controlar este fungo fitopatogênico.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Material Vegetal: As folhas de *C. ambrosioides* foram coletadas em junho de

2017 às 8h, em Rio Verde, Goiás, Brasil, no campus do Instituto Federal Goiano - Rio Verde. A planta foi identificada pela botânica Erika Amaral no número exsicata HJ 28760 / MP.

Extração De Óleo Essencial: Na extração do óleo essencial para folhas de *C. ambrosioides*, foi empregado o método de hidrodestilação em aparelho do tipo Clevenger, por um período de 3 horas a partir da ebulição. Foram utilizadas 100 g da amostra in natura em triplicata para determinação do rendimento expresso em (% p/p). Após 3 horas de extração, o hidrolato foi recolhido em um funil de separação, onde foram adicionados 30mL de diclorometano(CH_2Cl_2) com três repetições (Partição líquido-líquido). Logo em seguida, foi adicionado sulfato de sódio anidro PA (Na_2SO_4) para retirada de água que, eventualmente, passar do funil de separação. O óleo essencial foi acondicionado em vidro âmbar, e mantidos sob refrigeração a -5°C .

Atividade Antifúngica: O isolado de *Sclerotinia sclerotiorum* Ss12 (BRM 29673) foi fornecido pela Embrapa Arroz e Feijão, cuja sede é em Santo Antônio de Goiás, GO, Brasil. Os ensaios foram realizados no laboratório de microbiologia agrícola do IF Goiano - Campus Rio Verde e a atividade antifúngica do óleo essencial de folhas de *C. ambrosioides* foi avaliada de acordo com o método de disco-difusão descrito por Xavier et al., (2016). Doses de óleo essencial utilizadas foram de 12,5 - 50 μL para ML-EO. Controles negativos foram postos sem adição de óleo essencial (testemunha) enquanto o controle positivo foi o fungicida Frowncide 500 SC, a 10 μg / mL do princípio ativo. O tratamento foi realizado em quadruplicado e o delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram avaliadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância pelo software ASSISTAT.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O potencial antifúngico dos óleos essenciais contra fitopatógenos tem despertado cada vez mais o interesse de pesquisadores em todo o mundo (SILVA et al., 2018), uma vez que estes óleos podem atuar como biofungicidas tornando-se uma alternativa aos fungicidas químicos. Por este motivo, a atividade antifúngica *in vitro* do óleo essencial de *C. ambrosioides* foi avaliada contra o fungo fitopatogênico *S.sclerotiorum*. Os resultados obtidos demonstraram que, o óleo essencial de *C. ambrosioides* inibiu o crescimento micelial do fungo *S. sclerotiorum* de uma maneira dependente da dose. As porcentagens de inibição do crescimento micelial do óleo essencial das folhas de *C. ambrosioides* são mostradas no Gráfico I.

Os resultados da análise de inibição do crescimento micelial mostraram que nas concentrações de 12,5 μL , 25,0 μL e 50,0 μL , houve um aumento da inibição do crescimento micelial de acordo com a concentração do óleo essencial, obtendo resultados de inibição médios aproximadamente de 28%, 45,2%, 50,4%

respectivamente, em comparação com fungicida comercial Frowncide 500 SC que consegue atingir 100% de inibição. Diante dos resultados pode-se observar moderada atividade inibitória.

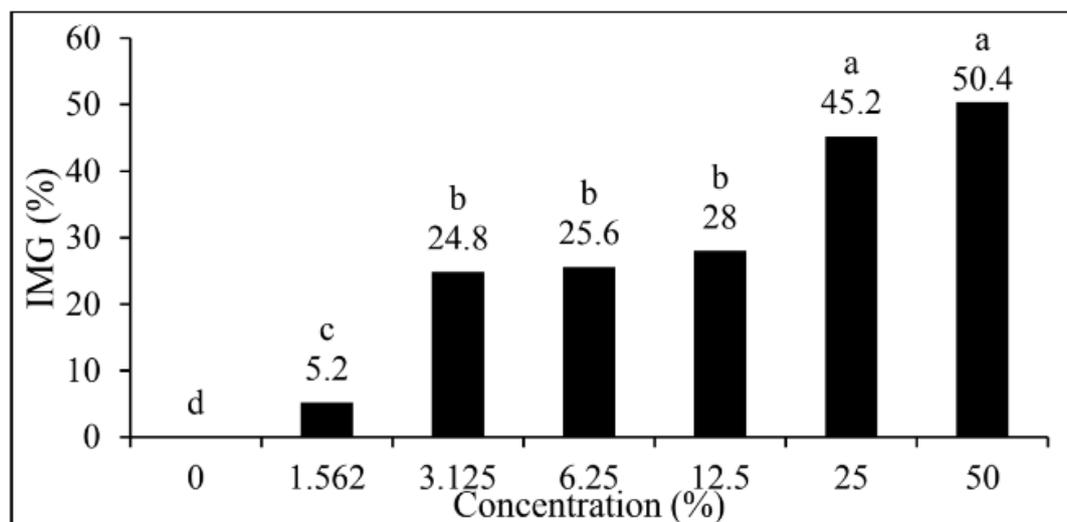


Gráfico 1 - Porcentagens de inibição do crescimento micelial de *Sclerotinia sclerotiorum* em diferentes doses de óleo essencial de folhas de *C. ambrosioides* (ML-EO). Meios seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott.

A moderada atividade antifúngica *in vitro* do óleo essencial das folhas de *C. ambrosioides* pode ser justificada pela presença dos constituintes químicos majoritários, que podem agir isoladamente ou em sinergismo. Este fato é relevante tendo em vista que os constituintes: Espatulenol, ascaridol, carvacrol, p-cimeno e entre outros são compostos majoritários presentes na família *Chenopodiaceae* e possuem sua ação antifúngica reportada na literatura (PEREIRA et al., 2017; YAMAMOTO-RIBEIRO et al., 2013; XAVIER et al., 2016).

Além disto, os óleos essenciais são conhecidos por seu caráter hidrofóbico, o que facilita sua interação com estruturas lipídicas, aumentando a permeabilidade celular, provocando danos irreversíveis à célula e consequentemente aos microorganismos (ALMEIDA et al., 2012). O que justifica ainda mais os resultados do óleo essencial com as folhas de *C. ambrosioides* frente ao fungo fitopatogênico *S. sclerotiorum* (XAVIER et al. 2016; SILVA et al., 2018).

4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que, o óleo essencial de folhas de *C. ambrosioides* possui atividade antifúngica satisfatória *in vitro* contra *S. sclerotiorum*, um fungo patogênico que causa danos a muitas plantas de interesse econômico. Os resultados da atividade biológica provavelmente se originam do sinergismo dos compostos que constituem o óleo essencial das folhas de *C. ambrosioides*. Faz-se necessário, portanto, estudos mais criteriosos para melhor se observar a inibição do óleo essencial em maiores

concentrações.

5 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Departamento de Química dos Produtos Naturais por contribuírem com nosso trabalho.

REFERÊNCIAS

ALAM, A., TRIPATHI, A., SHARMA, V., & SHARMA, N. (2017). **Essential oils: a novel consumer and eco-friendly approach to combat postharvest phytopathogens.** *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 11(1), 1-16.

ALMEIDA, L. F. D., CAVALCANTI, Y. W., CASTRO, R. D., & LIMA, E. O. (2012). **Atividade antifúngica de óleos essenciais frente a amostras clínicas de *Candida albicans* isoladas de pacientes HIV positivos.** *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 14(4), 649-655.

DILDEY, O. D. F., BARBIAN, J. M., GONÇALVES, E. D. V., BROETTO, L., ETHUR, L. Z., KUHN, O. J., & BONETT, L. P. (2014). **Inibição do crescimento *in vitro* de *Sclerotinia sclerotiorum*, causador de mofo branco, por isolados de *Trichoderma* spp.** *Revista Brasileira de Biociências*, 12(3), 132-136.

FONSECA, M. C. M., LEHNER, M. S., GONÇALVES, M. G., PAULA JÚNIOR, T. J., SILVA, A. F., BONFIM, F. P. G., & PRADO, A. L. (2015). **Potencial de óleos essenciais de plantas medicinais no controle de fitopatógenos.** *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 17(1), 45-50.

LORENZI, H., MATOS, F. J., & FRANCISCO, J. M. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas.* Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 576p.

PEREIRA, D. G., SEDIYAMA, T., REIS, M. S., CRUZ, C. D., GOMES, J. L. L., & TEIXEIRA, R. C. (2012). **Avaliação da severidade do oídio [*Erysiphe difusa* (U. Braun & S. Takam)] em genótipos de soja, em condições de campo.** *Revista Caatinga*, 25(3), 25-30.

SILVA, E. A. J., SILVA, V. P., ALVES, C. C. F., ALVES, J. M., SOUCHIE, E. L., & BARBOSA, L. C. A. (2018). **Chemical composition of the essential oil of *Psidium guajava* leaves and its toxicity against *Sclerotinia sclerotiorum*.** *Semina: Ciências Agrárias*, 39(2), 865-874.

TRINDADE, R. C. P.; FERREIRA, E. S.; GOMES, I. B.; SILVA, L.; SANT'ANA, A. E. G.; BROGLIO, S. M. F.; SILVA, M. S. **Extratos aquosos de inhame (*Dioscorea rotundata* Poirr.) e de mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.) no desenvolvimento da lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797).** *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 17, n. 2, p. 291-296, 2015

XAVIER, M. N., ALVES, J. M., CARNEIRO, N. S., SOUCHIE, E. L., SILVA, E. A. J., MARTINS, C. H. G., AMBROSIO, M. A. L. V., EGEEA, M. B., ALVES, C. C. F., & MIRANDA, M. L. D. (2016). **Composição química do óleo essencial de *Cardiopetalum calophyllum* Schlttdl. (Annonaceae) e suas atividades antioxidante, antibacteriana e antifúngica.** *Revista Virtual de Química*, 8(5), 1433-1448.

AUXINAS: ASPECTOS GERAIS E UTILIZAÇÕES PRÁTICAS NA AGRICULTURA

Dablieny Hellen Garcia Souza

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
UNIOESTE,
Marechal Cândido Rondon – PR

Daiane Bernardi

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
UNIOESTE,
Marechal Cândido Rondon – PR

Jussara Carla Conti Friedrich

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
UNIOESTE,
Marechal Cândido Rondon – PR

Luciana Sabini da Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
UNIOESTE,
Marechal Cândido Rondon – PR

Noéle Khristinne Cordeiro

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
UNIOESTE,
Marechal Cândido Rondon – PR

Norma Schlickmann Lazaretti

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
UNIOESTE,
Marechal Cândido Rondon – PR

RESUMO: A auxina é considerada um hormônio vital a planta, sendo sintetizada em locais de crescimento ativo, atuando no desenvolvimento e diferenciação celular. Foi o primeiro hormônio vegetal descoberto, sendo sua primeira

evidência relatada no ano de 1980. No grupo das auxinas existem alguns hormônios endógenos, entre eles o mais abundante é o ácido indolil-3-*acético* (AIA). Muitos fatores podem controlar o nível de auxina nas plantas, como o estado nutricional e fatores ambientais. As auxinas já possuem espaço no mercado e seu uso vem contribuindo com a resolução de problemas na agricultura, como enraizamento de estacas e o desbaste de frutos. Esse fitormônio merece atenção especial nos estudos da fisiologia vegetal, pois apresenta grande importância em diversos processos fisiológicos da planta.

PALAVRAS-CHAVE: Hormônios de plantas, Propagação vegetal, Fisiologia Vegetal.

ABSTRACT: The auxin is considered a vital hormone to the plant, being synthesized in places of active growth, acting in the cellular development and differentiation. It was the first plant hormone discovered, being its first evidence related to the year 1980. In the auxin group there are some endogenous hormones, among them the most abundant is indolyl-3-acetic acid (AIA). Many factors can control the level of auxin in plants, such as nutritional status and environmental factors. The auxins already have space in the market and its use has contributed to the problems' resolutions in agriculture, like rooting of cuttings and the thinning of fruits. This phytohormone deserves

special attention in studies of plant physiology, since it has great importance in the physiological processes of the plant.

KEYWORDS: Plants' hormones, plant propagation, plant physiology.

1 | INTRODUÇÃO

As plantas se ajustam em resposta as condições ambientais (sejam essas favoráveis ou não). Esse estímulo ambiental é referido como um sinal fisiológico, que enviado para um receptor fará uma transdução para desencadear uma resposta celular. Geralmente, os receptores agem devido a uma modificação da atividade de proteínas ou empregando moléculas de sinalização intracelular chamados de mensageiros secundários, entre esses estão os hormônios (TAIZ et al., 2017).

O crescimento e o desenvolvimento das plantas são controlados por substâncias orgânicas naturais, denominadas fitormônios, as quais são sintetizadas em pequenas concentrações e em determinadas regiões das plantas, sendo distribuídas para diferentes órgãos, nos quais exercem suas funções inibindo ou estimulando processos fisiológicos e ou bioquímicos vitais. Substâncias com efeitos similares aos de fitormônios podem ser sintetizadas em laboratório e são denominados reguladores de crescimento ou fitorreguladores (RESENDE et al., 2001).

Os hormônios foram descobertos separadamente e ainda se realizam estudos quanto ao detalhamento de questões como o seu mecanismo de ação, seu local de produção, a sua conjugação, sua interação com outros hormônios, entre outros (FERREIRA; TROJAN, 2015).

A maioria dos hormônios são sintetizados em tecidos sendo altamente específicos e capazes de controlar o desenvolvimento vegetal, devido sua ação promover diversos efeitos. Essas substâncias naturais ou sintéticas podem ser aplicadas diretamente nas plantas, em folhas, frutos e sementes, provocando alterações nos processos vitais e estruturais, com a finalidade de incrementar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita (CAMPOS; ONO; RODRIGUES, 2009).

Tradicionalmente, cinco grupos, ou classes, de hormônios vegetais, têm recebido maior atenção são eles, auxinas, citocininas, etileno, ácido abscísico e giberelinas (ALMEIDA et al., 2015). Entre os fitormônios citados a auxina tem se destacado, sendo sintetizadas em locais de crescimento ativo das plantas, como meristemas, gemas axilares e folhas jovens, bem como em folhas adultas. A auxina foi o primeiro fitormônio descoberto, considerado vital a planta (KERBAUY, 2012).

O grupo das auxinas influencia em vários aspectos do desenvolvimento e crescimento vegetal, como a divisão celular, expansão e alongamento celular, diferenciação celular, abscisão foliar, desenvolvimento do eixo caulinar, formações dos primórdios foliares e fitoalexia, formação do gancho apical, desenvolvimento de frutos e flores e desenvolvimento radicular (PEDROSO et al., 2016).

A concentração de auxina em tecidos vegetais como em raízes, promove o crescimento dessas, sendo uma técnica utilizada para produção de mudas (BASTOS et al., 2006). Esse hormônio também pode atuar no crescimento vegetal, ativando enzimas que agem sobre constituintes das ligações entre as microfibrilas de celulose da parede celular, causando a ruptura e o aumento da plasticidade, facilitando a entrada de água nas células e aumentando suas dimensões (CAMPOS et al., 2008).

O deslocamento desse hormônio dentro dos vegetais é lento, através das células do parênquima do floema, sendo polar ou unidirecional, ou seja, ocorre das extremidades apicais da planta em direção ao sistema radicular (SORACE et al., 2007; SILVA, 2014).

Tendo em vista a importância desse hormônio no desenvolvimento vegetal, o objetivo dessa revisão é reunir informações sobre auxina, bem como esclarecer seus efeitos e aplicações agronômicas.

2 | HISTÓRICO

Os fitormônios foram sendo descobertos e relatados aos poucos, mesmo com a existência e produção destes na planta, eles não foram identificados ao mesmo tempo. A medida que os hormônios foram estudados observou-se diferentes repostas na planta, que variam com a espécie, fase de desenvolvimento, parte da planta, concentração (balanço hormonal), interação entre os hormônios conhecidos bem como condições ambientais (FERREIRA; TROJAN, 2015).

O primeiro hormônio vegetal descoberto foi a auxina, e os primeiros estudos fisiológicos sobre o mecanismo de expansão celular foram a partir desse hormônio (VIEIRA et al., 2010). Suas primeiras evidências foram relatadas no ano de 1880 por Charles Darwin e seu filho, Francis, que estudaram a curvatura de plântulas de gramíneas em resposta a iluminação unilateral, movimento denominado fototropismo (KERBAUY, 2012), informação relatada no livro “The power of movement in plants”.

Eles usaram como objeto de pesquisa plântulas de alpiste (*Phalaris canariensis*), uma gramínea, observando o seu crescimento no escuro. Os coleótilos das gramíneas emergem do solo e são fototróficos, crescem em direção à luz. Pai e filho fizeram inúmeros experimentos para encontrar a região sensível dos coleótilos. Deste modo, pode-se perceber que algum tipo de sinal era produzido no ápice, deslocando-se até a zona de crescimento, promovendo um crescimento mais rápido (TAIZ; ZEIGER, 2004; SCHWAMBACH; SOBRINHO, 2014).

Segundo Schwambach e Sobrinho (2014), em seu experimento, quando realizado a cobertura da ponta dos coleótilos com papel à prova de luz, as plântulas deixavam de se curvar em casos de incidência unilateral de luz. Com os coleótilos livres as plântulas cresciam, em caso de iluminação só de um lado, em direção à fonte de luz. Com a remoção do ápice dos coleótilos, a plântula não somente deixava de se

curvar em direção à luz, quando exposta unilateralmente, mas também parava de crescer. Concluindo assim que a região de crescimento fica abaixo do coleóptilo e deduziram que alguma substância devia se deslocar do coleóptilo para baixo até o sítio de crescimento.

A “influência transmissível”, proposta por Darwin, foi comprovada através de um teste chamado “teste de curvatura do coleóptilo” feito por Frits W. Went em 1928 (FLOSS, 2011), onde foram utilizadas plântulas de aveia, que mostraram que a curvatura era proporcional à quantidade de substância promotora de crescimento (KERBAUY, 2012).

Sabe-se que a auxina descoberta por Went foi o ácido indolil-3-*acético* (AIA). Entretanto, as plantas apresentam três compostos com estruturas parecidas com o AIA, que causam as mesmas respostas, sendo assim, considerados auxinas. Entre eles estão ácido 4-cloroindolacético, encontrado em sementes jovens de leguminosas, o ácido fenilacético que é mais abundante do que o AIA em vegetais, porém menos ativo e o ácido indolbutírico (IBA), que foi descoberto por último (FERREIRA; TROJAN, 2015).

3 | PRINCIPAIS HORMÔNIOS ENDÓGENOS QUE COMPÕEM ESTE GRUPO

As auxinas são hormônios endógenos com grande diversidade de efeitos fisiológicos sobre os vegetais e são utilizadas comercialmente em função de cada interesse econômico, que se busca no fenótipo de plantas cultivadas (HERRERA; ONO; LEAL, 2004).

No grupo das auxinas existem os hormônios de produção endógena, ou seja, aqueles sintetizados na própria planta, sendo o AIA o mais abundante, entretanto dependendo da espécie, idade da planta, estação do ano e condições das quais a planta se desenvolve, outras auxinas naturais podem ser encontradas (KERBAUY, 2012).

O AIA é a auxina principal de várias plantas. Essas substâncias têm em comum a capacidade de atuar na expansão e no alongamento celular, ajudando também na divisão celular em cultura de tecidos, principalmente no enraizamento (FERREIRA; TROJAN, 2015). Essa é sintetizada principalmente no meristema apical e em folhas jovens, tendo como tipo de transporte polar, a partir do meristema apical até as extremidades da raiz (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Essa forma de auxina pode ser degradada por meio da foto-oxidação e pela oxidação enzimática realizada pelo sistema AIA oxidase, que é um complexo enzimático responsável pela degradação do ácido indol acético (IAA), fazendo com que essa degradação regule a taxa hormonal endógena na planta (RODRIGUES; LEITE, 2004).

Outras auxinas podem ser encontradas, como um análogo do AIA, o ácido indolil-3-butírico (AIB), este, segundo pesquisas recentes pode atuar como uma

auxina, podendo ser ele próprio ou uma forma de armazenamento de AIA, já que por mecanismo de oxidação que ocorre nos peroxissomos, este composto pode converter em AIA livre (KERBAUY, 2012).

Existem diversas aplicações práticas para o uso de auxinas endógenas como reguladores. A promoção de raízes é influenciada por essa, porém nem todas as espécies respondem da mesma forma aos mesmos tipos de auxinas, sob as mesmas concentrações, assim, há a necessidade de estudos que avaliem as respostas dessas para cada espécie e eventualmente suas cultivares. (DIAS; ONO; RODRIGUES, 2011).

4 | PRINCIPAIS REGULADORES VEGETAIS QUE COMPÕEM O GRUPO DAS AUXINAS

O termo auxina é usualmente empregado para caracterizar substâncias de ocorrência natural nas plantas quanto substâncias sintéticas responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento vegetal, sendo que as auxinas sintéticas (sintetizadas em laboratórios) são denominadas de “Substâncias reguladoras do crescimento vegetal”, enquanto o termo “Hormônio” ou “Fitormônio” são utilizados para as substâncias naturalmente encontradas nas plantas (MERCIER, 2004).

A auxina natural mais abundante é o AIA, no entanto podem ser encontradas, análogos clorados do AIA, como o ácido 4-doroindolil- 3-acético (4- cloro AIA), o ácido fenilacético e o ácido indolil-3- butírico (AIB) (MERCIER, 2004).

Dentre os reguladores vegetais mais utilizados na agricultura está o ácido indol-butírico (AIB) (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTGAL, 2005), que estimula a iniciação radicular na produção de mudas promovendo aumento da porcentagem de estacas viáveis e a uniformidade do enraizamento, características estas que possibilitam a redução do tempo de permanência das estacas na fase de produção de mudas (DUTRA et al., 2012).

No grupo das auxinas sintéticas, encontram-se muitas das substâncias que causam respostas fisiológicas comuns ao AIA, como o ácido a-naftalenoacético (a-ANA), o ácido 2,4- didorofenoxiacético (2,4-D), o ácido 2,4, S-tridoro- fenoxiacético (2,4, S- T), o ácido 2-metoxi-3,6- didorobenzóico (dicamba) e o ácido 4-amino-3, S, S-tricloropicolínico (picloram) (MERCIER, 2004).

O ácido naftalenoacético (ANA) apresenta grande importância agrícola, sendo utilizada em diversas técnicas para o enraizamento de culturas, principalmente por meio dos processos de estaquia e alporquia (MERCIER, 2004), já o 2,4-D, o picloram e o dicamba que são muito usados como reguladores do crescimento e herbicidas na horticultura e na agricultura (TAIZ et al., 2017).

5 | SÍNTESE E DISTRIBUIÇÃO DE AUXINAS NAS PLANTAS

Segundo Taiz e Zeiger (2004) a síntese de substâncias reguladoras de crescimento e hormônios vegetais auxínicos está relacionada aos tecidos com rápida divisão celular e crescimento, principalmente nas partes aéreas.

Os principais locais de síntese são os tecidos meristemáticos de órgãos aéreos das plantas, como gemas em brotamento, folhas jovens, flores ou inflorescências de hastes florais em crescimento, sendo que a concentração de auxina pode variar bastante de um tecido para outro, encontrando-se concentrações mais elevadas geralmente nos tecidos onde a auxina é sintetizada e armazenada (MEYER et al., 1983).

A maioria dos tecidos vegetais tem a capacidade de produzir níveis baixos de AIA (TAIZ; ZEIGER, 2004). As auxinas naturais são produzidas também no pólen, no endosperma e no embrião de sementes em desenvolvimento, e a polinização promove o estímulo inicial para o crescimento do fruto (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Segundo Ljung et al. (2005), além dos órgãos aéreos, os meristemas apicais das raízes também são locais importantes para a síntese de auxinas, especialmente à medida que as raízes atingem a maturidade e se alongam, no entanto ainda permaneçam dependentes, na maior parte, da auxina sintetizada na parte aérea para o seu crescimento. Por essa razão, a manutenção das folhas nas estacas herbáceas e semilenhosas é necessária para a produção inicial de assimilados, auxiliando na formação de brotos e gemas que irão intensificar a síntese de carboidratos e de auxina (ROSA et al., 2017).

O aminoácido triptofano é considerado o precursor do fitormônio auxina, responsável principalmente pela diferenciação e alongamento das células da raiz e parte aérea das plantas (ABREU et al., 2017).

O transporte através do parênquima ocorre de forma basípeta (translocação pelo floema no sentido folha-raiz), atingindo as regiões mais basais da planta onde estão as regiões de crescimento e iniciação (PERES; KERBAUY, 2000).

6 | FATORES QUE CONTROLAM O NÍVEL ENDÓGENO NAS PLANTAS

Diversos fatores podem controlar o nível endógeno de auxina nas plantas. Diferentes concentrações de micronutrientes como o zinco, promovem a formação do precursor da auxina, o aminoácido triptofano, que irá conseqüentemente produzir ácido indolacético, enquanto o manganês atua como ativador da enzima AIA-oxidase e o boro aumenta a atividade desta AIA-oxidase, promovendo deste modo, a regulação dos níveis endógenos de Auxina na planta (CASTRO; SANTOS; STIPP, 2012).

Fatores ambientais como a presença da luz nas raízes podem ocasionar a redução dos teores endógenos de AIA, assim como o acúmulo de fenóis e seus subprodutos que inibem o crescimento da raiz (ASSIS; TEIXEIRA, 1998).

As plantas possuem ainda mecanismos próprios para inativação deste hormônio, como a taxa de síntese. Um mecanismo é a inibição temporária pela formação de conjugados de auxina, nos conjugados, sendo chamados também de auxinas ligadas, o grupamento de carboxilas do AIA é ligado de maneira covalente com outras moléculas formando derivados (SALISBURY; ROSS, 2012; TAIZ et al., 2017).

Reações como a oxidação pelo O_2 e a perda do grupamento carboxila como CO_2 nas plantas podem levar a ocorrência da inibição do AIA. Outra forma de degradação ocorre em monocotiledôneas e dicotiledôneas, neste caminho o grupamento carboxila do AIA não é retirado, porém o carbono 2 do anel heterocíclico é oxidado para formar o ácido oxindole-3-acético (KERBAUY, 2008; SALISBURY; ROSS, 2012).

7 | MODO DE AÇÃO

As auxinas são reguladores de crescimento vegetal que atuam sobre o alongamento celular, este hormônio após ser aplicado na planta promove o acúmulo de cálcio no citoplasma, levando a síntese de etileno e acidificação da parede celular, o etileno produzido promove a formação de celulases na parede celular e devido ao turgor da célula, ocorre alongação celular (MACHADO et al., 2006).

As proteínas ABP1 e TIR1 são, de acordo com pesquisas, as possíveis proteínas receptoras da auxina. A ABP1 está localizada no retículo endoplasmático e no apoplasto, próximo à membrana plasmática, e por não possuir regiões hidrofóbicas, acredita-se que ela se associa a outra proteína da membrana plasmática para realizar a propagação de sinal para o interior da célula. A proteína TIR1, por sua vez, está envolvida no mecanismo de ação da auxina, e em relação os caminhos de transdução de sinal da auxina, ou seja, atua como receptor da auxina (COSTA, 2015; MERCIER, 2004).

Independente dos receptores e rotas de transdução de sinal, a aplicação de auxina pode alterar a expressão de genes em tecidos e órgãos vegetais, sendo que estas respostas podem ser detectadas em minutos ou em poucas horas. Os genes envolvidos nesse tipo de resposta são conhecidos como genes de resposta primária (MERCIER, 2004).

8 | EFEITOS FISIOLÓGICOS

A auxina possui efeito positivo sobre o aumento do volume de raízes e massa seca da planta, uma vez que ao aumentar o teor de auxina, o alongamento celular também ocorre, e isto se deve ao fato de que este hormônio acidifica a parede celular, levando a distensão das paredes celulares pelo enfraquecimento das ligações de hidrogênio entre os polissacarídeos e os componentes da parede celular, resultando na entrada de água e consequente expansão celular (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Além da acidificação da parede celular e seu consequente afrouxamento, a auxina é responsável pela indução de outros processos relacionados ao crescimento celular, como o aumento na absorção de solutos osmóticos e atividade de enzimas relacionadas à biossíntese de polissacarídeos de parede, além de também ser capaz de induzir a síntese de outros hormônios que atuam no crescimento, como o ácido giberélico (AG) (KERBAUY, 2008).

Segundo Taiz et al. (2017), a auxina atua na regulação do desenvolvimento do pelo radicular, que por meio do transportador de auxina ABCB4 em *Arabidopsis* sp., promove emergência do pelo por meio da manutenção das concentrações intracelulares de auxina.

Segundo Ori (2006), as auxinas é o único grupo de reguladores vegetais capazes de otimizar a formação dos primórdios radiculares, sendo as auxinas produzidas na parte aérea, o principal fator responsável pela formação de raízes naquelas plantas que apresentam predisposição ao enraizamento.

Segundo Kerbauy (2008), além do crescimento celular, as auxinas também estão envolvidas no controle da diferenciação celular. De acordo com Taiz et al. (2017), este hormônio é utilizado para dar início a xilogênese nas culturas celulares de *Zinnia elegans*, ou seja, cultura celular derivada do mesófilo, que pode ser induzida a diferenciar-se prontamente a partir de células maduras do parênquima, em xilema.

Outro processo que possivelmente a auxina esteja envolvida, é na definição da filotaxia vegetal. A filotaxia é a disposição das folhas em torno do caule vegetal, a qual apresenta diferentes padrões, e estudos sugerem que o transporte e acúmulo de AIA no meristema apical caulinar definem o padrão de filotaxia vegetal (KERBAUY, 2008).

9 | EXEMPLOS DE UTILIZAÇÕES PRÁTICAS NA AGRICULTURA

As auxinas podem ser utilizadas na propagação vegetal por meio de estacas, especificamente no enraizamento das mudas. Segundo Peña-Baracaldo et al. (2018), o AIA é um hormônio natural promotor de raízes adventícias. As auxinas mais utilizadas no enraizamento de espécies vegetais são o ácido indolil-3-*acético* (AIA), o ácido Indol Butírico (AIB), o ácido naftaleno acético (ANA) e o ácido 2-4 diclorofenoxiacético devido sua grande eficiência comprovada na indução da formação das raízes (PIMENTA et al., 2014). Tanto AIB quanto ANA não causam toxidez nas plantas em um amplo leque de concentrações, além disso estimulam o enraizando de várias espécies (HARTMANN et al., 2002).

Trabalhos realizados por Castrillón et al. (2008) verificaram que o AIB obteve melhor desempenho no enraizamento de estacas de 'Agraz' (*Vaccinium meridionale*), quando comparado ao ácido indolacético (IAA). Para um enraizamento eficiente não basta apenas aplicar auxina, deve-se aplicar a quantidade correta deste regulador de crescimento vegetal. Segundo Taiz et al. (2017), as raízes necessitam de uma

concentração mínima de auxina para crescer, muito menor do que a necessária para promover o alongamento celular de caules e coleótilos.

Estudos realizados por Vidala et al. (2009) por exemplo, avaliaram o efeito de concentrações de AIB (0, 250, 500, 1000 e 1500ppm) em estacas de *Eucryphia glutinosa* e constataram que os melhores resultados ocorreram na concentração de 500ppm AIB, com 56,5% de enraizamento.

Segundo Pimenta et al. (2014), no método de propagação por alporquia é necessário um enraizamento satisfatório, sendo então, necessário a utilização de substâncias promotoras de enraizamento, como as auxinas. Em estudo com a espécie *Cnidocolus quercifolius* Pohl. (faveleira), comumente utilizada na recuperação de áreas degradadas, alimentação animal e humana e entre outras, utilizando extrato aquoso de *Cyperus rotundus* L. (tiririca), espécie rica em AIB, foi possível obter resultados que afirmam que o extrato de tiririca influenciou positivamente no enraizamento da faveleira.

Segundo Usui (2001) o 2,4-D possui elevada atividade auxínica, manifestando menor atividade sobre as gramíneas devido diferenças nos sítios de ligação do regulador e induzem também a síntese de etileno.

Algumas auxinas possuem efeito herbicida como, 2,4-D (em concentrações baixas) e ANA (em concentrações elevadas), estas descontrolam a divisão celular, induzem à formação de calos e o alongamento dos tecidos podendo assim ocasionar a morte da planta (TU; HURD; RANDALL, 2001).

O desbaste químico de frutos é uma técnica que pode ser utilizada a fim de diminuir a competição entre drenos, melhorando as características dos frutos que não raleados, uma vez que estes irão receber maior quantidade de metabólitos secundários, aprimorando seu desenvolvimento (MOREIRA et al., 2012).

Segundo Moreira et al. (2013), a prática do raleio químico emprega a aplicação de fitorreguladores nos frutos, o qual irá estimular a produção de etileno, promovendo a abscisão dos frutos de forma controlada. Para este fim pode-se utilizar o ácido naftalenacético, a auxina sintética conhecida como ANA, a qual irá estimular a produção de etileno no fruto, quando aplicada em doses mais altas, gerando a abscisão do fruto.

Pode-se afirmar que este hormônio auxilia de forma fundamental os profissionais da área agrônoma na compreensão de seus mecanismos de funcionamento, benefícios econômicos e ecológicos em plantas cultivadas (DAHLKE; LUETHEN; STEFFENS, 2010).

REFERÊNCIAS

ABREU, J. S.; RUFINO, C. A.; VIEIRA, J. F.; LEOPOLDO, L. M. B. Recobrimento de sementes de algodão com zinco: efeitos imediatos e após armazenamento. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 29, n. 1, p. 116-126, 2017.

ALMEIDA, E. M.; DIJKSTRA, D.; RIBEIRO, F. N.; SOUSA, R. M.; ZANATA, F. A.; MACHADO, A. S.; RIOS, A. D. F. O uso de reguladores de crescimento vegetal em plantas forrageiras. **Nutritime**,

Viçosa, v. 12, n. 5, p. 4302-4308, 2015.

ASSIS, T. F.; TEIXEIRA, S. L. Enraizamento de plantas lenhosas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**, Brasília: Embrapa SPI/ Embrapa CNPH, 1998, p. 261-296.

BASTOS, D. C.; PIO, R.; FILHO, J. A. S.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P.; GALUCHI, T. P. D.; BAKKER, S. T. Propagação de pitaya 'vermelha' por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, 2006.

CAMPOS, M. F.; ONO, E. O.; BOARO, C. S. F.; RODRIGUES, J. D. Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. **Biotemas**, v. 21, n. 3, p. 54-63, 2008.

CAMPOS, M. F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Desenvolvimento da parte aérea de plantas de soja em função de reguladores vegetais. **Revista Ceres**, v. 56, n. 1, p. 74-79, 2009.

CASTRILLÓN, J.; CARVAJAL, E.; LIGARRETO, G.; MAGNITSKIY, S. El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de. agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) en diferentes sustratos. **Agronomía Colombiana**, v. 26, n. 1, p. 16-22, 2008.

CASTRO, P. R. C.; SANTOS, V. M.; STIPP, S. R. Nutrição vegetal e biorregulação no desenvolvimento das plantas. **Informações Agronômicas nº 139**, 2012.

COSTA, C. T. **Genes relacionados a auxinas e rizogênese adventícia em *Arabidopsis***. 2015. 131 f. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Molecular) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

DAHLKE, R.; LUETHEN, H.; STEFFENS, B. An auxin receptor for fast responses at the plasma membrane. **Plantas Signaling & Behavior**, v. 5, n. 1 p. 1-3, 2010.

DIAS, J. P. T.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. IBA e carboidratos no enraizamento de brotações procedentes de estacas radicais de *Rubus Spp.* **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 3, p. 6-671, 2011.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de copaíba sob diferentes níveis de sombreamento e substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 321-329, 2012.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005, 221 p.

FERREIRA, B. Z.; TROJAN, D. G. Hormônios de plantas: uma prospecção sobre suas descobertas e aplicações. **TechnoEng**, Ponta Grossa, v. 1, n. 11, p. 1-48, 2015.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê**. 5.ed. Passo fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo, 2011, 734 p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7.ed. Saddle River: Prentice Hall, 2002, 880 p.

HERRERA, T. I.; ONO, E. O.; LEAL, F. P. Efeitos de auxina e boro no enraizamento adventício de estacas caulinares de louro (*Laurus nobilis* L.). **Biotemas**, Florianópolis, v. 17, n. 1, p. 65-77, 2004.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008, 431 p.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 431 p.

LJUNG, K.; HULL, A. K.; CELENZA, J.; YAMADA, M.; ESTELLE, M.; NORMANLY, J.; SANDBERG, G. Sites and regulation of auxin biosynthesis in Arabidopsis roots. **The Plant Cell**, v. 17, n. 4, p. 1090-1104, 2005.

MACHADO, R. F.; BARROS, A. C. S. A.; ZIMMER, P. D.; AMARAL, A. S. Reflexos do mecanismo de ação de herbicidas na qualidade fisiológica de sementes e na atividade enzimática em plântulas de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 151-160, 2006.

MERCIER, H. Auxinas. In: KERBAUY, G. B. (ed.) **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: Editora Guanabara Koogan S.A, 2004. p. 217-249.

MEYER, B. S.; ANDERSON, D.; BOHNING, R.; FRATIANNE, D. **Introdução à fisiologia vegetal**. 2. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1983, 710 p.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; CRUZ, M. C. M.; ARAÚJO, N. A. Rentabilidade do raleio químico em tangerinas 'Ponkan'. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 15-23, 2013.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; SILVA, F. O. R.; COSTA, A. C. Qualidade de tangerinas 'Ponkan' em função da regularidade no raleio químico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 303-309, 2012.

ORI, S. S. **Influência das auxinas no desenvolvimento e no teor de carboidratos solúveis, amido e proteína total solúvel em *Phalaenopsis amabilis* (Lineu) Blume (Orchidaceae) cultivada *in vitro***. 2006. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2006.

PEÑA-BARACALDO, F. J.; CHAPARRO-ZAMBRANO, H. N.; SIERRA, A.; RODRÍGUEZ, J.; CABEZAS-GUTIÉRREZ, M. Effect of different substrates and auxins on rooting of *Leucadendron* sp. (Proteaceae). **Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica**, v. 21, n. 2, p. 1-9, 2018.

PEDROSO, L.; BERTOLDO, J. L.; MARCHI, B. de A.; CRUZ, R. M. S. da.; SOUZA, B. C. de.; LERMEN, C.; ALBERTON, O. Avaliação dos fitorreguladores auxina e giberelina na germinação e crescimento do arroz. **Arquivos de ciências veterinárias e zootecnia**, Umuarama, v. 19, n. 4, p. 241-245, 2016.

PERES, L. E. P.; KERBAUY, G. B. Controle hormonal do desenvolvimento das raízes. **Universa**, v. 8, p. 181-195, 2000.

PIMENTA, M. A. C.; ARRIEL, E. F.; SANTOS, D. R.; SANTOS, Y. M.; LUCENA, E. O. Clonagem por alporquia de *Cnidioscolus quercifolius* Pohl. utilizando auxina natural. **Revista Verde**, Mossoró, v. 9, n. 2, p. 83-94, 2014.

RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; FLORI, J. E. Produtividade e qualidade de bulbos de alho em diferentes doses de paclobutrazol e períodos de frigidificação. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 6, p. 1343-1350, 2001.

RODRIGUES, T. J. D.; LEITE, I. C., **Fisiologia vegetal: hormônios das plantas**. Jaboticabal: Funep, 2004, 78 p.

ROSA, G. G. R.; ZANANDREA, I.; MAYER, N. A.; BIANCHI, V. J. Propagação de porta-enxerto de *Prunus* spp. por estaquia: efeito do genótipo, do estágio de desenvolvimento do ramo e tipo de estaca. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 64, n. 1, p. 90-97, 2017.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia de plantas**. 4.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012, 776 p.

SCHWAMBACH, C.; SOBRINHO, G. C; **Fisiologia vegetal: introdução as características, funcionamento e estruturas das plantas e interação com a natureza**. 1.ed. São Paulo: Érica, 2014, 190

p.

SILVA, R. C. **Produção vegetal processos, técnicas e formas de cultivo**. São Paulo: Érica, 2014, 630 p.

SORACE, M; FARIA, R. T; YAMAMOTO, L. Y; SCHNITZER, J. A; TAKAHASHI, L. S. A. Influência de auxina na aclimatização de *Oncidium baueri* (Orchidaceae). **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 195-200, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 786 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 858 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4.ed. Sunderland: Sinauer Associates Publishers, 2006, 764 p.

TU, M.; HURD, C.; RANDALL, J. M. **Weed control methods handbook: tools and techniques for use in natural areas**. Arlington: The Nature Conservancy, 2001, 218 p.

USUI, K. Metabolism and selectivity of rice herbicides in plants. **Weed Biology and Management**, v. 1, p. 137-146, 2001.

VIDALA, M.; DELGADO, P.; DELGADO, J. Efecto del ácido indolbutírico en la capacidad rizogénica de estacas de *Eucryphia glutinosa*. **Bosque**, v. 30, n. 2, p. 102-105, 2009.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J. S. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luis: Edufma, 2010, 230 p.

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PORTÁTIL DE ALIMENTAÇÃO PARA UM LASER APLICADO EM ANÁLISES BIOSPECKLE LASER EM PROCESSOS AGROPECUÁRIOS

José Eduardo Silva Gomes

Universidade Federal de Lavras (UFLA),
Departamento de Engenharia
Lavras – MG

Roberto Alves Braga Junior

Universidade Federal de Lavras (UFLA),
Departamento de Engenharia
Lavras – MG

Dione Weverton dos Reis Araújo

Universidade Federal de Lavras (UFLA),
Departamento de Engenharia
Lavras – MG

Igor Veríssimo Anastácio Santos

Universidade Federal de Lavras (UFLA),
Departamento de Engenharia
Lavras – MG

RESUMO: O fenômeno do *biospeckle* laser tem sido amplamente empregado como instrumento para determinar e avaliar a atividade em material biológico ou mesmo não biológico. Nas ciências agrárias esta técnica já foi aplicada na realização de vários trabalhos que avaliaram sementes, folhas, solos, sêmen animal, dentre outros. Nestas análises, o laser precisa fornecer uma iluminação constante, estável e de baixa potência para não alterar as características do objeto em estudo, sendo uma das limitações até o momento para sua adoção fora de laboratórios

de óptica e de forma portátil. Neste trabalho, a estabilidade da intensidade do laser de diodo é avaliada em função da qualidade do sinal de corrente contínua fornecido pela fonte de alimentação do laser, na busca de uma solução portátil. Utilizando um equipamento de aquisição de dados com alta taxa de amostragem e um sensor fotodetector, foram realizados ensaios que comprovaram a estabilidade de um laser de diodo quando ligado à sua fonte de alimentação original. Em seguida, foi conectado o mesmo laser a uma bateria e um regulador/limitador de tensão e corrente, e os resultados obtidos demonstraram que o laser avaliado apresentou uma estabilidade luminosa superior ao da fonte original. Desta forma, conclui-se que o laser de diodo avaliado pode ser alimentado por baterias recarregáveis para aplicações portáteis do *Biospeckle Laser* (BSL).

PALAVRAS-CHAVE: *Biospeckle Laser*, Estabilidade, Portabilidade.

EVALUATION OF STABILITY AND DEVELOPMENT OF A PORTABLE POWER SUPPLY SYSTEM FOR A LASER APPLIED IN BIOSPECKLE LASER ANALYSIS IN AGRICULTURAL PROCESSES

ABSTRACT: The biospeckle laser phenomenon has been widely used as an instrument to determine and evaluate the activity in biological

and non-biological materials. In agricultural sciences this technique has been used in several studies that assessed seeds, leaves, soil, animal semen, among others. In these analyzes, the laser needs to provide constant, stable and low-power illumination in order to avoid changing the characteristics of the object being studied, being one of the limitations so far for its adoption outside optical laboratories and its usage in portable devices. In this work, the diode laser intensity stability is evaluated in function of the direct current signal quality provided by the laser's power supply, in search of a portable solution. A data acquisition (DAC) device with high sampling rate and a photodetector were used, laboratory tests have proven the diode laser stability when connected to its original power supply. Then the same laser was connected to a battery and a voltage and current regulator/limiter, and the obtained results showed that the evaluated laser presented a greater luminous stability than the original power supply. Therefore, it is concluded that the evaluated diode laser can be powered by rechargeable batteries for Biospeckle Laser portable applications (BSL).

KEYWORDS: Biospeckle Laser, Stability, Portability.

1 | INTRODUÇÃO

Desde que foram criados em 1960 os LASERs (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, ou seja, amplificação da luz por emissão estimulada de radiação) têm sido utilizados em diversas aplicações. A tecnologia laser vem sendo largamente utilizada em experimentos com materiais biológicos para análises nos setores de agricultura, veterinária e medicina (PINHEIRO et al., 2017).

A técnica do *biospeckle* é um exemplo de uso do laser em materiais biológicos, sendo conhecida especialmente pela sua capacidade de obtenção da atividade em tecidos, como resultado do padrão de interferência dinâmico gerado pela iluminação desses materiais pelo laser (BOTEGA, 2009). O *biospeckle* ou *speckle* laser dinâmico tem sido amplamente empregado como instrumento para determinar e avaliar a atividade em material biológico ou mesmo não biológico. Nas ciências agrárias esta técnica já foi aplicada na realização de vários trabalhos que avaliaram sementes, folhas, solos, sêmen animal, dentre outros (RABAL e BRAGA, 2008).

Duas características importantes dos lasers estão relacionadas à forma de emissão da luz e à potência de saída. Quanto à forma de emissão, os lasers podem ser classificados como de iluminação contínua ou pulsante e em relação à sua intensidade de emissão como de baixa, média e alta potência. Nas análises *Biospeckle Laser* (BSL) o laser precisa fornecer uma iluminação constante, estável e de baixa potência para não alterar as características do objeto de estudo (RABAL e BRAGA, 2008).

O primeiro objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade da intensidade de iluminação de um laser de emissão contínua, em baixa potência utilizado em análises do BSL. Com o levantamento destes dados, o segundo objetivo foi testar um sistema de alimentação para o laser usando uma bateria que tenha um desempenho melhor

ou, pelo menos, igual ao da fonte de alimentação original com retificador de corrente alternada para contínua, visando o desenvolvimento de sistemas portáteis para análises *Biospeckle Laser* em campo.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados os seguintes equipamentos: Laser semiconductor de baixa potência Laserline LRM-03/635 S com comprimento de onda de 635nm (vermelho) e potência de saída de 3,0mW; Sensor Fotodetector Optron Det550 com saída analógica de 0 a 10V e ajuste de sensibilidade; Sistema de aquisição de dados (DAQ) National Instruments NI USB-6008 com 8 entradas analógicas (AI), 2 saídas analógicas (AO), 12 entradas/saídas digitais (DIO), resolução de entrada de 11 bits e taxa de amostragem máxima de 10kS/s; Ambiente de desenvolvimento gráfico LabVIEW 2014; Conversor DC-DC FabioConversores DC/DC Step Down 04 com entrada DC 6V até 38V, saída ajustável 1,5V até 36V e amperagem ajustável de 0 a 5A; Bateria Estacionária UNIPOWER UP1270SEG tipo chumbo-ácido de 12V de tensão nominal e 7A/h de capacidade nominal; Multímetro Agilent U1253B e cabo U1173A para medição de CA eficaz, com registro de dados e software Agilent Data Logger.

Para a fonte de alimentação original, a estabilidade da intensidade de iluminação do laser foi avaliada em função da qualidade do sinal de corrente contínua, fornecido pela fonte ao diodo laser, e do sinal de corrente alternada, fornecido pela concessionária de energia elétrica. Foram realizados 10 ensaios e registrados os dados das tensões na rede elétrica (127Vac), na saída da fonte de alimentação e no sensor fotodetector por 10 minutos.

Para o sistema com bateria a estabilidade foi avaliada em função da qualidade dos sinais de corrente contínua medidos nas saídas da bateria e do regulador/limitador de tensão. Foram realizados 10 ensaios e registrados os dados das tensões na bateria, na saída do regulador DC-DC e no sensor fotodetector por 10 minutos.

Para a aquisição dos dados um computador foi conectado ao DAQ e através do software LabVIEW as informações foram registradas de forma precisa e com alta taxa de amostragem (1000S/s). Os dados coletados foram carregados em planilhas no software Microsoft Excel. A partir destas planilhas foram extraídos os valores de tensão máximos e mínimos, e calculadas as médias e os desvios padrão de cada ensaio, para os dados com o laser ligado à fonte original e para os dados com o laser ligado à bateria.

Os diagramas apresentados nas figuras 1(a) e 1(b) a seguir ilustram as configurações experimentais montadas para realizar os ensaios do laser ligado à fonte original e à bateria com o regulador.

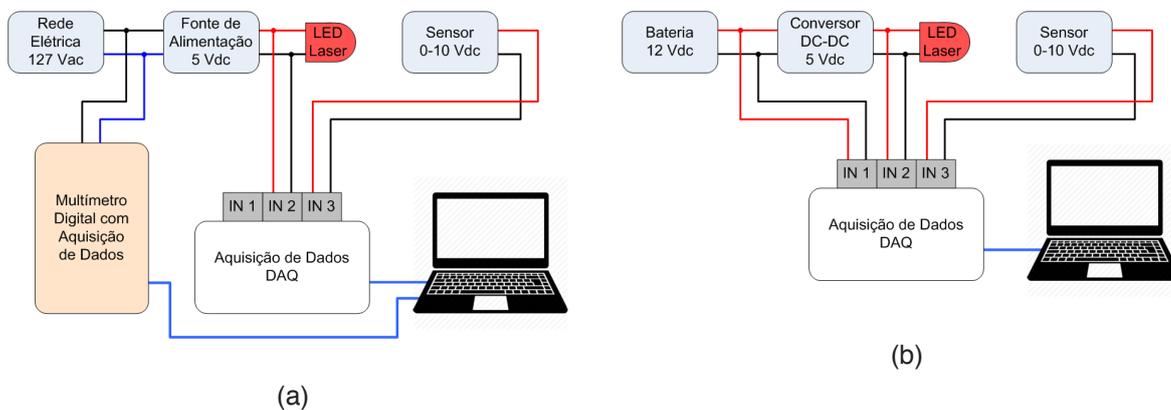


FIGURA 1. Configurações experimentais com o (a) laser ligado à fonte original. (b) laser ligado à bateria e conversor DC-DC.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação da fonte de alimentação original do laser observou-se que ela apresenta picos de tensão de curta duração. Foi verificada outra fonte de mesmo modelo, fabricada na mesma época e constatou-se o mesmo problema. Isto pode ser uma característica própria ou um defeito de projeto e deve ser verificado. Porém foi observado que estes picos não provocam mudanças significativas na intensidade luminosa registrada pelo fotodetector. A Tabela 1 abaixo apresenta as médias e os desvios padrão de cada ensaio com o laser ligado à fonte original.

	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5	Ensaio 6	Ensaio 7	Ensaio 8	Ensaio 9	Ensaio 10
Tensão na Rede										
Média	128,374	127,981	128,418	128,130	127,756	127,544	127,488	127,145	127,074	127,116
Desvio Padrão	0,2021	0,1179	0,1085	0,0914	0,2845	0,1381	0,1054	0,2019	0,1140	0,2252
Tens. na Fonte										
Média	5,2309	5,2311	5,2313	5,2312	5,2319	5,2309	5,2318	5,2314	5,2314	5,2315
Desvio Padrão	0,1521	0,1528	0,1545	0,1544	0,1563	0,1550	0,1568	0,1563	0,1564	0,1569
Tens. no Sensor										
Média	5,1851	5,1747	5,1509	5,1889	5,2064	5,1744	5,1812	5,2149	5,2149	5,2174
Desvio Padrão	0,0262	0,0153	0,0157	0,0130	0,0109	0,0148	0,0171	0,0111	0,0104	0,0100

Tabela 1. Valores médios e desvios padrão das tensões na rede elétrica, na saída da fonte e na saída do sensor fotodetector com o laser ligado à fonte original, em volts (V).

Com o uso da bateria constatou-se uma maior estabilidade na tensão de alimentação do laser, mas a variação da intensidade luminosa medida no sensor se

manteve em torno de 0,27%. A Tabela 2 abaixo apresenta as médias e desvios padrão de cada ensaio com o laser ligado à bateria.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tens. na Bateria										
Média	12,9576	12,9548	12,9456	12,8703	12,9660	12,9543	12,8985	12,9552	12,9660	12,9642
Desvio Padrão	0,00415	0,00415	0,01772	0,00477	0,00462	0,00829	0,00674	0,00477	0,00471	0,00415
Tens. no Regul.										
Média	5,2033	5,2031	5,2031	5,2044	5,2037	5,2030	5,2054	5,2038	5,2037	5,2036
Desvio Padrão	0,0146	0,0145	0,0146	0,0143	0,0145	0,0146	0,0142	0,0145	0,0145	0,0146
Tens. no Sensor										
Média	5,3985	5,3412	5,3319	5,7062	5,4766	5,3366	5,7313	5,6323	5,4879	5,4206
Desvio Padrão	0,0134	0,0112	0,0095	0,0210	0,0171	0,0099	0,0241	0,0197	0,0160	0,0086

Tabela 2. Valores médios e desvios padrão das tensões na bateria, na saída do regulador de tensão e na saída do sensor fotodetector com o laser ligado à bateria, em volts (V).

Nas figuras 2(a) e 2(b) observam-se, respectivamente, os desvios padrão dos ensaios realizados com o laser ligado à fonte original e à bateria com o regulador. Um menor valor de desvio padrão indica que o sinal observado é mais estável.

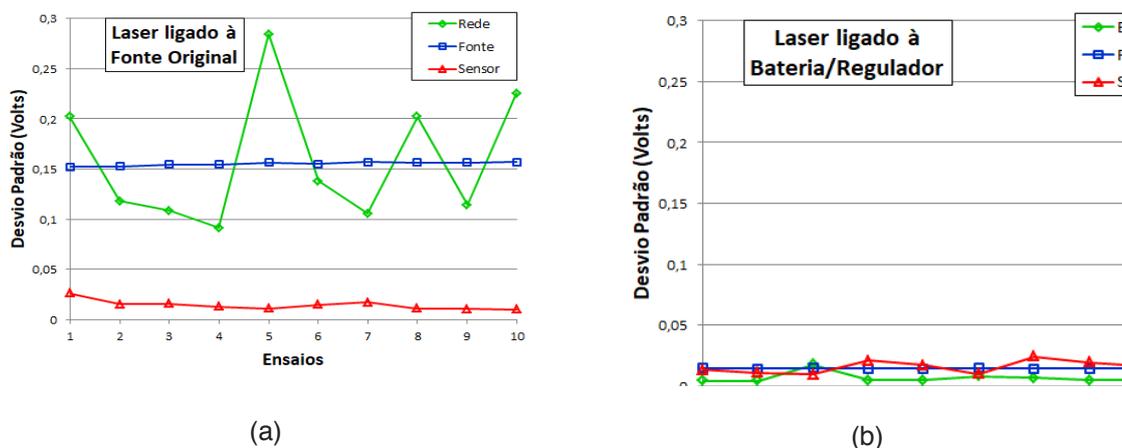


Figura 2. Desvios padrão: (a) Laser ligado à fonte original. (b) Laser ligado à bateria.

4 | CONCLUSÕES

Os ensaios realizados, conforme a metodologia descrita, comprovaram a estabilidade da intensidade luminosa do laser avaliado quando ligado à sua fonte de alimentação original. Com o mesmo laser conectado a uma bateria e um regulador/limitador de tensão e corrente, os resultados obtidos demonstraram que o laser apresentou uma estabilidade luminosa equivalente ao da fonte original. No que se refere à estabilidade da intensidade luminosa, conclui-se que o laser de diodo avaliado pode ser alimentado por baterias recarregáveis para aplicações portáteis de análises *Biospeckle Laser* (BSL).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) pela infraestrutura e apoio às atividades de pesquisa. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

- BOTEGA, J. V. L. **Viabilidade de métodos óticos para identificação de conteúdo de água de folha de cafeeiros**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Lavras (UFLA). MG, 2009. 99 p.
- BOYLESTAD, R. L.; NASHELSKY L. **Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos**. 11^a ed. Pearson, 2013.
- BRAGA, R. A. Challenges to Apply the Biospeckle Laser Technique in the Field. **Chemical Engineering Transactions**, v. 58, p. 577, 2017.
- BRAGA, R. A.; RIVERA, F. P.; MOREIRA, J. **A practical guide to biospeckle laser analysis: theory and software**. Lavras: Ed. UFLA, 2016.
- CATUNDA, T.; PATAIA, A.; ROMERO, A.; SARTORI, J.; NUNES L. A. O. Laser de Semicondutor Visível: um Instrumento Didático de Baixo Custo. Revista **Brasileira de Ensino de Física**, v.20, n.3, 1998.
- CHAVES, M. J. **Desenvolvimento de uma Metodologia para Análise do Biospeckle Laser com Portabilidade, Acessibilidade e Robustez**. Tese de mestrado. Universidade Federal de Lavras (UFLA). MG, 2011. 92 p.
- PINHEIRO, A. L. B.; ALMEIDA, P. F.; SOARES, L. G. P. Princípios fundamentais dos lasers e suas aplicações, p. 815-894. **Biotecnologia Aplicada à Agro&Indústria**, vol. 4. São Paulo: Blucher, 2017.
- RABAL, H. J.; BRAGA JUNIOR, R. A. **Dynamic laser speckle and applications**. New York: CRC, 2008. 272 p.
- REIS R. O. **Influência da Intensidade do Laser nos Mapas de Atividade do Biospeckle**. Tese de mestrado. Universidade Federal de Lavras (UFLA). MG, 2015. 123 p.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TEORES DE GORDURA NA ELABORAÇÃO DE PÃO SOVADO

Pâmela Malavolta da Fontoura Pignatari

Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

Fabíola Insaurriaga Aquino

Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

Patrícia Radatz Thiel

Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

Fabrizio da Fonseca Barbosa

Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

Márcia Arocha Gularte

Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, o pão se popularizou no século dezenove com a chegada dos colonizadores portugueses, mas apenas no século vinte se tornou um alimento essencial na mesa do brasileiro. (RAMOS, 2008). Ramos (2008) acredita que a panificação é uma das artes culinárias mais antigas e que não se sabe ao

certo o ano de descoberta, mas acredita-se que os pães eram produzidos de farinha misturada de um fruto de uma árvore chamada carvalho, este pão era achatado duro e seco.

Os ingredientes utilizados na elaboração do pão sovado, assim como no pão francês são basicamente farinha de trigo, água, fermento e cloreto de sódio. Apesar da boa aceitação por consumidores de diferentes classes sociais, esse produto apresenta bastante variabilidade em suas características, devido principalmente, às mudanças nos ingredientes e nas proporções utilizadas, aos tipos de equipamentos usados no processamento e as condições de tempo e temperatura de fermentação e cozimento, resultando em produtos com qualidade variável.

Pode-se também adicionar-se à massa: banha, manteiga, margarina, gordura e óleo, atuando como principal lubrificante da massa, contribuindo para dar sabor, cor, textura, além de aumentar a vida útil do produto a ser estocado. O aumento do volume depende fundamentalmente da qualidade do glúten. O glúten de melhor qualidade absorve mais água e aumenta mais do que aquele de qualidade inferior. Desta maneira, para ter maior qualidade na produção de pães pode-se realizar alguns testes, dentre eles o teste de sedimentação, também chamado de Teste de Zeleny que tem

por finalidade determinar a qualidade e a quantidade de glúten através do volume de sedimentação da amostra de farinha. Outro parâmetro de comparação, é o parâmetro chamado de “valor de sedimentação específico”, que representa a razão entre o valor de sedimentação obtido experimentalmente com o teor de proteínas da farinha (normalmente determinado por Kjeldahl).

O glúten é uma proteína muito importante no preparo de alimentos que necessitam de crescimento. Na tecnologia do trigo, o glúten tem importância quanto às propriedades de coesividade-elasticidade da massa panificável. (SGARBIERI, 1996) A elasticidade do glúten hidratado é devida principalmente à glutenina por sua resistência a ruptura, que por sua vez se dá devido à sua estrutura e peso molecular. (SGARBIERI, 1996)

Com base no exposto, o trabalho teve como objetivo medir a sedimentação do glúten em diferentes farinhas de trigo, seguido da produção de pão sovado com diferentes teores de gordura, a fim de analisar a qualidade, textura e volume, respectivamente.

2 | METODOLOGIA

2.1 Teste de sedimentação

Pesou-se 3,2 g de farinha e colocou-se em proveta, adicionando-se 50 mL de solução I (4 mg de bromofenol/litro de água destilada), onde agitou-se vigorosamente durante 5 minutos. Após, adicionou-se 25 mL de solução II (0,5 equivalente grama de ácido lácteo/litro de solução de álcool isopropílico a 20 %), onde agitou-se vigorosamente durante 5 minutos e após deixou-se a proveta repousar por 5 minutos.

2.2 Determinação do teor de glúten:

Foi transferido 10 g de farinha para um béquer adicionando-se 5,5 mL de NaCl 2 %, onde homogeneizou-se a amostra com espátula até obter-se uma massa uniforme. O glúten foi obtido pela lavagem da massa com solução de NaCl a 2 %, regulando-se a bureta para gotejar lentamente a solução. Colocou-se a massa sobre a palma de uma das mãos e deixou-se a mesma receber as gotas que caíam da bureta. Com os dedos da outra mão, trabalhou-se a massa para que esta fosse lavada de forma uniforme. Nesta etapa, manteve-se a massa sempre agregada para evitar a perda de partículas. Prosseguiu-se até verificar-se que a solução de NaCl a 2 % não mais adquirisse coloração esbranquiçada ao passar pela massa. Eliminou-se o excesso de água comprimindo o glúten entre duas placas de vidro, onde antes de cada compressão, secou-se a superfície das placas de vidro. A operação foi repetida até verificar-se o não umedecimento da placa após a compressão da massa. Então, a massa de glúten úmido foi medida (pesada) e calculou-se o percentual existente.

2.3 Elaboração de pães com diferentes teores de gordura:

Inicialmente foi higienizado todo material, incluindo as bancadas e as mãos, utilizando água e detergente seguido de álcool 70 %. O procedimento seguinte foi pesar todos os ingredientes. Em seguida, misturaram-se em cima da mesa os ingredientes secos a farinha de trigo, sal, açúcar e fermento biológico, incorporando a água aos poucos, até tornar-se a massa lisa e homogênea, passou-se a massa por cilindro elétrico por 20 vezes, a fim de retirar os bolsões de ar. Produziram-se quatro pães com teores de gorduras diferentes (zero, 2 %, 4 % e 6 %). Modelou-se o produto, e acondicionou-se em forma de alumínio, deixou-se descansando por 30 minutos. Após dobrar de tamanho, levou-se ao forno pré-aquecido a 180 °C, por 40 minutos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teste de sedimentação:

Os valores de sedimentação obtidos experimentalmente para as farinhas de trigo 1 e 2 podem ser visualizados na Tabela 1 abaixo.

Classificação	Farinha 1	Farinha 2
Sedimentação (mL)	22	26

Tabela 1. Valores obtidos no teste de sedimentação

Com base na Tabela 1, a farinha 2 apresentou maior valor de sedimentação quando em comparação com a farinha 1. Nesta análise observou-se um erro na sedimentação da farinha 1, a mesma não ficou bem homogênea, dificultando a leitura. Os valores de sedimentação situam-se na faixa de 20 a 50, tendo 35 mL como referência para aumento ou diminuição da força do trigo. (GUARIENTI, 1996) Foi possível observar que a força do glúten apresentado pelas farinhas 1 e 2 são consideradas fracas, devido a baixa presença de glúten em relação à uma farinha comercial e por estar muito próxima a 20 mL.

3.2 . Determinação do teor de glúten:

Os valores obtidos no teste de glúten das farinhas de trigo 1 e 2 podem ser visualizados na Tabela 2 abaixo.

Classificação	Farinha 1	Farinha 2
Glúten úmido (%)	17,5	13,8

Tabela 2. Quantidade de glúten presente na farinha 1 e na farinha 2

Considerando as porcentagens de glúten presentes nas farinhas de trigo 1 e 2 pode-se observar que a farinha de trigo 1 apresentou maior quantidade de glúten quando comparado com a farinha 2. Neste sentido, foi escolhido a farinha de trigo 1 para desenvolver os pães com diferentes porcentagens de gordura.

3.3 Elaboração de pães com diferentes teores de gordura:

A farinha de trigo é o componente estrutural da massa e constitui o ingrediente fundamental para a obtenção do pão, possui proteínas gliadina e glutenina, com características funcionais únicas, capazes de formar uma rede, o glúten. A formação deste sistema coloidal complexo ocorre durante o amassamento ou batimento da massa, na qual as proteínas absorvem uma quantidade de água e interagem para a formação da rede de glúten. A água e o sal atuam também como solvente e plastificante e permitem que, durante o processo de cozimento do pão, ocorra o fenômeno de gelatinização do amido.

Sabe-se que estes componentes são responsáveis pelas características viscoelásticas consideradas importantes na elaboração de massas alimentícias. (GUTKOSKI & NETO, 2009).

Na Tabela 3, pode-se visualizar o resultado do volume dos pães, juntamente com a porcentagem da perda de peso após o assamento dos pães.

Gordura (%)	Volume específico (cm ³)	Perda de peso (%)
Zero	2,49	4,92
2	2,42	8,06
4	2,45	6,45
6	2,37	3,75

Tabela 3. Resultados obtidos para volume e perda de peso a partir de diferentes teores de gordura

Foi possível observar que os pães com zero e 4 % de gordura obtiveram maiores volumes, onde o pão com zero de gordura apresentou miolo com alvéolos de tamanhos variados. A mão do manipulador pode ter interferido no resultado final do processo, como afirma Griswold (1972) que melhores resultados são obtidos quando o glúten é desenvolvido inteiramente pela manipulação e pelo sovar, o mesmo manipulador sovou as duas formulações que obtiveram maior volume. A força exercida, tempo de sova, temperatura da mão, energia gerada e forma de manuseio da massa são fatores que podem influenciar no resultado final do produto, pois quando feitos de maneira incorreta podem causar injúria no gluten.

Este fato está de acordo com Kilcast (2003), o mesmo, citou que a mistura da massa de pão, em particular, o nível de energia transmitida é parte importante integrante do desenvolvimento da massa. É bem conhecido que o aumento do nível de energia transmitida para a massa durante a mistura aumenta o volume do pão e a maciez do miolo. (KILCAST, 2003).

O resultado observado no pão com 2 % de gordura, maior perda de peso entre as formulações, ocupando volume maior apenas que o pão de 6 %, contraria o trabalho de Stauffer (1998), que analisando os efeitos das gorduras nos pães, concluiu que gorduras em produtos panificados estão bem relacionados. Pães sem qualquer tipo de gordura tendem a ficar duros e necessitam, pelo menos, 3 % dela para obter maciez.

Assim como, Griswold (1972), o mesmo afirma que a gordura hidrogenada exerce um efeito benéfico sobre a qualidade do pão branco. O volume e a textura do pão melhoram a medida que se aumenta a quantidade de gordura hidrogenada para 4 %, não se observando nenhuma vantagem em adicionar teores maiores que este nível.

O pão com 6 % de gordura apresentou crescimento maior em relação ao pão com 2 % de gordura, porém teve a menor perda de volume após assado. A massa estava com grânulos antes e após a cocção, a camada interna continha bolhas de ar e sem uniformidade, fato esperado devido ao excesso de gordura na formulação. A gordura em excesso nos pães não ajuda a fazer as ligações do amido, deixando o sistema coloidal prejudicado. Segundo Griswold (1972), quando 6 % da gordura é usada, o volume começa a diminuir e a textura torna-se pesada e gordurosa.

Um estudo de consumo mostrou que um aumento na banha de 3 % para 5 % não influenciou significativamente nas preferências. A gordura hidrogenada causa uma mudança no sabor do pão, que é, geralmente, considerada agradável. A melhoria na maciez da crosta, do miolo, bem como do volume do pão que contém gordura hidrogenada, é com frequência atribuída ao efeito lubrificante da gordura sobre a massa, especialmente sobre cordões de gluten. (GRISWOLD, 1972).

A literatura recomenda 2 % de gordura, no entanto até 4 % apresenta características de pão agradável, podendo não ser adicionado gordura, já que a gordura não faz parte dos ingredientes básicos do pão, o que acarretaria numa economia, ocasionando um pão com menor valor agregado. (GRISWOLD, 1972).

4 | CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que existe diferença na quantidade de glúten presente entre as farinhas de trigo brancas comercializadas. Na produção de pães com teores de gordura diferentes foi observado que diferentes fatores podem estar relacionados na obtenção do pão com boa qualidade. Escolher uma farinha de boa qualidade, com maior quantidade de glúten presente, formulação adequada e forma de manipular a massa podem interferir na qualidade do produto final.

REFERÊNCIAS

GRISWOLD, R. M. **Estudo experimental dos alimentos**. Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional - USAID. Rio de Janeiro - 1972.

GUARIENTI, E. M. **Qualidade Industrial do Trigo**. 2ª ed. Passo Fundo, RS: Embrapa-CNPT, 1996.

GUTKOSKI, L. C.; JACOBSEN, N. R. Procedure to laboratory test of breadmaking: from bread type. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32 n. 5, p. 873-979, set./out. 2002.

KILCAST, D. **Texture in food**. Boca Raton: CRC Press; Cambridge: Woodhead, 2v. 2003.

RAMOS, M. **O pão nosso de cada dia**. Disponível em: <http://drauzio.wordpress.com/2008/05/17/o-pao-nosso-decada-dia-maria-ramos> Acesso em: 07 jul. 2018.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**. São Paulo: Editora livraria Varela, 1996.

STAUFFER, C. E. Fats and oils in bakery products. **Cereal Foods World**, St. Paul, v.43, n.3, p.120-126, 1998.

AValiação DA RESISTENCIA TÊNsil E FRIABILIDADE DE UM SOLO CONSTRUÍDO EM RECUPERAÇÃO APÓS MINERAÇÃO DE CARVÃO

Mateus Fonseca Rodrigues

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – Rio Grande do Sul

Thais Palumbo Silva

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Lucas Silva Barbosa

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – Rio Grande do Sul

Lizete Stumpf

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – Rio Grande do Sul

Luiz Fernando Spinelli Pinto

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – Rio Grande do Sul

Eloy Antonio Pauletto

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – Rio Grande do Sul

Pablo Miguel

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – Rio Grande do Sul

RESUMO: O trabalho tem como objetivo avaliar a resistência tênsil de agregados e a friabilidade de um solo construído em recuperação sob diferentes plantas de cobertura há 15 anos, após a mineração de carvão. O estudo foi realizado em uma área de mineração de carvão localizada em Candiota/RS. O experimento foi instalado

em novembro de 2003 em parcelas de 20m². As espécies vegetais avaliadas foram a *Hemarthria altíssima*, o *Paspalum notatum* cv. Pensacola, o *Cynodon dactylon* cv. Tifton e a *Urochloa brizantha*. A amostragem de solo foi realizada em abril de 2018, foram coletadas 48 amostras de solo para a determinação de atributos físicos do solo construído. Para avaliação da RT, as amostras foram destorroadas manualmente, para não provocar a compactação ou a ruptura dos agregados, totalizando 960 amostras. As espécies de poáceas reduziram a resistência tênsil dos agregados do solo construído significativamente na camada superficial, sendo a espécie *Hemarthria altíssima* a mais eficiente no processo de melhoria da qualidade estrutural do solo construído.

ABSTRACT: The objective of this work is to evaluate the tensile strength of aggregates and the friability of a soil constructed under recovery different cover crops 15 years ago, after coal mining. The study was conducted in a coal mining area located in Candiota/RS. The experiment was installed in November 2003 in plots of 20m². The evaluated plant species were *Hemarthria altíssima*, o *Paspalum notatum* cv. Pensacola, o *Cynodon dactylon* cv. Tifton e a *Urochloa brizantha*. Soil sampling was performed in April 2018, and 48 soil samples were collected to determine the physical

attributes of the built soil. To evaluate the TS, the samples were manually dislodged, not to cause the compaction or the rupture of the aggregates, totaling 960 samples. The Poaceae species reduced the tensile strength of the soil aggregates significantly constructed in the superficial layer, being the *Hemarthia altissima* species the most efficient in the process of improving the structural quality of the built soil.

1 | INTRODUÇÃO

O carvão mineral é o combustível fóssil em maior disponibilidade no mundo, com reservas que se aproximam de 860 milhões de toneladas, de acordo com a World Coal Association, as quais estão distribuídas em 75 países. A demanda por energia ao nível mundial até 2035 exigirá o crescimento da operação de usinas em cerca de 35% (PIRES & HOLTZ, 2016).

A atividade de remoção do carvão, principalmente pela mineração superficial ou a céu aberto, traz problemas ambientais e grandes proporções, pois o solo e o subsolo são removidos por escavação de grandes proporções, proporcionando mudanças permanentes na topografia e nas estruturas geológicas (SHRESTHA & LAL, 2011), pois envolve a movimentação de grandes volumes de solo e de rochas (ZHANG et al., 2010; MUKHOPADHYAY et al., 2013). Os estéreis originados da extração do carvão retornam a cava aberta pela mineração, onde são nivelados e recobertos pelo solo superficial, retirado da frente de lavra do carvão, constituindo o chamado “solo construído”.

A recuperação das áreas degradadas pela mineração tem sido realizada pela utilização de plantas de cobertura, a fim de minimizar os efeitos da compactação do solo e da erosão, promover o acúmulo de matéria orgânica, o desenvolvimento da fauna do solo e a ciclagem de nutrientes (JOSA et al., 2012).

A avaliação da qualidade estrutural dos solos submetidos a manejos diferenciados tem sido realizada por meio de atributos como densidade, porosidade, distribuição de tamanho de agregados estáveis em água e diâmetro médio ponderado dos agregados, resistência tênsil (RT) e a friabilidade (F), avaliação das curvas de compressão e grau de compactação (REIS et al., 2014).

A RT de agregados do solo é utilizada como indicadora do impacto do manejo na qualidade do solo, em resposta aos processos físicos e mecânicos que ocorrem com o uso do solo. A RT é definida como o estresse ou força por unidade de área requerida para fraturar os agregados do solo, quando submetidos a uma pressão (FERREIRA et al., 2011).

A F é outro indicador da qualidade estrutural e física do solo, que indica a tendência de uma massa de solo a se desfazer em agregados de tamanhos menores sob aplicação de um estresse ou carga (BAVOSO et al., 2010).

Essas variáveis têm sido utilizadas para possibilitar a adoção de práticas de

manejo economicamente viáveis e ecologicamente menos degradantes em solos agrícolas, entretanto é necessário analisar as respostas dessas variáveis aos processos de recuperação de solos construídos em áreas de mineração (REIS et al., 2014).

O presente estudo, portanto teve como objetivo avaliar a resistência tênil de agregados e a friabilidade de um solo construído em recuperação sob diferentes plantas de cobertura há 15 anos, após a mineração de carvão.

2 | METODOLOGIA

O experimento foi instalado na área de mineração de carvão de Candiota/RS (Figura 1), pertencente à Companhia Rio Grandense e Mineração (CRM), em novembro/dezembro de 2003, em parcelas de 20 m² (5m x 4m) em um delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com quatro repetições.



Figura 1. Localização da área de mineração de carvão da Companhia Riograndense de Mineração (CRM) no município de Candiota-RS.

As principais etapas envolvidas no processo de extração do carvão a céu aberto e a posterior recomposição topográfica da área minerada abrangem a remoção dos horizontes A, B e/ou C do solo original e das rochas, seguido da extração dos bancos de carvão. Na cava aberta para extração do minério, depositam-se os estéreis (mistura de rochas e carvão não aproveitados), que são aplainados por tratores de esteira durante a recomposição topográfica da área e que recebem, posteriormente, uma camada de solo retirada da área pré-minerada, sendo o solo classificado como um Argissolo Vermelho Eutrófico típico.

Os tratamentos avaliados foram: T1 – *Hemarthia altissima*, T2 – *Urochloa brizantha*, T3 – *Cynodon dactylon* e T4 – *Paspalum notatum*, sendo utilizado como tratamento testemunha uma área com solo construído sem plantas de cobertura adjacente à área experimental e uma área com solo natural sem ter passado pelo processo de mineração.

Em abril de 2018 a amostragem do solo foi realizada nas camadas de 0,00 – 0,10 e 0,10 – 0,20 m. Foram coletadas 2 amostras de solo com estrutura não preservada por tratamento, totalizando 48 amostras (uma amostra x duas camadas de solo x quatro blocos x seis tratamentos), que em laboratório foram destorroadas manualmente em seus pontos de fraqueza e secas ao ar, para determinar a resistência tênsil de agregados (RT).

Para avaliação da RT, as amostras foram destorroadas manualmente nos planos de clivagem, para não provocar a compactação ou a ruptura dos agregados, foram utilizados 960 amostras (20 agregados x duas camadas de solo x quatro blocos x seis tratamentos).

Para a determinação da RT, utilizou-se um atuador eletrônico linear a uma velocidade constante de 4 mm/s (MA 933 fabricado pela empresa Marconi LTDA). Antes da aplicação da força, cada agregado foi mensurado quanto a massa e aferido com um paquímetro digital, obtendo-se o diâmetro a partir de sua altura, sua largura e seu comprimento. Após os ensaios, os agregados foram secos em estufa a 105° C por 24 h, determinando-se a umidade gravimétrica, conforme Embrapa (1997). Cada agregado foi acomodado na posição mais estável, para a aplicação da carga de 20 kgf. O valor da força aplicada para ruptura tênsil do agregado foi registrado em um sistema eletrônico de aquisição de dados, sendo a RT calculada conforme Dexter & Kroesbergen (1985):

$$RT = 0,576 \left(\frac{P}{D^2} \right)$$

em que 0,576 representa a constante de proporcionalidade, refletindo a relação entre o estresse compressivo aplicado e o estresse tênsil gerado no interior do agregado; P é a força aplicada (N) e D é o diâmetro efetivo (mm).

O diâmetro efetivo dos agregados (D) foi calculado conforme Watts & Dexter (1998), sendo:

$$D = Dm \left(\frac{M}{M_0} \right)^{\frac{1}{3}}$$

em que Dm o diâmetro médio do agregado (mm), M a massa do agregado individual (g) e M0 a massa média dos agregados na população (g).

A friabilidade do solo foi estimada pelo método do coeficiente de variação, proposto por Watts & Dexter (1998):

$$F = \frac{\sigma_y}{Y} \pm \frac{\sigma_y}{Y\sqrt{2n}}$$

em que F é a friabilidade do solo, o desvio padrão dos valores da RT; Y a média dos valores de RT e n, o número de repetições, sendo o segundo termo o erro padrão do coeficiente de variância. A classificação da F, conforme Imhoff et al. (2002): não friável (F<10), ligeiramente friável (F=0,10 a 0,20), friável (F= 0,20 a 0,50), muito friável (F= 0,50 a 0,80) e mecanicamente instável (F>0,80).

Em todos os conjuntos de dados foram realizadas análises de variância considerando p<0,05, e o teste de pelo teste de Tukey.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de resistência tênsil, de friabilidade e sua a classificação para cada tratamento, são apresentados na Tabela 1.

	RT (Kpa)	F	Classificação quanto à F	RT (KPa)	F	Classificação quanto à F
	0,00 – 0,10 m			0,10 – 0,20m		
T1	96,18 ab	0,61	Muito friável	113,02 ab	0,68	Muito friável
T2	89,79 ab	0,52	Muito friável	138,52 a	0,50	Muito friável
T3	95,95 ab	0,64	Muito friável	156,63 a	0,46	Friável
T4	108,10 ab	0,51	Muito friável	134,13 a	0,55	Muito friável
T5	55,61 b	0,49	Friável	48,87 b	0,40	Friável
T6	124,24 a	1,03	Mec. Instável	157,58 a	0,89	Mec. Instável

Tabela 1: Resistência tênsil (RT), friabilidade (F) e a classificação quanto à friabilidade nas camadas de 0,00-0,10m e 0,10-0,20m de um solo construído sob diferentes plantas de coberturas, sem plantas de cobertura e um solo natural em área de mineração de carvão

T1 – *Hemarthia altissima*, T2 – *Urochloa brizantha*, T3 – *Cynodon dactylon* e T4 – *Paspalum notarum*; T5– Solo natural sob vegetação nativa; T6 - solo construído sem planta de cobertura. Médias seguidas da mesma letra na coluna em cada camada não diferem estatisticamente entre si (teste de Tukey, p<0,05).

Observa-se que na camada de 0,00 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m do solo construído, os tratamentos com as diferentes gramíneas (T1 a T4) não apresentaram diferenças entre si e em relação ao T6 (solo construído sem planta de cobertura). Contudo, em relação ao solo natural sob vegetação nativa (T5) a maioria dos tratamentos com gramíneas (T2 a T4) apresentaram valores superiores de RT somente na camada de 0,10 a 0,20 m (Tabela 1).

Importante observar que os valores de RT sob os tratamentos com gramíneas foram menores na camada de 0,00 – 0,10 m (89,79 a 108,10 KPa) em relação à camada de 0,10 -0,20 m (113,02 a 156,63 KPa). Este resultado converge com Stumpf et al (2018), que observaram este mesmo comportamento após 103 meses de cobertura do solo com as mesmas espécies vegetais, atribuindo a redução dos valores de RT da camada mais superficial do solo construído ao sistema radicular das gramíneas.

Em relação à friabilidade, observaram-se em ambas as camadas, que todos os tratamentos foram classificados como muito friáveis, exceto o T3 na camada 0,10 – 0,20m em que foi considerado como friável. A classificação de friabilidade do solo advém da heterogeneidade dos valores de RT, levando em consideração o diâmetro médio dos agregados.

4 | CONCLUSÕES

Após 15 anos de experimento, as espécies de gramíneas melhoraram a estrutura do solo ao romper os agregados altamente compactados devido ao tráfego de máquinas durante o processo de reconstrução do solo. Verificando a diminuição nos valores de resistência tênsil ao longo dos anos, nosso trabalho recomenda adoção dessas espécies vegetais como estratégia para acelerar a recuperação do solo minerado

Em relação a friabilidade, a maioria dos tratamentos atingiram resultados satisfatórios, uma vez que a condição de solo friável é desejável para o desenvolvimento de raízes.

REFERÊNCIAS

BAVOSO, M. A.; GIAROLA, N. F. B.; TORMENA, C. A.; PAULETTI, V. Preparo do solo em áreas de produção de grãos, silagem e pastejo: efeito na resistência tênsil e friabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:227-234, 2010.

DEXTER, A.R. & KROESBERGEN, B. Methodology for determination of tensile strength of soil aggregates. **Journal Agriculture Engineering Research**, 31:139-147, 1985.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA CNPS. 2011, 230p.

FERREIRA, A. O.; SÁ, J. C. M.; GIAROLA, N. F. B.; HARMS, M. G.; MIARA, S.; BAVOSO, M. A.; BRIEDIS, C. & NETTO, C. Q. Variação na resistência tênsil de agregados em função do conteúdo de carbono em dois solos na região dos campos gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 35:437-445, 2011.

JOSA, R.; JORBA, M. & VALLEJO, V. R. Opencast mine restoration in a Mediterranean semiarid environment: Failure of some common practices. **Ecological Engineering**, 42:183-191, 2012.

MUKHOPADHYAY, S.; MAITI, S. K.; MASTRO, R. E. Use of reclaimed mine soil index (RMSI) for screening of tree species reclamation on coal mine degraded land. **Ecological Engineering**, 57:133-142, 2013.

PIRES, A.; HOLTZ, A. Setor elétrico ante a demanda crescente. 2016. Disponível em , setor-elétrico-ante-a-demanda-crescente-imp, 829857. Acesso em ago.2018.

REIS, D. A.; LIMA, C. L. R.; PAULETTO, E. A. Resistência tênsil de agregados e compressibilidade de um solo construído com plantas de cobertura em área de mineração de carvão em Candiota, RS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 38:669-678, 2014.

SHRESTHE, R. K.; LAL, R. Changes in physical and chemical properties of soil after surface mining and reclamation. **Geoderma**, 161:168-176, 2011.

STUMPF, L.; LEAL, O. A.; PAULETTO, E. A.; PINTO, L. F. S.; REIS, D. A.; PINTO, M. A. B.; TUCHTENHAGEN, I. K. Tensile Strength and organic matter fractions in aggregates of a grasscovered mined soil under early stage recovery. **Soil & Tillage Research**, 176:69-76, 2018.

WATTS, C. W. & DEXTER, A. E. Soil friability: Theory, measurement and the effects of management and organic carbon content. **European Journal of Soil Science**, 49:73-84, 1998.

ZHANG, L.; JINMANWANG, W.; BAI, Z.; CHUNJUAN, L. V. Effects of vegetation on runoff and soil erosion on reclaimed land in an opencast coal-mine dump in a loess area. **Catena**, 128:44-53, 2015.

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO MÚSCULO DE TAINHA (*Mugil liza*) PROVENIENTES DE CRIAÇÃO E DE CAPTURA

Alan Carvalho de Sousa Araujo

Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Oceanografia
Rio Grande – RS

Meritaine da Rocha

Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos
Rio Grande – RS

Carlos Prentice- Hernández

Universidade Federal do Rio Grande, Escola de Química e Alimentos
Rio Grande – RS

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi determinar as características apresentadas em filés de tainha (*Mugil liza*) oriundos de cultivo e do ambiente como forma de verificar se ocorre distinção na composição e na qualidade do músculo desses animais. Os espécimes utilizados são oriundos da pesca na Praia do Cassino, no Sul do Brasil, e do cultivo na Estação Marinha de Aquicultura. Os animais foram filetados, embalados e armazenados sob temperatura de refrigeração de $2 \pm 1^\circ\text{C}$. As amostras foram submetidas a análises de composição proximal, rendimento de músculo, pH, textura e cor. A amostra de tainha proveniente do cultivo apresentou maior rendimento de filé (30,78%), enquanto, a da

pesca obteve melhores resultados de cor. Os valores de pH permaneceram abaixo do limite máximo estipulado pela legislação, entre 5,92 e 6,34. Não houve diferença significativa nos teores de proteína e lipídeos entre as amostras. O mesmo comportamento foi observado na textura. A partir das análises de composição proximal e física, pode-se concluir que os exemplares de tainha proveniente de captura apresentaram resultados satisfatórios em comparação a de cultivo.

PALAVRAS-CHAVE: Pescado, Composição, Qualidade.

ABSTRACT: The aim of present work was to determine the characteristics presented in fillets of mullet (*Mugil liza*) originating from culture and the environment as a way to verify if there is a distinction in the composition and quality of the muscle of these animals. The specimens used come from fishing at Praia do Cassino in Southern Brazil, and from the Aquaculture Marine Station. The animals were filleted, packed and stored under refrigeration temperature of $2 \pm 1^\circ\text{C}$. The samples were submitted to analyzes of proximal composition, muscle yield, pH, texture and color. The sample of mullet from the crop presented higher fillet yield (30.78%), while the one from the fishery obtained better color results. The pH values remained below the maximum limit stipulated by

the legislation, between 5.92 and 6.34. There was no significant difference in protein and lipid contents between samples. The same behavior was observed in the texture. From the analyzes of proximal and physical composition, it can be concluded that the specimens of mullet from capture presented satisfactory results in comparison to that of culture.

KEYWORDS: Seafood, Composition, Quality.

1 | INTRODUÇÃO

A tainha *Mugil liza* (Valenciennes, 1836) têm se apresentado como um importante recurso pesqueiro nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. A referida espécie é representante da família Mugilidae ocorrendo desde o Brasil até a Argentina, residindo em águas tropicais e subtropicais mais precisamente em ambientes costeiros e estuarinos (VIEIRA, 1991). Esta espécie em ambiente natural pode medir até 1 metro de comprimento e de 6 a 8 kg de peso vivo (MENEZES e FIGUEREDO, 1985).

Entre 2009 a 2011 a produção total da pesca extrativa no Brasil diminuiu de 71% para 68,9%, respectivamente; a região Nordeste continua sendo responsável pela maior parcela da produção nacional com 186.012,0 t, a região Sul aparece em segundo lugar com 158.515,4 t de pescado, tendo a tainha contribuído com 18.045,9 t (BRASIL, 2011). A atividade pesqueira da tainha é realizada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, através da pesca industrial e artesanal (ARAÚJO & SILVA, 2013), especificamente no Rio Grande do Sul, ocorre na região estuarina e na Lagoa dos Patos (FISCHER et al, 2011). Desde o ano 2000 houve uma intensificação no esforço de pesca sobre esse recurso devido à valorização do seu filé e de sua gônada no mercado externo, o que levou em 2004 a tainha ingressar na lista de espécies sobre exploradas ou ameaçadas de sobre-exploração.

Do ponto de vista da aquicultura, a *M. liza* é uma espécie tolerante a variação de salinidade e temperatura, a alimentação pode ser realizada utilizando rações com baixo teor de proteína o que minimiza os custos de produção (CARVALHO et al, 2010), possuem uma grande rusticidade e fácil manejo, o que possibilita sua utilização na atividade aquícola. Ela também tem hábitos euritérmico, em cativeiro sua sobrevivência pode chegar até 94% quando usada temperaturas entre 20° e 30°C (OKAMOTO et al, 2006) e eurihalinos, pois sobrevive em água doce e água do mar (SAMPAIO et al, 2002). Outro fator que a torna tão visada é a demanda que a sua carne possui e o alto valor de mercado externo de suas gônadas (MIRANDA et al, 2006).

De acordo com dados do IBGE (2015) a aquicultura brasileira continuou crescendo e atingiu um valor de produção de R\$ 4,39 bilhões, com a maior parte oriunda da criação de peixes (69,9%). Esses dados mostram que o estado do Rio Grande do Sul está na 11ª posição entre os demais estados da federação gerando 3,1% da produção de peixes cultivados (IBGE, 2015). Informações sobre a produção aquícola desse recurso ainda não são demonstrados nos bancos de dados dos institutos do país, pois

uma problemática é a larvicultura dessa espécie em cativeiro.

As tainhas apresentam valores nutricionais favoráveis para o seu consumo em todas as etapas de vida do ser humano, além de possuírem ácidos graxos poliinsaturados (MENEZES et al, 2008). Dentre estes estão o ácido acético docosahexaenoico (DHA, C22: 6 n-3) e o ácido eicosapentaenoico (EPA, C20: 5 n-3) que proporcionam muitos benefícios a saúde do ser humano, combatendo doenças cardiovasculares (ARAB-TEHRANY et al, 2012).

Dependendo da época do ano a composição proximal pode variar na tainha. O que afirmam Viana et al (2013), durante um ano de acompanhamento de espécie *Mugil* sp. ocorrentes no estado da Bahia seus teores nutricionais tiveram variações. A composição de lipídeos pode variar dentro de espécies do mesmo gênero, hábito alimentar, fase de desenvolvimento. Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar o comportamento de filés de tainha proveniente de sistemas de criação e da pesca, em função de verificar se ocorrem mudanças na qualidade e composição desse produto.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Aquisição e preparo das amostras

Exemplares de tainha foram obtidas da Pesca com rede de arrasto praticada na Praia do Cassino e do cultivo em sistema de recirculação (RAS) da Estação Marinha de Aquicultura - EMA, localizadas na cidade de Rio Grande, Brasil. Os peixes foram imersos em solução de água e gelo (hipotermia), colocados em caixa isotérmica com gelo e encaminhados ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande. Em laboratório os peixes foram levados para planta processadora onde passaram pelas etapas de lavagem, pesagem, evisceração, filetagem, pesagem, sanitização, embalagem e armazenagem ($2\pm 1^{\circ}\text{C}$).

Relação peso-comprimento e rendimento de músculo

Durante a etapa de preparo dos exemplares foram aferidos o peso total, peso eviscerado, peso de carcaça e peso de filé usando balança automática (DIGIMED, KN 2000, Brasil). Para determinar o rendimento de filé foi adotado a equação 1, a seguir:

$$\text{Equação 1: (\% Rendimento)} = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso do filé}}{\text{Peso total}} * 100$$

Composição proximal

Os teores de umidade, proteínas, lipídios e cinzas foram determinados de acordo com métodos descritos por AOAC (2000). A umidade foi determinada pelo método de secagem em estufa a 105°C por 24 h. O conteúdo de proteínas totais foi determinado

pelo método de Kjeldhal. Os lipídios totais foram avaliados pelo método de Soxhlet. A quantidade de cinzas foi determinada pelo método de calcinação seguido de incineração em mufla a 550°C por 5 h.

Análise físico-química

As medições de pH foram realizadas com auxílio de um potenciômetro digital, usando porção do músculo da tainha homogeneizado em água destilada na proporção de 1:10, de acordo com as Normas Analíticas de IAL (1985). O medidor de pH foi calibrado com soluções tampão (pH 4 e pH 7) a 20° C.

Análises física

As medidas de textura no músculo das tainhas foram analisadas usando o analisador de textura TA-XT plus equipado com uma célula de carga de 10 kg e com uma lâmina de corte tipo guilhotina. Os filés foram cortados em cubos, medindo aproximadamente 25x25x20 mm³. O teste foi realizado em três posições diferentes do músculo. A análise de cor no músculo das tainhas foi realizada com colorímetro Minolta® CR400, e determinada seguindo o sistema de cor no espaço L*a*b* ou CIE-L*a*b*, avaliando L* (luminosidade), a* (+a* é o vermelho e - a* é o verde) e b* (+b* é o amarelo e -b* é o azul). O parâmetro Croma (C*), que indica a cromaticidade ou intensidade de cor da amostra.

Análises estatísticas

Os dados para as análises de composição proximal, físico-química e física são expressos como Média ± DP (n= 3). As diferenças entre as amostras de tainha proveniente de criação e de captura foram avaliadas pela análise de variância (ANOVA) seguido do teste de Tukey usando o software estatístico 7.0. Em todos os casos o nível de significância adotado foi de 5%.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores da composição química do músculo de tainha (*Mugil liza*) de cultivo e do ambiente.

Análise (%)*	Cultivo	Captura
Umidade	74,63 ^b ±0,91	70,66 ^a ±0,33
Cinzas	0,94 ^a ±0,04	1,68 ^b ±0,46
Proteínas	16,06 ^a ±1,02	19,44 ^a ±3,31
Lipídeos	8,37 ^a ±0,85	8,22 ^a ±0,51

Tabela 1: Composição proximal de tainha oriunda de cultivo e de captura.

*Resultado expresso como média ± desvio padrão das triplicatas

Os valores de proteínas e lipídeos dos exemplares de tainha não diferiram entre si ($p > 0,05$). Entretanto os teores de umidade e cinzas se apresentaram significativamente diferentes ($p < 0,05$), tendo a de cultivo maiores conteúdo de umidade e a do ambiente teores de cinzas. Viana et al., (2013) avaliando duas espécies de tainha *Mugil sp* e *Mugil cephalus*, encontraram valores de umidade de 73% e 78,4%, respectivamente. A tainha proveniente do ambiente apresentou 19,44% de proteínas totais, enquanto a de cultivo 16,06%. Em relação a lipídeos, a tainha de cultivo possui maior teor (8,37%). Andrade et al., (2009) avaliando a composição proximal de uma espécie selvagem de tainha (*Mugil sp*), encontraram valores de proteínas e lipídeos de 20,26% e 4,39%, respectivamente, sendo esses valores semelhantes aos encontrados na tainha de captura. A Tabela 2 apresenta os resultados de peso e comprimento dos exemplares, assim como o rendimento de filé. O maior rendimento de filé foi encontrado para a tainha de criação.

Parâmetro/	<i>Mugil liza</i> de Cultivo	<i>Mugil liza</i> de Captura
Amostra		
Tamanho (cm)	22,93 ^a ±0,93	40,92 ^b ±1,35
Peso (g)	137,17 ^a ±14,68	690,95 ^b ±53,53
Rendimento (%)	30,78 ^b ±0,26	26,31 ^a ±1,69

Tabela 2: Relação peso-comprimento e rendimento de filé de tainha (*Mugil liza*).

*Resultado expresso como média ± desvio padrão das triplicatas

Lima et al., (2012) avaliando o rendimento de filé de vermelha (*Lutjanus sp*), observaram um valor de 25,24%, já Mujica et al. (2012), encontraram o valor de 32,4% de rendimento de matrinchã (*Brycon cephalus*). Esses valores se encontram próximos aos encontrados nesse estudo. Rendimentos de filé sem pele e espinha superiores a 30% são considerados elevados para fins de aproveitamento industrial.

Os valores de pH encontrados para as tainhas de cultivo e de captura foram 6,34 e 5,92, respectivamente. De acordo com a legislação brasileira, o pH do pescado *in natura* deve ser de 6,8 (BRASIL, 1997). Assim, os valores encontrados nas duas amostras estão dentro dos padrões permitidos. Segundo Palezi (2012), o pH do pescado fresco varia entre 6,3 e 6,8, a medida em que ocorre a deterioração os valores aumentam podendo atingir 7,2. Os resultados da força de cisalhamento da textura dos músculos das tainhas são apresentados na Tabela 3.

Parâmetro	Dureza (N)
Cultivo	1,26 ^a ±0,65
Captura	1,29 ^a ±0,25

Tabela 3: Força de cisalhamento em Newton (N) dos músculos de tainha de criação e de captura

*Valores médios obtidos de 3 repetições expressos como média e desvio padrão.

A análise dos dados mostrou que não houve diferença significativa entre as amostras de tainha provenientes de criação e de captura. Casas et al., (2006) avaliando músculo de salmão observou que a textura varia dependendo de onde a amostra for retirada, tendo a região da cauda apresentado mais firmeza. Em estudo de Jonsson et al., (2001) mantendo salmão em gelo encontram valores em torno de 6 N, diferindo dos encontrados nesse estudo.

Na tabela 4 estão apresentados os valores para os parâmetros de cor no músculo das tainhas.

Parâmetros	Cultivo	Captura
L*	47,18 ^a ±0,49	49,31 ^a ±3,83
a*	0,31 ^a ±0,16	1,08 ^b ±0,63
b*	3,11 ^a ±0,44	3,76 ^a ±0,36
C*	3,73 ^a ±2,86	5,93 ^b ±5,22

Tabela 4: Análise colorimétrica dos músculos de tainha de criação e de captura.

*Valores médios obtidos de 3 repetições expressos como média e desvio padrão.

Dos resultados obtidos as amostras apresentaram estatisticamente a mesma luminosidade, contudo em relação a a⁺ e C* os músculos diferiram entre si. O valor de C* indicam intensidade de cor, assim a amostra de tainha de captura apresenta uma musculatura com a cor mais intensa.

4 | CONCLUSÃO

Os níveis de proteínas e lipídios dos exemplares de tainha proveniente de criação e de captura não diferiram estatisticamente entre si. Contudo o rendimento de filé foi 15% maior na tainha de cultivo, enquanto que na avaliação colorimétrica e a textura do músculo da tainha de captura, esta apresentou melhores resultados.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, G.Q.; BISPO, E.S.; DRUZIAN, J.I. Avaliação da qualidade nutricional em espécies de pescado mais produzidas no Estado da Bahia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 29(4): 721-726, 2009.

AOAC, HEILRICH, K. (Ed.), **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists** (17th ed.), AOAC, Arlington, VA, USA, 2000.

ARAB-TEHRANY, E., JACQUOT, M., GAIANI, C., IMRAN, M., DESOBRY, S., & LINDER, M. Beneficial effects and oxidative stability of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids. **Trends in Food Science & Technology**, v. 25, p. 24 – 33, 2012.

ARAÚJO, A.R.; SILVA, F.D. Aspects of the fishery and biology of mullet, *Mugil curema* (Osteichthyes:

Mugilidae), in the Vaza Barris River estuary, Sergipe State, Brazil, **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, 46(1): 29 – 38, 2013.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, v. 43, p.53, 2015.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA. Boletim da Pesca e Aquicultura 2011, v. 3, p. 60, 2011.

CARVALHO, C.V.A.; BIANCHINI, A.; TESSER, M.B.; SAMPAIO, L.A. The effect of protein levels on growth, postprandial excretion and tryptic activity of juvenile mullet (Günther). **Aquaculture Research**, 41: 511-518, 2010.

CASAS, C.; MARTINEZ, O.; GUILLEN, M.D.; PIN, C.; SALMERON, J.. Textural properties of raw Atlantic salmon (*Salmo salar*) at three points along the fillet, determined by different methods. **Food Control** 17(7):511-515, 2006.

FISCHER, L.G.; VIEIRA, J.P.; PEREIRA, L.E.D. **Peixes estuarinos e costeiros**, 2 ed. Rio Grande, Luciano Gomes Fischer. p. 130, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. V.1: Métodos físico-químicos para análises de Alimentos.IV.Ed.São Paulo:IMESP. 1985.

JONSSON, A.; SIGURGISLADOTTIR S.; HAFSTEINSSON, H.; KRISTBERGSSON, K. Textural properties of raw Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets measured by different methods in comparison to expressible moisture. **Aquaculture Nutrition** 7(2):81-89. 2001.

LIMA, M. M.; NUNES, M. L.; MUJICA, P. I. C.; LIMA, A. M.; SANTOS, J. A. B.; SILVA, G. F. Caracterização química e avaliação do rendimento em filés de vermelha (*Lutjanus sp*). In: FEIRA NACIONAL DO CAMARÃO, 9., 2012, Natal. **Anais...** Natal: FENANCAM, 2012. 1 CD-ROM.

MENEZES, M.E.S., LIRA, G.M., OMENA, C.M.B.; FREITAS, J.D.; SANT'ANA, A.E.G. Proximate composition, cholesterol and fatty acid of the fished species of estuarino tainha (*Mugil cephalus*) and camurim (*Centropomus undecimalis*) from Mundaú Lagoon, AL/ Brazil, **Revista Instituto Adolfo Lutz**, 67(2):89-95, 2008.

MENEZES, NA & FIGUEIREDO, J.L. 1985. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. São Paulo, USP. 96p.

MIRANDA, L.V.; MENDONÇA, J.T.; CERGOLE, M.C. Diagnostico do estoque e orientações para o ordenamento da pesca de *Mugil platanus* (Gunther, 1880). In: ROSSIWONGTSCHOWSKI, C.L.B.; ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CERGOLE, M.C. (Eds.). Análise das principais pescarias comerciais da região sudeste-sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração – II. São Paulo, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. p. 38-48, 2006. Serie Documentos REVIZEE – Score Sul.

MUJICA, P. Y. C.; LIMA, M. M.; SOUSA, J. R.; LEITE, M. S.; CORNÉLIO, T. F.; LEITE, Y. S. Caracterização química e avaliação do rendimento em filés de matrinhã (*brycon cephalus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 6., 2011, São Pedro. **Anais...** São Pedro: ITAL, 2011. 1 CD-ROM.

OKAMOTO, M.H.; SAMPAIO, L.A.N. de; MAÇADA, A. de P. Efeito da temperatura sobre o crescimento e a sobrevivência de juvenis de tainha *Mugil platanus* Günther, 1880. **Atlântica**, v.28, p.61-66, 2006.

PALEZI, S. C.; SILVA, G. P. R.; ZENI, M. P.; CARLLI, E. M.; KUBOTA, E. H. Embutido emulsionado com adição de isolado proteico a base de pescado (*Micropogonias furnieri*). **UNOESC&CIENCIA - ACET**, v. 03, p. 179, 2012

SAMPAIO, L.A.; WASIELESKY, W.B.; MIRANDA FILHO, K.C. Effect of salinity on acute toxicity of ammonia and nitrite to juvenile *Mugil platanus*. **Bulletin of Environmental Contaminant and Toxicology**, v.68, p.668-674, 2002. DOI: 10.1007/s001280306.

VIANA, Z.C.V.; SILVA, E.; FERNANDES, G.B.; SANTOS, V.L.C.S. Centesimal composition in fish muscle on the coast of Bahia / Brazil, **Rev. Ciênc. Méd. Biol.**, Salvador, v.12, n.2, p.157-162, 2013.

VIEIRA, J.P. Juvenile mullets (Pises: Mugilidae) in the estuary of Lagoa dos Patos, RS, Brazil. *Copeia*, 2: 409-418, 1991.

AVALIAÇÃO DE FONTES DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS MICROPROPAGADAS DE *CAPSICUM* SPP A UM ISOLADO VIRAL OBTIDO DE PIMENTEIRA COLETADA NO MUNICÍPIO DE SUMÉ - PB

Dayse Freitas de Sousa

Universidade Federal de Campina Grande
Sumé - PB

Ana Verônica Silva do Nascimento

Universidade Federal de Campina Grande
Sumé - PB

José Davi dos Santos Neves

Universidade Federal de Campina Grande
Sumé – PB

RESUMO: As pimentas e pimentões, pertencentes ao gênero *Capsicum spp.*, são amplamente cultivadas em todo mundo. Uma das limitações para estas culturas são as doenças de origem viral. Diversos vírus infectam as pimenteiras, destacando-se o potyvírus *Pepper yellow mosaic virus (PepYMV)*. Uma ferramenta que advém da biotecnologia é a micropropagação, que é uma técnica de cultura de tecido vegetal que tem por interesse, a obtenção de plantas saudáveis e resistentes. Dessa forma, o presente trabalho visou realizar um levantamento e caracterizar os principais vírus que causa dano econômico em *capsicum spp.* no Município de Sumé, PB e identificar possíveis fontes de resistência em plantas de pimenteiras micropropagadas. Inicialmente, foram realizadas coletas das amostras de pimenteira no município de Sumé

para a identificação de Potyvirus e através do teste sorológico (ELISA indireto) confirmou-se a infecção viral ao *PepYMV*. Em seguida, sementes de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*), pimenta cambuci (*Capsicum baccatum*), pimenta lupita (*Capsicum annuum*), pimenta bico (*Capsicum chinense*) e pimenta cayenne (*Capsicum annuum*), foram micropropagadas e inoculadas com isolado viral para avaliação de possíveis fontes de resistência ao vírus. No teste de resistência das plantas micropropagadas, apenas a pimenta bico apresentou infecção viral ao *PepYMV*. Podemos concluir que as demais espécies de pimentas se apresentam não suscetíveis ao isolado viral podendo ser estudada futuramente como fonte de resistência.

PALAVRAS-CHAVE:

Pimenta.
Micropropagação. Resistência. ELISA indireto.

ABSTRACT: The peppers and chilis, pertaining to the *Capsicum* sort spp., widely are cultivated in all the world. One of the limitations for these cultures is the illnesses of viral origin. Diverse viruses infect the peppers, being distinguished potyvirus *Pepper yellow mosaic virus (PepYMV)*. A tool that they happen of the biotechnology is the micropropagation, that is one technique of vegetal fabric culture that has for interest, the attainment of healthy and resistant plants. Of this form, the present work aimed at to carry

through a survey the main viruses that cause economic damage in capsicum spp. in the City of Sumé, PB and to identify possible sources of resistance in plants of spread pe. Initially, collections of the samples of peppers in the city of Sumé for the identification of Potyvirus had been carried through and through the serologic test (indirect ELISA) it was confirmed viral infection to the PepYMV. After that, pepper seeds chilli (*Capsicum frutescens*), pepper cambuci (*Capsicum baccatum*), lupita pepper (*Capsicum annuum*), pepper peak (chinense *Capsicum*) and pepper cayenne (*Capsicum annuum*), had been spread and inoculated with isolated viral for evaluation of possible sources of resistance the virus. In the test of resistance of the spread plants, only the pepper peak presented viral infection to the PepYMV. We can conclude that the other species of peppers are not susceptible to the viral isolate and can be studied in the future as sources of resistance.

KEYWORDS: Chilli, micropropagation, resistance, indirect ELISA.

1 | INTRODUÇÃO

No gênero *Capsicum* encontram-se as pimentas e os pimentões, os quais pertencem à família *Solanaceae* (FIGUEIRA, 1996). O cultivo de pimentas deste gênero ocorre todas as regiões do país, destacando-se os principais estados produtores Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul (ESTEVES, 2011). Existindo uma grande diversidade e tipos de pimentas, com diferentes tamanhos, cores, sabores, ardume e nomes.

A tecnologia tem avançado bastante no sistema de produção de tais espécies e apresentado bons resultados, entretanto os problemas fitossanitários ainda são um dos maiores obstáculos para a produção e conseqüentemente a qualidade das mesmas, principalmente as doenças causadas por vírus (AZEVEDO et al., 2005).

As pimenteiras são expostas a insetos e fitopatógenos, que as infectam, e muitas vezes causam perdas irreparáveis. Um desses fitopatógenos são os vírus, sendo os mais importantes: *potyvirus Pepper yellow mosaic virus (PepYMV)* e *Potato virus Y (PVY)*, os *tospovirus Tomato spotted wilt virus (TSWV)*, *Groundnut ringspot virus (GRSV)* e *Tomato chlorotic spot virus (TCSV)*, o *tobamovirus Pepper mild mottle virus (PMMoV)* e o *cucumovirus Cucumber mosaic vírus (CMV)* (INOUE-NAGATA et al., 2002; TRUTA et al., 2004).

Através de técnicas advindas da biotecnologia é possível identificar infecções virais em mostras contaminadas, segundo Zerbini et al. (2002), os testes mais utilizados na detecção são os biológicos, sorológicos e moleculares. O teste Elisa indireto é um dos métodos do teste sorológico que tem sido amplamente utilizado na identificação de infecção viral por proporcionar bons resultados.

A micropropagação tem sido utilizada como uma alternativa de controle de doenças virais, provem das técnicas de cultura de tecidos vegetais para obter plantas sadias que consiste em cultivar em ambiente asséptico com temperatura e iluminação

controlada, qualquer parte da planta, em recipientes apropriados contendo meio de cultivo adequado, o que proporciona a produção em larga escala de plantas inteiras e idênticas à planta mãe (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998).

A pesquisa objetivou realizar um levantamento dos principais vírus que causa dano econômico em *capsicum* spp. no município de Sumé, PB e identificar possíveis fontes de resistência em plantas de pimenteiras micropropagadas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização do município de realização da pesquisa

A pesquisa realizou-se na Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (UFCG/CDSA), localizado no município de Sumé-PB.

O município de Sumé está localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, Semiárido do Estado da Paraíba, Bioma Caatinga, mesorregião da Borborema, microrregião do Cariri Ocidental. Sumé está localizado nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude 7° 40' 18" S, Longitude 36° 52' 54" W, altitude de 518 m. A área territorial é de 838,071 km². A população para 2016 foi estimada em 16.691 habitantes (IBGE, 2016).

Predomina no município o tipo climático Bsh de Köppen (semiárido quente), com chuvas apresentando uma forte variação na distribuição espacial, temporal e interanual, e uma estação de estiagem que pode atingir 11 meses, com precipitação média anual superior a 600 mm (SENA et al, 2014).

A temperatura média é de 26° C, com máxima nos meses de novembro e dezembro e mínima nos meses de julho a agosto. A insolação na região de Sumé corresponde a cerca de 2800 horas luz (MOURA, 2002). A vegetação é do tipo caatinga hiperxerófila e pelas limitações climáticas apresenta o sistema de exploração agrícola, pecuária e agricultura de subsistência (FRANCISCO, 2010).

2.2 Obtenção e preservação do isolado viral

Plantas de pimenta possuindo sintomas típicos de infecção por vírus, foram identificadas em plantios no município de Sumé-PB, totalizando desta forma, dezessete matrizes, dez amostras de cada matriz foram coletadas e submetidas ao teste Elisa indireto para a identificação fitopatológica. E no restante das amostras aplicou-se o processo de secagem e logo após preservação de fitovírus.

2.3 Caracterização sorológica através do teste Elisa indireto

O teste Elisa indireto (MOWAT; DAWSON, 1987) foi realizado em folhas de

pimenta apresentando infecção viral contra os vírus: *Potato Vírus Y (PVY)*, *Pepper yellow mosaic virus (PepYMV)*, *Cucumber Mosaic Virus (CMV)*, *Cowpea aphid-borne Mosaic Virus (CABMV)*. As etapas para esta técnica foram a seguinte: adicionado-se aos poços da placa 200 μl da solução de IgG dissolvido em tampão de cobertura (pH 9,6), em seguida incubou-se por 2 horas a 37 °C em câmara úmida, após a incubação realizou-se três lavagens com PBS – Tween, tendo cada uma a duração de três minutos. Colocou-se em cada poço 150 μl da amostra e incubou-se novamente nas mesmas condições, e em seguida foram realizadas mais três lavagens. Os poços receberam o conjugado (150 μl /poço), houve nova incubação e lavagens, só então recebeu o substrato p-nitrofenilfosfato dissódico tampão de substrato (150 μl /poço, a partir daí aguardar a formação da coloração até a intensidade adequada).

2.4 Micropropagação de sementes de pimenta

O processo de micropropagação foi desenvolvido no Laboratório de cultura de Tecidos Vegetais (UFCG/CDSA). Para o experimento utilizou-se cinco cultivares de sementes obtidas comercialmente: pimenta malagueta (*Capsicum frutescens L.*), pimenta cambuci (*Capsicum baccatum L.*), pimenta lupita (*Capsicum annuum L.*), pimenta de bico (*Capsicum chinense L.*) e pimenta cayenne (*Capsicum annuum L.*).

Utilizou-se a metodologia proposta por Andrade (2002) em que inicialmente, as sementes foram lavadas com detergente neutro e desinfestadas com álcool 70% por dois minutos e posteriormente lavados com água destilada autoclavadas. Após a lavagem, adicionou-se hipoclorito de sódio a 1% durante 20 minutos. Por último, as sementes foram lavadas com água destilada por três vezes. Após o processo de desinfestação, as sementes foram transferidas, com o auxílio de uma pinça esterilizada para frascos de vidros contendo 40 mL de meio de cultivo ágar-ágar previamente autoclavado, ilustrado na Figura 2A. Todos os fracos foram levados a BDO para o processo de incubação, na temperatura de 25°C até o período de aclimação. No período de 15 dias iniciou-se o processo germinativo das plântulas e após 25 dias as plântulas mostraram-se aptas para o processo de aclimação, como mostra a figura 2B.

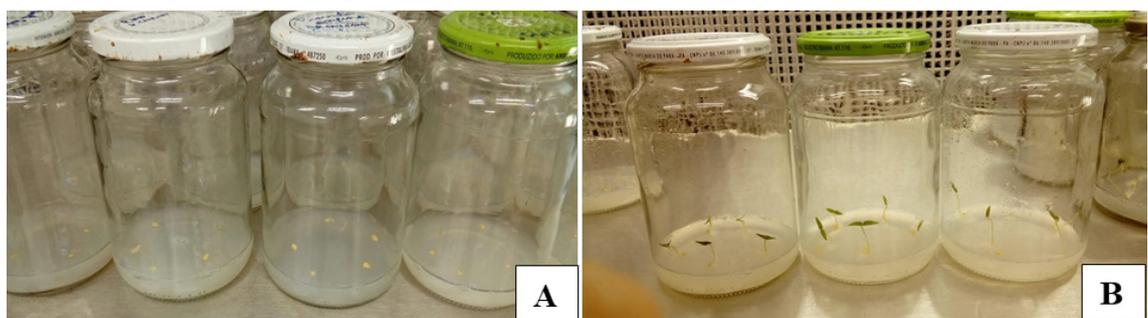


Figura 2. Micropropagação de sementes de *capsicum* em ambiente asséptico.

2.5 Aclimação das plântulas

Após o período de incubação, retirou-se as plântulas dos frascos de vidros, lavou-se com água corrente a raiz das mesmas para retirar o meio de cultivo e posteriormente foram transferidas para vasos de plástico contendo substrato comercial umedecido ascendentemente com água. Por fim levaram-se os vasos plásticos contendo as plantas para a estufa a qual apresenta telado de 50%. E irrigou-se apenas uma vez por dia, utilizando um regador de mão.

2.6 Inoculação de extrato de folhas infectadas em plantas sadias

Após a aclimação foram inoculadas cinco plantas de cada cultivar para análise da resistência, através da sintomatologia apresentada, deixando-se uma planta como teste controle. Para o procedimento da inoculação seguiu-se a metodologia de Truta et al. (2004) com pequenas modificações, onde folhas jovens de pimenta coletada no Viveiro de Mudas do CDSA com sintomas típicos de vírus juntamente com as amostras armazenadas após o processo de preservação de fitovírus, que apresentaram infecção viral, detectada pela caracterização sorológico através do teste Elisa indireto, foram maceradas em almofariz na presença de tampão fosfato (0,05 M, pH 7,0), acrescido do antioxidante sulfito de sódio (0,01M) e do abrasivo celite (0,05%), como mostra a Figura 3A. Após a maceração, inoculou-se o extrato resultante mecanicamente em folhas sadias de pimenta pela fricção de pedaços de gaze embebidos no extrato vegetal nas superfícies adaxiais (Figura 3B), logo após a inoculação as folhas foram lavadas com água destiladas com a finalidade de eliminar substâncias inibidoras que poderiam impedir a replicação do vírus. Após dois dias fez-se uma reinoculação para assegurar o processo.



Figura 3. Processo de inoculação do isolado viral nas plantas de pimenteira.

2.7 Avaliação de fonte de resistência ao vírus

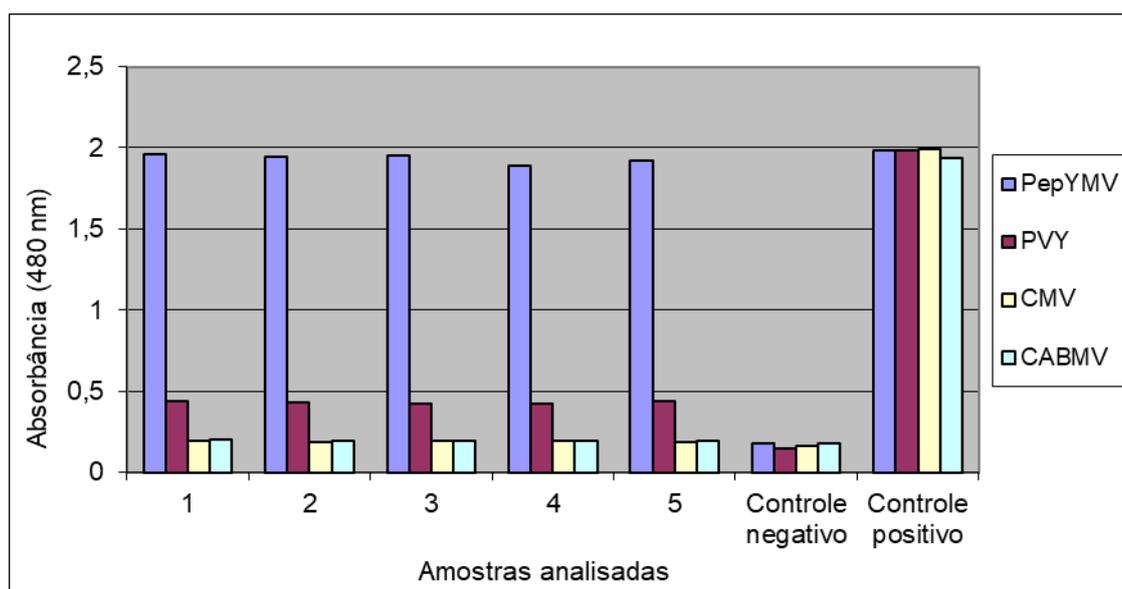
Após a inoculação do extrato vegetal infectado nas plantas sadias, amostras foliares das seis plantas de cada cultivar, foram coletadas adequadamente e realizou-

se a caracterização sorológica através do teste Elisa indireto nas mesmas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da caracterização sorológica utilizando o teste ELISA indireto foi possível identificar reação positiva com o antissoro para *Pepper yellow mosaic virus (PepYMV)* nas amostras de pimentas. Entretanto, para os antissoros contra *Potato Vírus Y (PVY)*, *Cucumber Mosaic Virus (CMV)*, *Cowpea aphid-borne Mosaic Virus (CABMV)* não foi observada reação positiva, confirmando dessa forma a etiologia viral com o *Pepper yellow mosaic virus (PepYMV)* (Figura 4), pois abaixo da absorbância 0,5 encontram-se as amostras livres de vírus e acima de tal absorbância as amostras contaminadas pelo vírus *PepYMV*.

Figura 4. Caracterização sorológica através do Teste ELISA indireto realizado em amostras coletadas de pimenteira que apresentaram os sintomas mais severos. Controle negativo - plantas de pimenta saudas, Controle positivo - plantas de pimenta infectadas com os respectivos vírus testados.



A baixa incidência do *CMV*, *PVY* e *CABMV* nas amostras pode ser explicada por uma possível inibição ou interferência na sua transmissão pela presença de outros vírus (SILVEIRA et al., 2009). O vírus responsável pela inibição ou interferência é o *PepYMV* de acordo com os resultados obtidos após a caracterização sorológica.

Segundo Reis et al. (2016), o *Potato vírus Y (PVY)* era o vírus mais identificado na cultura de *capsicum*, mas atualmente o *Pepper yellow mosaic virus (PepYMV)* é o mais detectado, e é um dos maiores problemas da cultura da pimenteira, sua incidência chega a 100% causando grandes prejuízos, mas os sintomas causados pelo *PepYMV* e *PVY* apresentam-se de forma indistinguíveis. De acordo com Lucinda et al. (2012) a espécie *PepYMV* apresenta uma similaridade de 62,07% com *PVY*.

Através do teste sorológico (Elisa indireto) aplicado nas cultivares

micropropagadas observou-se que apenas a cultivar pimenta de bico (*C. chinense*) foi suscetível ao isolado viral *PepYMV*. Enquanto que as outras cultivares apresentaram não suscetível ao isolado viral, o que pode ter sido proveniente do próprio material genético dos indivíduos ou obtidos após o processo de micropropagação. A qual tem como objetivo promover a limpeza clonal, além de gerar explantes sadios e livres de contaminação para posterior aplicação das técnicas de cultura de tecidos e transformação genética, bem como manter os indivíduos micropropagados livres de patógenos (CARVALHO, 1999; CABRAL et al., 2003).

Segundo Bento et al. (2013) uma das principais formas de controle do *PepYMV* é a resistência genética. Pois alguma modificação genética nos genes das plantas dificulta o alojamento dos vírus, uma vez que os vírus são parasitas e necessitam de um hospedeiro para realizar suas atividades (DIAZ-PENDON et al., 2004).

4 | CONCLUSÃO

Observou-se nessa pesquisa que a espécie viral responsável pela infecção causada em pimenteira no município de Sumé-PB era o *PepYMV* o qual pertence à família Potyvirus. Em plantas de pimentas micropropagadas foi possível detectar que a penas a cultivar pimenta de bico (*C. chinense*) foi suscetível quando submetida ao contato com o isolado viral *PepYMV*, enquanto as outras apresentaram-se não suscetível podendo ser estudada futuramente como fonte de resistência.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Solange Rocha Monteiro de. **Princípios da cultura de tecidos vegetais**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 16 p, ISSN 1517-5111, 2002 (Embrapa Cerrados. Documentos, 58).
- AZEVEDO, C. P.; CAFÉ FILHO, A. C.; HENZ, G. P.; REIS, A. **Pimentão: Antracnose arrasadora. Cultivar HF**, 18-20. 2005.
- BENTO, C.S.; RODRIGUES, R.; GONÇALVES, L.S.A.; OLIVEIRA, H.S.; SANTOS, M.H.; PONTES, M.C; SUDRÉ, C.P. **Inheritance of resistance to Pepper yellow mosaic virus in *Capsicum baccatum* var. *pendulum***. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, p. 1074-1082, 2013.
- CABRAL, G.B.; PIRES, M.V.V.; LACERDA, A.L.; CARNEIRO, V.T. de C. **Introdução in vitro, micropropagação e conservação de plantas de *Brachiaria* sp.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003.
- CARVALHO, J. M. F. C. **Técnicas de micropropagação**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1999.
- DIAZ-PENDON, J.A.; TRUNIGER, V.; NIETO, C.; GARCIA-MAS, J.; BENDAHMANE, A.; ARANDA, M.A. **Advances in understanding recessive resistance to plant viruses**. **Molecular Plant Pathology**. v.5, p. 223-233, 2004.
- ESTEVES, M. **As novas variedades de pimenta da Embrapa e o mercado pimenteiro: oportunidade de renda para agricultores**. 2011. Disponível em:<<http://hotsites.sct.embrapa.br/>

prosarural/programacao/2011/cultivaresde-pimenta-mais-resistentes-e-produtivas-1>. Acessado em 20 jul. 2018.

FIGUEIRA, A.R., PINTO, A.C.S. & MORAES, F.H.R. **Alta incidência da nova estirpe necrótica do vírus Y da batata está ocorrendo em todos os estados produtores do Brasil**. Revista Fitopatologia Brasileira 21:425. 1996.

FRANCISCO, P. R. M. **Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas**. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M.A. Micropropagação. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. (Orgs.). **Cultura de Tecidos e Transformação Genética de Plantas**. Brasília: Embrapa – SPI. p.183-260. 1998.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=251630>>. Acesso em: 03 de Jul de 2018.

INOUE-NAGATA, A. K.; FONSECA, M.E.N.; RESENDE, R.O.; BOITEUX, L.S.; MONTE, D.C.; DUSI, A.N.; AVILA, A.C.; VLUGT, R.A.A. van der. **Pepper yellow mosaic virus, a new potyvirus in sweetpepper, *Capsicum annuum***. Archives of Virology, Vienna, v.147, p.849-855, 2002.

LUCINDA, N. R.; INOUE-NAGATA, A. K.; NAGATA, T. **Complete genome sequence of pepper yellow mosaic virus, a potyvirus, occurring in Brazil**. Archives of Virology, New York, v. 157, n. 7, p. 1397-1401, 2012.

MOURA, C. S. **Vulnerabilidades das Terras Agrícolas, Degradação Ambiental e Riscos e Desastres ENOS no Município de Sumé-PB**. 155p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2002.

MOWAT W. P.; DAWSON, S. Detection of plant viruses by ELISA using crude sap extracts and unfractionated antisera. **Journal of Virological Methods**, v. 15, p. 233-247, 1987.

REIS, A.; DUVAL, A. M. Q.; INOUE-NAGATA, A. K.; ÁVILA, A. C.; LOPES, C. A. **Manejo de doenças em pimentas no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2016.

SENA, J. P. O.; LUCENA, D. B. **Caracterização da precipitação na microrregião do Cariri paraibano por meio da técnica dos quantis**. Revista Brasileira de Geografia Física, v.07, n.05, p. 1-9, 2014.

SILVEIRA, L. M.; QUEIROZ, M. A.; LIMA, J. A. A.; NASCIMENTO, A. K. Q.; NETO, I. S. L. **Levantamento sorológico de vírus em espécies de cucurbitáceas na região do submédio São Francisco, Brasil**. Tropical Plant Pathology, vol. 34, n. 2, 123-126 p. 2009.

TRUTA, A.A.C.; SOUZA, A.R.R.; NASCIMENTO, A.V.S.; PEREIRA, R.C.; PINTO, C.M.F.; BROMMONSCHENKEL, S.H.; CARVALHO, M.G.; ZERBINI, F.M. **Identidade e propriedades de isolados de Potyvirus provenientes de *Capsicum* spp.** Revista Fitopatologia Brasileira 29:160-168. 2004.

ZERBINI, F. M.; CARVALHO, M. G.; ZAMBOLIM, E. M. **Introdução à virologia vegetal**. UFV, 2002. 145p.

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIBACTERIANO DE ÓLEO DE PALMA (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Valeska Rodrigues Roque

Programa de Pós-Graduação e Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas

Pelotas – Rio Grande do Sul

Pâmela Inchauspe Corrêa Alves

Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Universidade Federal de Pelotas

Pelotas – Rio Grande do Sul

Marjana Radünz

Programa de Pós-Graduação e Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas

Pelotas – Rio Grande do Sul

Taiane Mota Camargo

Programa de Pós-Graduação e Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas

Pelotas – Rio Grande do Sul

Bruna da Fonseca Antunes

Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Universidade Federal de Pelotas

Pelotas – Rio Grande do Sul

Eliezer Avila Gandra

Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas

Pelotas – Rio Grande do Sul

RESUMO: O óleo de palma é amplamente consumido no mundo inteiro, sendo de

interesse nos diversos setores da indústria. Em sua composição apresenta triglicerídeos, diglicerídeos, monoglicerídeos, ácidos graxos livres e diversos compostos fitoquímicos que possuem atividades biológicas, como atividade antimicrobiana. Baseado no exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial antimicrobiano de óleo de palma frente a cepas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Listeria monocytogenes*. Pode-se observar que o óleo de palma apresentou efeito inibitório para todas as bactérias na concentração de 0,33 mg mL⁻¹ e efeito bactericida contra *Listeria monocytogenes*. Conclui-se que o óleo de palma pode ser um promissor agente para o controle microbiano em alimentos em substituição a conservantes químicos sintéticos.

PALAVRAS-CHAVE: *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*

ABSTRACT: Palm oil is widely consumed worldwide and is of interest to many industry sectors. In its composition, it presents triglycerides, diglycerides, monoglycerides, free fatty acids and several phytochemical compounds that have biological activities, such as antimicrobial activity. Based on the above, the objective of the study was to evaluate the antimicrobial potential of palm oil against strains of *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes*. It can be observed that

palm oil showed an inhibitory effect for all bacteria in the concentration of 0.33 mg mL⁻¹ and bactericidal effect against *Listeria monocytogenes*. It is concluded that palm oil may be a promising agent for microbial control in foods as a substitute for synthetic chemical preservatives.

KEYWORDS: *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*

1 | INTRODUÇÃO

O dendezeiro (*Elaeis guineenses* Jacq.) é uma palmeira nativa da África ocidental, sendo cultivada no Brasil a partir do século XVI no estado da Bahia, e após estendendo-se para a região amazônica, onde, atualmente, estão as maiores áreas cultivadas de estipe anelado e ereto, esta palmeira pode chegar até 15 metros de altura, desenvolvendo-se principalmente em regiões de clima tropical úmido. Em uma palmeira madura, o meristema produz um novo primórdio de folhas a cada duas semanas, que levam cerca de dois anos para se desenvolver e para os folhetos se desdobrarem no centro da copa da palmeira. Em cada axila de folha há um primórdio de inflorescência, que se desenvolvem em inflorescências masculinas e femininas separadas. Após a polinização, a inflorescência feminina se desenvolve em um grupo de frutos, do qual o mesocarpo e o óleo de caroço podem ser extraídos. (CARVALHO, 2009; VENTURIERI *et al.*, 2009, CARR *et al.*, 2011).

Um dendê maduro geralmente possui mais de 8 anos, podendo produzir de 20 a 25 folhas a cada ano, sendo que a produção é maior quando a planta é mais jovem. A coroa consiste de 40-50 folhas abertas, cada uma com até 5 m de comprimento, com outras 50-60 em vários estágios de desenvolvimento. À medida que as folhas envelhecem, desmoronam e geralmente são removidas. Climas mais secos não afetam a área foliar das palmeiras maduras, mas podem retardar o desenvolvimento das mesmas em palmeiras jovens (CARR *et al.*, 2011).

O desenvolvimento inicial da inflorescência se dá quando a planta está completamente cercada por folhas, levando em média 2 a 3 anos. A inflorescência emerge da axila da folha, sendo polinizada principalmente por insetos, em particular o gorgulho (*Elaeidobius kamerunicus*). Já seu fruto, que possui grande valor econômico, é constituído por um mesocarpo de cor alaranjada, possuindo um invólucro duro (endocarpo) (CARR *et al.*, 2011).

O dendê Africano é uma das cultivares mais importantes no mundo devido sua alta produtividade e natureza perene, produz dois tipos diferentes de óleo, óleo de palma e óleo de palmiste. O óleo de palma é extraído do mesocarpo da fruta, que contém 45-55% de óleo, mas varia de amarelo claro a vermelho alaranjado e derrete a 25 °C. O óleo de palmiste é obtido a partir dos grãos contidos no endocarpo (EKWENYE & IJEOMAH, 2005)

Destacando-se por possuir elevada produção de óleo por unidade de área, o

óleo de palma tornou-se recentemente um dos óleos vegetais mais consumidos no mundo (LUSKIN e POTTS, 2011; BRAZILIO et al., 2012; HORINCAR et al., 2017).

Em termos de composição química, os triglicerídeos são os maiores constituintes do óleo de palma, seguidos por diglicerídeos e monoglicerídeos, em menor quantidade encontram-se ácidos graxos saturados como ácido palmítico e esteárico e insaturados como oleico, carotenoides, tocoferol, fitoesteróis, compostos fenólicos, flavonoides e esteróis (EKWENYE & IJEOMAH, 2005; SUMATHI et al., 2008; ABDULKARIM et al., 2010; EQBAL et al., 2011; HORINCAR et al., 2017).

Este óleo pode ser utilizado para uma ampla gama de aplicações nas indústrias de alimentos, cosméticos e farmacêuticas (EL-HADAD et al., 2010; HORINCAR et al., 2017). Tem sido relatado como anódino, antídoto, afrodisíaco e diurético. Como remédio popular para dores de cabeça, dores em geral, reumatismo, doenças cardiovasculares, trombose arterial e aterosclerose. Também, é conhecido por ser eficaz contra muitas formas de distúrbios intestinais, especialmente diarreia e disenteria em crianças (EKWENYE & IJEOMAH, 2005).

O óleo de palma é usado como linimento para tumores indolentes. Também fornece uma rica fonte de beta-caroteno e vitamina E, nomeadamente tocoferóis e tocotrienóis, que são antioxidantes nutricionais bem conhecidos que atuam como eliminadores do átomo de oxigênio ou radicais livres os quais podem surgir durante o metabolismo oxidativo normal do corpo ou a partir da ação de poluentes tóxicos que contaminam nossos alimentos e foram implicados no envelhecimento, doenças cardíacas e câncer (EKWENYE & IJEOMAH, 2005).

Estudos relataram a atividade antimicrobiana de ácidos graxos livres que foram liberados pela hidrólise enzimática do óleo de palma e sua eficiência foi semelhante a outros conservantes de alimentos (GERWE et al., 2010, HUANG et al., 2010; HORINCAR et al., 2017). Outros estudos avaliaram a atividade antimicrobiana de extratos de folhas de palmeiras e detectaram inibição frente a bactérias e fungos (CHONG et al., 2008; VIJAYARATHNA et al., 2012; JESUS, 2016;). Porém, ainda são poucos estudos que avaliam o óleo essencial de palma frente a atividade antimicrobiana (YIN et al., 2013).

Tendo em vista a necessidade de antimicrobianos naturais com referência à preservação e à segurança de alimentos, destaca-se os óleos vegetais (HORINCAR et al., 2017). Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a atividade antibacteriana de óleo de palma frente a três espécies bacterianas, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus*.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A amostra de óleo de palma foi adquirida no comércio da cidade de Pelotas. Para avaliação do efeito antibacteriano foram utilizadas cepas padrão das espécies *Escherichia coli* O157:H7 (ATCC 43895), *Listeria monocytogenes* (ATCC 7644) e

Staphylococcus aureus (ATCC 10832).

Inicialmente, a atividade antibacteriana do óleo de palma foi determinada pela técnica de disco difusão, de acordo com protocolo proposto pelo Manual Clinical and Laboratory Standards Institute – CLSI (2015a) com pequenas modificações. Culturas bacterianas, previamente reativadas (de um cultivo recente em caldo Soja Trypticaseína (TSB) incubado por 24 horas a 37°C), foram suspensas em solução salina (NaCl 0,85%) obtendo a concentração 0,5 na escala de *McFarland* (equivalente a $1,5 \times 10^8$ UFC mL⁻¹).

Em seguida, o inóculo foi semeado com auxílio de *swab* estéril na superfície de placas com ágar Mueller-Hinton sobre o qual foram dispostos discos de papel filtro esterilizados com diâmetro de 6 mm e 5 µL de óleo de palma foram aplicados sobre os discos de papel. Posteriormente, as placas foram incubadas por 24h a 37°C. Após este período foi efetuada a medição dos halos de inibição e os resultados expressos em centímetros.

A Concentração Inibitória Mínima (CIM) foi realizada de acordo com protocolo proposto pelo Manual Clinical and Laboratory Standards Institute – CLSI (2015b) com pequenas modificações. Foram utilizadas placas de micro titulação de 96 poços contendo caldo BHI (Brain Heart Infusion), inóculo bacteriano e o óleo de palma puro e diluído em DMSO nas concentrações 3,33 e 0,33 mg mL⁻¹. Logo após as placas de micro titulação foram avaliadas em espectrofotômetro a 620 nm, incubadas por 24 h a 37°C e em seguida realizada nova leitura no mesmo equipamento. A CIM foi considerada como a menor concentração em que não houve crescimento bacteriano no meio de cultura.

A Concentração Bactericida Mínima (CBM) foi realizada de acordo com o método descrito por Cabral et al. (2009) com pequenas modificações. Após a realização da CIM, foram retirados 15 µL dos poços das amostras que tiveram inibição, estriados em placas de Petri com ágar PCA (Plate Count Agar) e incubados por 24h a 37°C. Foi considerada a mínima concentração bactericida as placas onde não houve crescimento bacteriano.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação do potencial antibacteriano dos óleos é comumente avaliada através dos métodos de análise categorizados em difusão ou diluição, os quais são realizados em ágar ou caldo, respectivamente (BURT, 2004).

O ensaio de difusão em disco é um método quantitativo e determina o espectro de ação do composto em meio sólido contendo o micro-organismo (SILVEIRA et al., 2009). A formação de halos e seu tamanho indicam a suscetibilidade das bactérias frente a óleos ou extratos, quando estes halos forem menores que 0,7 cm são considerados não-ativos frente a bactéria, e quando apresentarem diâmetro maior

que 1,2 cm são considerados de efeito inibitório satisfatório segundo Arora & Kaur (1999), em razão disto observa-se que o óleo de palma foi ativo frente as bactérias gram-positivas avaliadas, enquanto não apresentou efeito frente a gram-negativa *E. coli* (Tabela 1). Este resultado possivelmente se deve a dificuldade de atravessar a membrana externa das bactérias gram-negativas, inexistente nas gram-positivas.

Bactérias	Halo de inibição (cm*)
<i>Listeria monocytogenes</i>	0,74
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,88
<i>Escherichia coli</i>	0,00

Tabela 1. Zona de inibição obtida pela técnica de disco difusão com a aplicação de óleo de palma frente as bactérias *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*

*Média das triplicatas

Um estudo que visou avaliar a atividade antimicrobiana de extrato metanólico de óleo de folhas de palmeira observou maior efetividade destes contra bactérias gram-positivas, corroborando com os achados de nosso estudo. (YIN et al., 2013). Enquanto Jesus (2006) avaliando extrato metanólico de folhas de palma, encontrou halos de inibição com diâmetro variando entre 0,77 e 1,13 cm, valores maiores que os encontrados neste trabalho.

Chong et al., 2008 mostrou resultados da técnica de disco difusão com extrato da folha de palma, onde os mesmos apresentaram atividade antibacteriana em relação às bactérias *S. aureus* e *E. coli* com os diâmetros de inibição da zona de 1,3 cm e 1,2 cm, respectivamente. A atividade antimicrobiana do extrato foliar de palma também foi expressa como zona de inibição (cm) no trabalho de Vijayarathna et al., (2012), onde foi mostrado que, frente as cepas de *S. aureus*, obteve-se uma média de 1,4 cm de halos formados e para *E. coli* halos de 1,3 cm.

O estudo de Ekwenye & Ijeomah, (2005), comparou os efeitos inibitórios do óleo de palma e do óleo de palmiste de diferentes linhagens e variedades na tentativa de estabelecer bases para o uso desses óleos no tratamento da aspergilose, candidíase, infecção do trato urinário, infecção de ferida, artrite purulenta e diarreia e disenteria em lactentes, associados a 5 microrganismos escolhidos para o estudo. Dos cinco microrganismos testados pelos autores, incluindo *Staphylococcus aureus* e *Escherichia Coli*, apenas *Escherichia coli* foi inibida pelo óleo de palmiste, com zonas médias de inibição de 5 mm, enquanto que o extrato de óleo de palma não inibiu nenhum dos microrganismos. Os autores sugerem que o efeito inibitório exibido pelo extrato de óleo de palmiste podem ser imputáveis aos efeitos combinados dos ácidos gordos constituintes.

Comparando os dados obtidos neste trabalho com os resultados obtidos por autores que estudaram a ação antimicrobiana de extrato de folha de palma, pode-se observar que os extratos obtêm um maior halo de inibição quando comparado com

o óleo do fruto, porém é necessária a adição de uma concentração maior para que ocorra inibição.

A Concentração Inibitória Mínima é considerada a menor concentração de agente antimicrobiano capaz de inibir o desenvolvimento do micro-organismo (BURT, 2004; GHABRAIE et al., 2016). Segundo Duarte et al. (2006) um óleo deve possuir CIM de até 0,5 mg mL⁻¹ para ter uma forte atividade antimicrobiana; entre 0,6 a 1,5 mg mL⁻¹ para moderada e acima de 1,6 mg mL⁻¹ para fraca atividade, portanto o óleo de palma estudado apresentou forte atividade antimicrobiana para todas as cepas analisadas (Tabela 2).

Os resultados de CIM encontrados neste estudo são menores do que os relatados na literatura por autores que visaram avaliar extratos de folhas de palmeira, e encontraram valores ente 6,25 mg/mL e 12,5 mg/mL para *S. aureus* e valores próximos a 12,5 mg/ml para *E.coli* (JESUS, 2006; CHONG et al., 2008; VIJAYARATHNA et al., 2012). Os resultados da CIM também indicaram que o extrato de folhas é eficaz contra bactérias gram-positivas, bactérias Gram-negativas e cepas fúngicas, isso pode indicar que têm ampla atividade inibitória de microorganismos patogênicos e prometem atuar como potenciais agentes antibacterianos e antifúngicos a partir de fontes vegetais naturais (CHONG et al., 2008). Não foi possível encontrar estudos que avaliaram o efeito inibitório de óleo de palma frente a *Listeria monocytogenes*.

Bactérias	Concentração (mg mL ⁻¹)
	Óleo de palma
<i>Listeria monocytogenes</i>	0,33
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,33
<i>Escherichia coli</i>	0,33

Tabela 2. Concentração inibitória mínima (CIM) da aplicação de óleo de palma frente as bactérias *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*

A Concentração Bactericida Mínima é definida como a menor quantidade de antibacteriano capaz de eliminar o micro-organismo, a qual é realizada de maneira complementar e em sequência ao ensaio da CIM. Posterior a determinação da CIM, alíquotas de todas as diluições em que não houve multiplicação celular são plaqueadas em ágar com a finalidade de verificar em quais diluições as células microbianas foram somente inibidas e em quais diluições as células microbianas foram efetivamente mortas. Desta maneira, a menor diluição onde não ocorre multiplicação celular é considerada a CBM (BURT, 2004; BAÇZEK et al., 2017; BASSANETTI et al., 2017).

Quando avaliada a concentração bactericida mínima do óleo de palma na concentração de 0,33 mg mL⁻¹, observou-se que não ocorreu morte bacteriana de *S. aureus* e *E. coli* (Tabela 3).

Bactérias	Concentração (mg mL ⁻¹)
<i>Listeria monocytogenes</i>	0,33
<i>Staphylococcus aureus</i>	nd
<i>Escherichia coli</i>	nd

Tabela 3. Concentração bactericida mínima (CBM) da aplicação de óleo de palma frente as bactérias *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*

nd = inibição de crescimento bacteriano não detectado

Estudos avaliando a concentração bactericida mínima de óleo de palma não foram encontrados na literatura. Entretanto a ação bactericida frente a *Listeria monocytogenes* é relevante, visto que esta bactéria apresenta elevado grau de patogenicidade que pode levar a listeriose que causa febre, dor muscular e sintomas gastrointestinais. Além disto, esta bactéria apresenta efeito teratogênico podendo ocasionar até 30% de mortes em recém-nascidos.

4 | CONCLUSÃO

O óleo de palma apresentou efeito inibitório frente as cepas de bactérias gram-positivas *S. aureus* e *L. monocytogenes* pela técnica de disco difusão. Promoveu inibição de *S. aureus*, *E. coli* e *L. monocytogenes* na concentração de 0,33 mg mL⁻¹ e apresentou efeito bactericida para *L. monocytogenes*. Com base nisto, pode-se concluir que o óleo de palma tem potencial para ser utilizado para controle bacteriano de alimentos em substituição a conservantes químicos sintéticos, entretanto novos estudos devem ser realizados para adequação das concentrações frente aos agentes antimicrobianos.

REFERÊNCIAS

ABDULKARIM, S. M.; MYAT, M. W.; GHAZALI, H. M.; ROSELINA, K.; ABBAS, K. A. **Sensory and Physicochemical Qualities of Palm Olein and Sesame Seed Oil Blends during Frying of Banana Chips.** Journal of Agricultural Science, Vol. 2, No. 4; 2010.

ARORA, D. S.; KAUR, J. **Antimicrobial activity of spices.** International Journal of Antimicrobials Agents, v. 12, p. 257-262, 1999.

BĄCZEK, K. B.; KOSAKOWSKA, O.; PRZYBYŁ, J. L.; PIÓRO-JABRUCKA, E.; COSTA, R.; MONDELLO, L.; GNIEWOSZ, M.; SYNOWIEC, A.; WĘGLARZ, Z. **Antibacterial and antioxidant activity of essential oils and extracts from costmary (*Tanacetum balsamita* L.) and tansy (*Tanacetum vulgare* L.).** Industrial Crops and Products, v. 102, p. 154–163, 2017.

BASSANETTI, I.; CARCELLI, M.; BUSCHINI, A.; MONTALBANO, S.; LEONARDI, G.; PELAGATTI, P.; TOSI, G.; MASSI, P.; FIORENTINI, L.; ROGOLINO, D. **Investigation of antibacterial activity of new 967 classes of essential oils derivatives.** Food Control, v. 73, p. 606–612, 2017.

BRAZILIO, M.; BISTACHIO, N. J.; DE CILLOS SILVA, V.; DO NASCIMENTO, D. D. **O Dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.)-Revisão.** Bioenergia em Revista: Diálogos, v. 2, n. 1, p. 27-45, 2012.

BURT, S. **Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review**. International Journal of Food Microbiology, v. 94, n. 3, p. 223–253, 2004.

CABRAL, I. S. R.; PRADO, A.; BEZERRA, R.M.N.; ALENCAR, S.M.; IKEGAKI, M.; ROSALEN, P.L. **Composição fenólica, atividade antibacteriana e antioxidante da própolis vermelha brasileira**. Química Nova, v. 32, n. 6, p. 1523-1527, 2009.

CARR, M. K. V. **The water relations and irrigation requirements of oil palm (*Elaeis guineensis*): a review**. Experimental Agriculture, v. 47, n. 4, p. 629-652, 2011.

CARVALHO, Mychelle. **Embriogênese Somática a Partir de Folhas Imaturas e Flores Desenvolvidas *in vitro* de Dendzeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.)**. 2009. 86f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

CHONG, K. H.; ZURAINI, Z.; SASIDHARAN, S.; KALNISHA DEVI, P. V.; YOGA LATHA, L.; RAMANATHAN, S. **Antimicrobial Activity of *Elaeis Guineensis* Leaf**. Pharmacologyonline, v. 3, p. 379 – 386, 2008.

CLSI, 2015a. M02-A12: **Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests; Approved Standard—Twelfth Edition**. CLSI (Clinical Lab. Stand. Institute) 35.

CLSI, 2015b. M07-A10: **Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically; Approved Standard—Tenth Edition**. CLSI (Clinical Lab. Stand. Institute) 35.

DUARTE, M. C. T.; LEME, C.; FIGUEIRA, G. M.; SARTORATTO, A.; REHDER, V. L. G. **Effects of essential oils from medicinal plants used in Brazil against epec and etec *Escherichia coli***. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 8, p. 139-143, 2006.

EKWENYE, U. N.; IJEOMAH, C. A. **Antimicrobial effects of palm kernel oil and palm oil**. KMITL Science and Technology Journal, v. 5, n. 2, p. 502 - 505, 2005.

EL-HADAD, N.; ABOU-GHARBIA, H. A.; EL-AAL, M. H. A.; YOUSSEF, M. M. **Red Palm Olein: Characterization and Utilization in Formulating Novel Functional Biscuits**. Journal of the American Oil Chemists' Society, v. 87, p. 295 – 304, 2010.

EQBAL, D.; SANI, H. A.; ABDULLAH, A.; KASIM, Z. M. (2011). **Effect of different vegetable oils (red palm olein, palm olein, corn oil and coconut oil) on lipid profile in rat**. Food and Nutrition Sciences, v. 2, p. 253-258.

GERWE, T. V.; BOUMA, A.; KLINKENBERG, D.; WAGENAAR, J. A.; JACOBS-REITSMA, W. F.; STEGEMAN, A. **Medium chain fatty acid feed supplementation reduces the probability of *Campylobacter jejuni* colonization in broilers**. Veterinary Microbiology, v. 143, p. 314–318, 2010.

GHABRAIE, M.; VU, K. D.; TATA, L.; SALMIERI, S.; LACROIX, M. **Antimicrobial effect of essential oils in combinations against five bacteria and their effect on sensorial quality of ground meat**. LWT- Food Science and Technology. v. 66, p. 332–339. 2016.

HORINCAR, G.; HORINCAR, V.B.; GOTTARDI, D.; BAHRIM, G., **Tailoring the potential of *Yarrowia lipolytica* for bioconversion of raw palm fat for antimicrobials production**. LWT - Food Science and Technology, v. 80, p. 335-340, 2017.

HUANG, C. B.; GEORGE, B.; EBERSOLE, J. L. **Antimicrobial activity of n-6, n-7 and n-9 fatty acids and their esters for oral microorganisms**. Archives of Oral Biology, v. 55, p. 555–560, 2010.

JESUS, M. F. V. **Atividade antimicrobiana dos óleos palma e de oliveira**. Novembro de 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas, Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz.

LUSKIN, M. S.; POTTS, M. D., **Microclimate and habitat heterogeneity through the oil palm lifecycle**. Basic and Applied Ecology, v. 12, p. 540–551, 2011.

SILVEIRA, L. M. S.; OLEA, R. S. G.; MESQUITA, J. S.; DA CRUZ, A. L.; MENDES, J. C. **Metodologias de atividade antimicrobiana aplicadas a extratos de plantas: comparação entre duas técnicas de Agar difusão**. Revista Brasileira de Farmácia, n.90, p. 124-128, 2009.

SUMATHI, S.; CHAI, S. P.; MOHAMED, A. R. **Utilization of oil palm as a source of renewable energy in Malaysia**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 12, p. 2404–2421, 2008.

VENTURIERI, A.; FERNANDES, W. R.; BOARI, A. de J.; VASCONCELOS, M. A. **Relação entre Ocorrência do Amarelecimento Fatal do Dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) e Variáveis Ambientais no Estado do Pará**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal-RN. Anais XIV, Natal: INPE, 25-30 abril, 2009, p. 523-530.

VIJAYARATHNA, S.; ZAKARIA, Z.; CHEN, Y.; LATHA, L. Y.; KANWAR, J. R.; SASIDHARAN, S. **The antimicrobial efficacy of *Elaeis guineensis*: characterization, in vitro and in vivo studies**. Molecules, v. 17, p. 4860 – 4877, 2012.

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS GENÉTICOS DA CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA À ADUBAÇÃO COM SILÍCIO E AO ESTRESSE HÍDRICO

Mariana Cabral Pinto

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal-PB

João de Andrade Dutra Filho

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal-PB

RESUMO: A cana-de-açúcar é uma cultura de relevada importância econômica, e caracteriza-se por apresentar diferentes subprodutos que vão desde a indústria energética até a de alimentação. A demanda hídrica da cultura é de 1.500 a 2.500 mm água bem distribuídos ao longo de seu ciclo, em regiões onde a falta desse recurso é recorrente é necessário adotar-se estratégias para minimizar a perda de água pela planta. O uso de adubação silicatada tem sido vista como uma solução para a redução do estresse hídrico em algumas culturas, inclusive a cana-de-açúcar. Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar o desempenho de variedades comerciais de cana-de-açúcar sob diferentes doses de silício e níveis de água. O ensaio foi conduzido no Campus de Universidade Federal de Campina Grande- UFCG em Pombal-PB durante 90 dias, foi utilizado o esquema fatorial triplo com duas variedades (RB92579 e RB867515), dois níveis de água (50 % e 100 % da capacidade de água do solo) e doses de silicato de potássio

(0,0 L, 3L e 4L de K_2SiO_3), três repetições e delineamento em blocos casualizados. A aplicação foliar de silício, na forma de silicato de potássio, contribuiu para o desenvolvimento das plantas de cana-de-açúcar. Os tratamentos com 0L de K_2SiO_3 e 3L de K_2SiO_3 foram os que apresentaram os melhores resultados.

PALAVRAS-CHAVE: *Saccharum officinarum* L.), déficit hídrico, silicato.

ABSTRACT: Sugarcane is a culture of outstanding economic importance and is characterized by different by-products ranging from the energy industry to the food industry. The water demand of the crop is 1,500 to 2,500 mm water well distributed throughout its cycle, in regions where the lack of this resource is recurrent it is necessary to adopt strategies to minimize the loss of water by the plant. The use of silicate fertilizers has been seen as a solution for the reduction of water stress in some crops, including sugarcane. Therefore, the objective of this work was to evaluate the performance of commercial varieties of sugarcane under different rates of silicon and water levels. The experiment was conducted at Campina Federal University Campina Grande (UFCG) in Pombal-PB for 90 days. It was used the triple factorial scheme (RB92579 and RB867515), two water levels (50% and 100% of the water capacity of the soil) and doses of potassium silicate (0.0 L,

3L and 4L K₂SiO₃), three replicates and randomized block design. Foliar application of silicon, in the form of potassium silicate, contributed to the development of sugarcane plants. The treatments with 0L of K₂SiO₃ and 3L of K₂SiO₃ were the ones that presented the best results.

KEYWORDS: Sugarcane, Water deficit, Silicon.

1 | INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é típica de climas tropicais e subtropicais. No Brasil, há indícios de que o cultivo da cana-de-açúcar seja anterior à época do descobrimento, o cultivo em extensão, contudo, se deu posteriormente, com a criação de engenhos e plantações com mudas trazidas pelos portugueses (SEGATO, et al., 2006).

É uma cultura com elevado valor econômico, sendo relevante para a produção agrícola nacional. Segundo dados do IBGE (2016) a produção nacional foi 798.636.167 toneladas em 10.161.622 hectares. No Brasil a região mais produtora é a Sudeste. No Nordeste a safra 2015-2016 concentrou 54.402 toneladas por hectare sendo os estados mais produtores Alagoas, Pernambuco e Paraíba, respectivamente (CONAB, 2015).

A relevância da cana de açúcar é decorrente de sua múltipla utilidade, sendo empregada *in natura*, sob a forma de forragem para alimentação animal, como também matéria prima para a fabricação de melado, rapadura, aguardente, açúcar e álcool. Além disso, seus resíduos possuem grande importância econômica, pois o vinhoto e a torta são transformados em adubo, e o bagaço em combustível (CAPUTO et al., 2008).

Devido à região Nordeste não apresentar alta produtividade da cana-de-açúcar, a busca pela utilização de material genético adaptado as condições climáticas é fator primordial para incremento na produção. O setor canavieiro possui vasta variabilidade genética devido os programas de melhoramento genético, em busca de materiais que apresentem características de interesse para a agroindústria canavieira (SOUZA et al., 2012). A avaliação, identificação e indicação de genótipos promissores de cana-de-açúcar são de fundamental importância para o desenvolvimento da cultura (VERISSIMO et al., 2012).

Alguns trabalhos relatam o estudo do comportamento da cana-de-açúcar em diferentes ambientes avaliando também a variabilidade genética, dentre eles podemos citar (LUI et al., 2011; SOUZA et al., 2012, VERISSIMO et al., 2012), no entanto novas variedades estão sendo lançadas e o estudo das mesmas implica em detalhes relevantes para o agronegócio.

As plantas em condições de campo estão constantemente expostas a estresses bióticos ou abióticos, as quais podem sofrer interações negativas que podem afetar significativamente o rendimento da cultura. Os principais fatores abióticos responsáveis pela redução da produtividade em diversas espécies são deficiência hídrica, alagamento,

baixas e altas temperaturas, salinidade. No entanto a deficiência hídrica é considerada a principal causa da redução da produtividade agrícola no mundo. (MARQUES, 2013).

O silício é considerado elemento útil ou benéfico para as plantas (Malavolta, 1980; Marschner, 1995) e segundo Epstein (1999), plantas em ambiente enriquecido com silício diferem das cultivadas com deficiência do elemento, principalmente, quanto à composição química, resistência mecânica das células, características de superfície foliar, tolerância ao estresse abiótico e a ocorrência de pragas e doenças (BOTELHO, et al., 2005).

Segundo Farias (2000), as plantas adubadas com Si tornam-se mais eficientes quanto a capacidade de absorção da luz solar e de realizar fotossíntese. Além disso, o Si pode aumentar a resistência das plantas ao estresse hídrico. Quanto maior o teor de Si no tecido foliar, maior a sua tolerância a falta de água no solo.

As plantas absorvem silício como ácido monossilícico (H_4SiO_4) ou seus ânions, sendo transportado para a parte aérea via xilema pelo fluxo de transpiração, após a perda de água o mesmo é polimerizado como sílica gel na superfície das folhas e hastes (SNYDER; MATICHENKOV; DATNOFF, 2007). O acúmulo de silício proporciona uma proteção mecânica da epiderme aumentando a tolerância à seca (FREITAS et al., 2011). Horiguchi (1988) e Agarie et al. (1998) encontraram menor taxa de transpiração em plantas de arroz que cresceram em meio que havia silício. Ficando assim evidente a influência do Si nas graminhas.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o comportamento da cana-de-açúcar sob adubação silicatada nas condições de irrigação e déficit hídrico.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal (CCTA / UFCG). A localização geográfica da cidade está definida pelas coordenadas: 06° 31'59' de latitude sul, 38°03'43' de longitude oeste e altitude aproximada de 252 m. O clima de Pombal, baseado no sistema de classificação internacional de Köppen, foi incluído no tipo Bsh (semiárido) quente e seco, com pluviosidade média anual inferior a 1000 mm/ano com chuvas irregulares e médias anuais térmicas superiores a 25°C.

Foram realizadas as análises químicas e físicas do solo a ser utilizado no experimento (Tabela 1). Com amostras simples coletadas do solo de todos os vasos, na profundidade de 0-20 cm e enviadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo do Instituto Federal da Paraíba - IFPB/Campus Sousa. A adubação foi realizada de acordo com análise química do solo e com base no manual de recomendação para o estado de Pernambuco proposto por Cavalcanti et al. (2008).

pH	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H ⁺ +Al ⁺³	SB	CTC	V	MO	PST
H2O	mg dm ⁻³						cmolc dm ⁻³			%	g kg ⁻¹	%
6,2	310	0,42	0,27	5,2	1,9	0,00	1,68	7,79	9,47	82,26	9,07	3

Tabela 1. Resultado da análise química do solo utilizado no experimento em amostra coletada antes da implantação do ensaio. Pombal – PB, 2018.

P, K, 'Na: Extrator Mehlich1; Al, Ca, Mg: Extrator KCL 1M; SB=Ca+2+Mg+2+K++Na+; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; CTC=SB+H++Al+3; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black; PST= Percentagem de Sódio Trocável.

O plantio foi realizado em vasos com capacidade de 60 dm³, com uma camada de brita e preenchido com o solo (Tabela 1) classificado como Neossolo Flúvico previamente misturado com 3L de esterco bovino por vasos. Para a adubação foram utilizados 45,45 kg de Ureia/há e 50 kg de KCl/há. A fonte de silício utilizada foi para a aplicação via foliar foi o Silicato de Potássio (K₂SiO₃), sendo este constituído de 23,7% K₂O e 10,0% Si p/v. O plantio da cana-de-açúcar foi através da parte vegetativa, utilizando rebolos com duas gemas, com três rebolos por recipiente. As variedades utilizadas foram a RB92579, sensibilidade ao déficit hídrico, e a RB867515, que apresenta melhor desenvolvimento em sequeiro nos estados do Nordeste na safra 2015/16 (PMGCA/RIDESA, 2016). Após 30 dias foi realizado o desbaste, através do corte das plantas com um facão, mantendo apenas uma planta.

A irrigação foi realizada através do método de lisimetria de drenagem e de acordo com os tratamentos 50 e 100% da capacidade de campo do solo. A realização dos tratos culturais se deu conforme as necessidades da cultura ao longo da fase de campo.

O experimento foi conduzido durante 90 dias, em delineamento de blocos casualizados com 3 repetições, duas variedades de cana-de-açúcar (tolerante - RB867515 e sensível à seca - RB92579), com e sem deficiência hídrica (100 e 50% da capacidade de campo – CC) e três doses de Silicato de Potássio (S0 = 0,0 L K₂SiO₃/ha; S1 = 3L K₂SiO₃/ha; S2 = 4L K₂SiO₃/ha), caracterizando o arranjo fatorial triplo 2x2x3.

As avaliações morfológicas foram realizadas a cada 30 dias após aplicações dos tratamentos em cada vaso. As variáveis avaliadas foram: altura de colmo (AC), diâmetro de colo (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), número de colmos (NC), massa fresca da parte aérea (MSPA) e massa seca parte aérea (MSPA).

A área foliar (AF) foi determinada pela medição do comprimento e largura da porção mediana da folha +3, conforme metodologia descrita por Hermann e Câmara (1999): $AF = C \times L \times 0,75 \times (N + 2)$, onde: AF é a área foliar por planta (cm²); C é o comprimento da folha +3 (cm); N é o número de folhas verdes expandidas e 0,75 é o fator de correção para a área foliar da cultura.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observa-se na Tabela 2 que para a maioria das variáveis analisadas não houve significância, contudo, para altura de colmo (AC) e largura de folha (LF) houve interação significativa ($p < 0,05$).

FV	Quadrados médios									
	GL	AC	DC	NF	LF	CF	AF	NC	MFPA	MSPA
Água	1	235,1111 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0277 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	13,44 ^{ns}	1182,2070 ^{ns}	1,7777 ^{ns}	0,2511 ^{ns}	0,1308 ^{ns}
Variedade	1	386,7777 ^{ns}	0,002 ^{ns}	1,3611 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	576,0 ^{ns}	4,4974 ^{ns}	0,4444 ^{ns}	0,3205 ^{ns}	0,0491 ^{ns}
Sílicio	2	230,1111 ^{ns}	0,0008 ^{ns}	0,1944 ^{ns}	0,0017 ^{ns}	108,08 ^{ns}	1087,5128 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,2113 ^{ns}	0,0782 ^{ns}
Água x Var	1	513,7777*	0,0021 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,0059 ^{ns}	40,11 ^{ns}	4938,0853 ^{ns}	0,1111 ^{ns}	0,5297 ^{ns}	0,1034 ^{ns}
Água x Sil	2	199,1111 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,8611 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	504,19 ^{ns}	2519,0663 ^{ns}	0,3611 ^{ns}	0,0165 ^{ns}	0,0184 ^{ns}
Var x Sil	2	38,1111 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	2,6944 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	153,25 ^{ns}	9071,6528 ^{ns}	0,5277 ^{ns}	0,1221 ^{ns}	0,0119 ^{ns}
Água x Var x Sil	2	13,7777 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	1,5833 ^{ns}	0,0054*	73,69 ^{ns}	13299,2155 ^{ns}	0,1944 ^{ns}	0,0589 ^{ns}	0,0189 ^{ns}
Repetição	2	505,1944	0,0005 ^{ns}	0,3611 ^{ns}	0,0037 ^{ns}	604,33 ^{ns}	608,5558 ^{ns}	1,0 ^{ns}	0,1046 ^{ns}	0,0060 ^{ns}
Erro	22	95,3156	0,0006	1,7247	0,0013	241,6	6778,2475	1,1818	0,2033	0,0535
CV (%)		13,14	10,19	18,69	11,12	11,51	27,29	28,36	46,77	54,5

Tabela 2. Resumo da análise de variância. Pombal-PB, 2018.

* significativo a 5% pelo Teste F. ^{ns} não significativo pelo Teste F. AP= altura de colmo; DC= diâmetro de colmo; NF= número de folhas; LF= largura de folha (3+); CF= comprimento de folha; AF= área foliar; NC= número de colmos; MFPS= massa fresca da parte aérea; MSPA= massa seca da parte aérea.

Na Tabela 3 observa-se que para a variedade RB92579 (1) os níveis de água no solo não diferiram estatisticamente, já para a variedade RB867515 (2) o solo com 100 % da capacidade de campo apresentou resultado superior. Mesmo o silício não sendo considerado um elemento essencial, sabe-se que o a aplicação desse elemento melhora a arquitetura da planta e aumenta a fotossíntese (DEREN et al., 1994), além de aumentar a altura das plantas, devido o incremento em comprimento da lâmina foliar (YOSHIDA et al., 1959; TAKAHASHI, 1995; FARIA, 2000).

Tratamento	Altura de colmo	
	Variedade 1	Variedade2
100 % água	76,33 aA	77,33 aA
50 % água	78,77 aA	64,66 bB
DMS variedade	9,54	
DMS teor de água	9,54	
CV (%)	13, 14	

Tabela 3. Análise de variância do desdobramento da interação Água e Variedade (AC). Pombal-PB, 2018.

A1= 50% capacidade de campo; A2= 100% capacidade de campo; V1= RB92579; V2= RB867515.

Observa-se na Tabela 4 que para teor de água no solo à 100% da capacidade de campo apresentou os melhores resultados para a variedade RB92579 submetido aos níveis de 0,0 L de K_2SiO_3 /há, 3L de K_2SiO_3 /há, enquanto que para a dose de 4L de K_2SiO_3 /há o resultado do inferior. Já para a variedade RB867515 dentro de todas as doses de silício, não apresentou diferença dentro do nível de água de 100% da capacidade de campo. Para o nível de água de 50 % da capacidade de campo, a variedade RB92579 não apresentou diferenças dentro das diferentes doses de silício, enquanto que para a variedade RB867515 submetido aos níveis de silício de 0,0 L de K_2SiO_3 /há e 3L de K_2SiO_3 /há apresentaram resultado superior ao nível de 4L de K_2SiO_3 /há.

Variedades/Silício	Largura da folha	
	Teor de água no solo	
	100	50
V1/S0	0,34 A	0,33 A
V1/S1	0,32 A	0,34 A
V1/S2	0,27 B	0,34 A
V2/S0	0,33 A	0,32 A
V2/S1	0,32 A	0,33 A
V2/S2	0,35 A	0,27 B
DMS	0,06	
CV (%)	11,12	

Tabela 4. Análise de variância do desdobramento da interação teor de água dentro de cada nível de silício e variedade para variável largura da folha (LF). Pombal-PB, 2018.

A1= 50% capacidade de campo; A2= 100% capacidade de campo; S0 = 0,0 L K_2SiO_3 /ha; S1 = 3L K_2SiO_3 /ha; S2 = 4L K_2SiO_3 /há; V1= RB92579; V2= RB867515.

Na Tabela 5 a variedade RB92579 apresentou melhores resultados quando submetido ao nível de 100% da capacidade de campo sob os níveis de 0,0 L de K_2SiO_3 /há e 3L de K_2SiO_3 /há, já sob 50% da capacidade de campo não houve diferença entres os resultados, quando submetidos aos diferentes níveis de silício. Já a variedade RB867515 não apresentou diferença entre os resultados. Na variedade RB92579 todos os resultados foram superiores para 100% da capacidade de campo sob diferentes doses de silício, já para 50% da capacidade de campo submetidos aos níveis de K_2SiO_3 /há e 3L de K_2SiO_3 /há apresentaram resultados superiores.

Teor de água/Silício	Largura da folha	
	Variedades	
	1	2
A1/S0	0,33 A	0,34 A
A1/S1	0,32 A	0,33 A
A1/S2	0,27 B	0,35 A
A2/S0	0,33 A	0,32 A
A2/S1	0,34 A	0,33 A
A2/S2	0,34 A	0,27 B

DMS	0,06
CV (%)	11,12

Tabela 5. Análise de variância do desdobramento da interação variedade dentro de cada nível de água e silício para variável largura da folha (LF). Pombal-PB, 2018.

A1= 50% capacidade de campo; A2= 100% capacidade de campo; S0 = 0,0 L K₂SiO₃/ha; S1 = 3L K₂SiO₃/ha; S2 = 4L K₂SiO₃/há; V1= RB92579; V2= RB867515.

Na Tabela 6, observa-se que para as diferentes doses de silício aplicada tanto na variedade RB92579 e RB867515 e sob os diferentes níveis de água (50% e 100% da capacidade de campo), todos os resultados foram superiores. Segundo MA e YAMAJI (2006), o silício promove aumento na resistência e rigidez das paredes celulares, reduzindo assim a transpiração, acamamento e a perda de água pela planta. Em arroz cultivado sob condição de falta de água (estresse hídrico), a aplicação de silício estimulou o crescimento da cultura, no entanto, o mesmo não foi observado de forma acentuada sob condição de não estresse (MA, 1990).

Teor de água/Varietades	Largura da folha		
	Silício		
	0	1	2
A1/V1	0,34 A	0,32 A	0,27 A
A1/V2	0,33 A	0,32 A	0,35 A
A2/V1	0,33 A	0,34 A	0,34 A
A2/V2	0,31 A	0,33 A	0,27 A
DMS	0,07		
CV (%)	11,12		

Tabela 6. Análise de variância do desdobramento da interação silício dentro de cada nível de água e variedade para variável largura da folha (LF7). Pombal-PB, 2018.

A1= 50% capacidade de campo; A2= 100% capacidade de campo; S0 = 0,0 L K₂SiO₃/ha; S1 = 3L K₂SiO₃/ha; S2 = 4L K₂SiO₃/há; V1= RB92579; V2= RB867515.

4 | CONCLUSÕES

A aplicação foliar de silício, na forma de silicato de potássio, contribuiu para o desenvolvimento das plantas de cana-de-açúcar.

Os tratamentos com 0L de K₂SiO₃ e 3L de K₂SiO₃ foram os que apresentaram os melhores resultados.

REFERÊNCIAS

AGARIE, S. et al. Effects of silicon on tolerance to water déficit and heat stress in Rice plants (*Oriza sativa* L.), moniterad by electrolyte leakage. **Plant Production Science**, Tokyo, v. 1, p. 96-103, 1998.

BARBOSA, T. B. et al. Potencial de água e regulação osmótica em variedades de cana-de-açúcar submetidas a dois regimos hídricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 12.

Anais... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2009.

BOTELHO D. M. S.; POZZA, E. A.; ADÉLIA A. A. POZZA.; CARVALHO J. G.; BOTELHO C. E.; SOUZA P. E. Intensidade da Cercosporiose em Mudanças de Cafeeiro em Função de Fontes e Doses de Silício. **Fitopatologia Brasileira** 30:582-588. 2005

CAPUTO, M. M.; BEAUCLAIR, E. G. F.; SILVA, M. A.; PIEDADE, S. M. S. Resposta de genótipos de cana-de-açúcar à aplicação de indutores de maturação. **Bragantia**, v. 67, n. 1, p. 15-23, 2008.

CAVALCANTI, F.J.A. et. al. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**. 2ª Aproximação. Recife – Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, 2008. 212p. II.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira da cana-de-açúcar. v.1, Brasília:Conab, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 24 de abril de 2017.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Estatística experimental e matrizes**. Editora UFV, Viçosa, 285p, 2006.

DEREN, C.W.; DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; MARTIN, F.G. (1994) Silicon concentration, disease response, and yield components of rice genotypes grown on flooded organic histosol. **Crop Science** 34:733-37.

FREITAS, Lucas Barbosa de et al. Adubação foliar com silício na cultura do milho. **Revista Ceres**, p. 262-267, 2011.

HERMANN, E.R.; CÂMARA, G.M.S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **Revista da STAB**. Piracicaba, v.17, n.5, p.32-34, 1999.

HORIGUCHI, T. Mechanism of manganese toxicity and tolerance of plants IV: effects of silicone on alleviation of manganese toxicity of rice plants. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 34, p 65-73, 199.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resultados da Produção Agrícola Municipal 2015. Coordenação de Agropecuária – COAGRO. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/impressa/ppts/00000027422109112016210223405721.pdf>. Acesso em: 24 de abril de 2017.

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. Papel do silício na produção de cana-de-açúcar. **Tecnologia e Pesquisa**, v. 21, n. 2, p. 6-9, 2002.

KORNDÖRFER G.H.; PEREIRA H.S. E.; CAMARGO M.S. Papel do Silício na Produção de Cana-de-Açúcar. **Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil** - novembro/dezembro, v. 21 n.2, 2002.

LUI, J.J.; FIDELIS, R.R.; DIAS, M.A.R.; SARMENTO, R.A. Produtividade de rapadura de genótipos de cana-de-açúcar na Região de Dueré, Sul de Tocantins. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.3, p.1059-1068, 2011.

MA, J.F.; YAMAJI, N. (2006) Silicon uptake and accumulation in higher plants. **Trends in Plant Science** 11:392-397.

MARQUES, D. J. Proporções de silicato e carbonato de cálcio no crescimento, nutrição mineral e eficiência do uso da água por plantas de milho sob estresse hídrico. 2013. 184 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

SEGATO, S. V., org. II. Pinto, A. de S. org. III. Jendiroba, E., org. IV. Nóbrega, J.C.M. de, org. de V.

Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: Esalq, 2006.

SNYDER, G. H.; MATICHENKOV, V.; DATNOFF, L. E. Silicon. In: BARKER, A. V.; PILBEM, D.J. **Handbook of plant nutrition**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2007. P. 551-568.

SOUZA, P.H.N.; BASTOS, G.Q.; ANUNCIÇÃO FILHO, C.J.; DUTRA FILHO, J.A.; MACHADO, P.R. Avaliação de genótipos de cana-de-açúcar para início de safra na microrregião Centro de Pernambuco. **Revista Ceres**, v.59, n.5, p. 677-683, 2012.

TOPP, G. C. et al. Soil water desorption curves. In: CARTER, M. R. (Org.). **Soil sampling and methods of analysis**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1993. p. 569-579.

VERISSIMO, M.A.A.; SILVA, S.D.A.; AIRES, R.F.; DAROS, E.; PANZIERA. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos precoces de canadeaçúcar no Rio Grande do Sul. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.47, n.4, p.561-568, 2012.

YOSHIDA, S.; OHNISHI, Y; KITAGISHI, K. (1959) Role of silicone in rice nutrition. **Soil Plant Food** 5:127:33.

AVANÇOS E DESAFIOS DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE EMBALAGEM PÓS-CONSUMO NO BRASIL

Karla Beatriz Francisco da Silva Sturaro

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz –
Universidade de São Paulo
Piracicaba – São Paulo

Thiago Urtado Karaski

Instituto de Tecnologia de Embalagem – Centro
de Tecnologia de Embalagem
Campinas – São Paulo

Leda Coltro

Instituto de Tecnologia de Embalagem – Centro
de Tecnologia de Embalagem
Campinas – São Paulo

RESUMO: Este estudo teve por objetivo analisar como o Brasil evoluiu na questão ambiental após cinco anos de publicação da Política Nacional de Resíduo Sólido (PNRS) e tem por foco identificar os materiais mais problemáticos para a reciclagem, bem como as tecnologias disponíveis para valorizar a embalagem pós-consumo. Avaliou-se também o aumento do número de associados do Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRES. O número de associados do CEMPRES teve um aumento de 27,6% em comparação com ano de 2010, principalmente nos setores alimentícios e de bebidas. Em novembro de 2015, houve a aprovação do Acordo Setorial de embalagens em geral. Os índices de reciclagem não apresentaram muita variação no período

estudado que compreende de 2009 a 2012, do qual se destaca o alumínio com 98,4% no ano de 2014; sendo o plástico o material mais problemático. Observou-se que as tecnologias usadas no processo de reciclagem no Brasil são em sua maioria importadas.

PALAVRAS-CHAVES: Resíduo Sólido, Acordo Setorial, Embalagem, Reciclagem

ABSTRACT: The goal of this study was to evaluate environmental management improvements within five years of the Brazilian National Policy on Solid Waste approval. This study was focused on identifying packaging materials that still are challenging in terms of mechanical recycling and technologies available to enhance the post-consumer packaging recycling valorize rates. The Brazilian's Corporate Commitment for Recycling (CEMPRES) member companies were surveyed and are presented by number and industry sector. CEMPRES's members increased 27.6% compared to 2010, mainly among companies in the food and beverage sector. The Sectorial Agreement on Packaging in General was approved on November 2015. Packaging materials recycling rates did not vary much throughout the period of 2009-2012, aluminum cans stand out with 98.4% recycling rate in 2014 and plastic was identified as a challenging material for recycling. Most of the sorting and recycling technologies used in Brazil

is brought from abroad.

KEYWORDS: Solid waste, Sectorial Agreement, Packaging, Recycling

1 | INTRODUÇÃO

Após mais de vinte anos de tramitação no congresso, em 2010 houve a aprovação da Política Nacional de Resíduo Sólido (PNRS) que veio estabelecer metas e distribuir as responsabilidades por todos os setores relacionados com os resíduos sólidos. A política inovou e trouxe a responsabilidade compartilhada, a ferramenta da logística reversa como meio de auxiliar na diminuição dos resíduos encaminhados para os aterros e lixões (BRASIL, 2010).

A responsabilidade compartilhada é a divisão da responsabilidade sobre o resíduo por todos os componentes de uma sociedade. É um modelo inédito no Brasil, que busca a melhor maneira de gerenciamento englobando todas as esferas. Na esfera pública com todos os órgãos envolvidos e nas respectivas competências tanto municipal, estadual e federal. Contempla também o setor privado, responsável principalmente pela logística reversa do ciclo de vida do produto. E por fim a população que fica responsável pela separação do resíduo seco do orgânico e sua destinação correta sejam em PEV (Ponto de Entrega Voluntária) ou quando na cidade existe a coleta seletiva; a população também, segundo a política, é responsável por um consumo consciente, buscando sempre a diminuição dos resíduos gerados (COSTA, s.d.).

A Logística Reversa é definida na PNRS como: “logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada”. A ideia central do processo de logística reversa é o desenvolvimento de ações que buscam fazer com que as embalagens retornem desde o consumidor final ao início do ciclo produtivo para que essa possa ser reaproveitada na cadeia produtiva.

Visando atender as exigências da PNRS, o setor responsável pelas embalagens apresentou ao governo uma proposta de projeto para a implantação da logística reversa que foi recebida pelo Governo Federal de dezembro de 2012 a janeiro de 2013. A proposta ficou em análise, até que em 25 de novembro de 2015, após as consultas públicas e revisões da proposta, ela foi aprovada (MMA, 2015).

Por meio desse instrumento, todos aqueles que fazem parte da cadeia de embalagens, sejam fabricantes, importadores, comerciantes e distribuidores, se comprometem a trabalhar de uma maneira conjunta, inclusive em associação com as cooperativas para garantir que o resíduo, quando possível, possa ser reintegrado a cadeia produtiva e, quando não, que o mesmo tenha uma destinação final

ambientalmente correta (MMA, 2015).

O objetivo deste estudo consistiu em analisar como o Brasil evoluiu na questão ambiental relacionada às embalagens após cinco anos da publicação da Política Nacional de Resíduo Sólido e teve como foco identificar os materiais de embalagem mais problemáticos para a reciclagem e as tecnologias disponíveis para valorizar a embalagem pós-consumo. Este artigo foi publicado originalmente nos Anais do 10º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2016, realizado de 2 a 4 de agosto de 2016, em Campinas, São Paulo.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se uma pesquisa referente aos índices de reciclagem em informativos e publicações das associações dos materiais de embalagem: plásticos, vidro, alumínio, aço e papel. Assim como uma análise de informativos publicados pelo Compromisso Empresarial para Reciclagem.

Realizou-se um levantamento bibliográfico de literatura científica em tecnologias para a reciclagem e também sobre os materiais de embalagem para apoiar o desenvolvimento do projeto. Foi feita uma visita técnica a feira RWM Brasil (*Resource Waste Management*), na qual foram obtidas informações sobre o mercado de tecnologias para triagem dos materiais e reciclagem.

Foi feita uma visita técnica à Cooperativa Cooperlirios em Americana/SP. Um diferencial desta cooperativa em relação às demais é o fato desta ser operada apenas por mulheres. Na etapa final do projeto seis cooperativas e quatro recicladores foram consultados via e-mail e telefone para identificar quais os materiais de embalagens que ainda apresentam dificuldades em sua comercialização.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Associados ao CEMPRES

O Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRES) é uma associação sem fins lucrativos dedicada à promoção da reciclagem dentro do conceito de gerenciamento integrado do lixo. O CEMPRES liderou a coalizão de empresas e associações e foi responsável por apresentar ao Ministério do Meio Ambiente uma proposta de Acordo Setorial para a logística reversa das embalagens pós-consumo (CEMPRES, 2015).

No primeiro boletim informativo analisado, do período de Janeiro/Fevereiro de 2010, constavam 29 associados comparados ao boletim informativo de Novembro/Dezembro de 2015 houve um aumento de 27,6% no número de associados (37). A evolução do número de empresas associadas ao CEMPRES entre 2010 e 2015 é

apresentada na Figura 1.

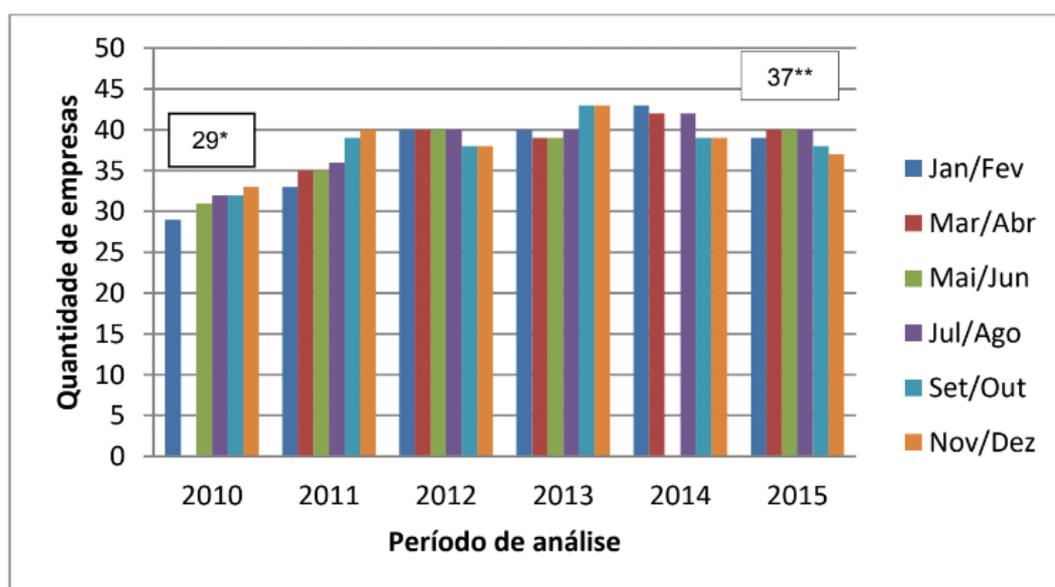


Figura 1. Número de empresas associadas ao CEMPRE a cada bimestre do ano 2010 a 2015.

(*) O número representa o primeiro boletim informativo de 2010.

(**) O número representa o último boletim informativo de 2015.

Fonte: Boletim Informativo do CEMPRE (2010 a 2015).

O que pode ser observado com este levantamento é que houve um aumento no número de associados a partir da aprovação da PNRs. Com destaque para as empresas dos ramos alimentícios, de bebidas e de higiene pessoal que se associaram ao CEMPRE neste período, conforme os resultados apresentados na Figura 2. Alguns setores não tiveram variação como os de tecnologia da informação (TI), varejo, embalagens e eletroeletrônicos, já o setor de cigarros deixou de integrar a lista de associados no ano de 2012.

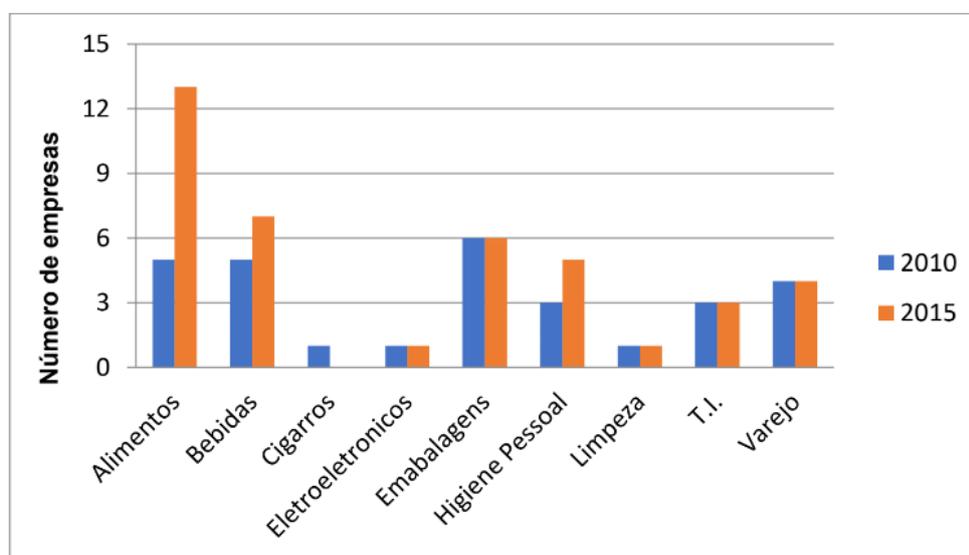


Figura 2. ro de empresas associadas ao CEMPRE por área de atuação (CEMPRE, 2010 a 2015).

Fonte: Boletim Informativo do CEMPRE (2010 a 2015).

3.2 Índices de Reciclagem

Com referência aos índices de reciclagem dos materiais de embalagem, foram encontradas estatísticas até o ano de 2012, mostrando-se estáveis durante o período de análise. Conforme os dados da Tabela 1 o material mais crítico segundo este levantamento é o plástico, uma vez que seu índice de reciclagem está por volta de 20%.

Material	2009	2010	2011	2012
Plástico	19,2%	19,4%	21,7%	20,9%
Papel	46,0%	44,0%	45,5%	45,7%
Vidro	47,0%	47,0%	-	-
PET	56,0%	55,8%	57,1%	58,9%
Latas de Alumínio	98,2%	97,6%	98,3%	97,9%

Tabela 1. Índices de reciclagem para plástico, papel, vidro, politereftato de etileno (PET) e alumínio entre 2009 e 2012.

Fontes: ABIVIDRO (2015), ABRELPE (2014), ABIPET (2012), ABAL (2015), PLASTVIDA (2012).

Embora tenha sido feito consultas às principais publicações das associações de materiais de embalagem no período de 2015 a 2016, os índices de reciclagem mais recentes são referentes ao ano de 2012, com exceção do alumínio com índice de 98,4% no ano de 2014.

Os índices de reciclagem apresentados na Figura 3 mostram a disparidade de alguns valores entre o Brasil e a União Europeia (UE). A UE destaca-se na reciclagem de papel/papelão (84%), vidro (72%), plástico (35,5%) e aço (81%), o que pode ser explicado pelos anos de experiência que os países europeus têm no processo de reciclagem. O Brasil desponta com a reciclagem de latas de alumínio (98,4%) por conta do valor agregado ao material (em média R\$ 3.000,00 por tonelada) e também pela estrutura oferecida pelo programa de reciclagem de latas de alumínio. Em um período de 30 dias é possível que a lata seja usada, passe pelo processo de reciclagem e volte para as prateleiras do país (CEMPRE, 2015). Em relação aos índices de reciclagem do PET nota-se uma proximidade dos valores entre Brasil e UE.

Existe a expectativa do aumento dos índices de reciclagem a partir do estabelecimento dos acordos setoriais.

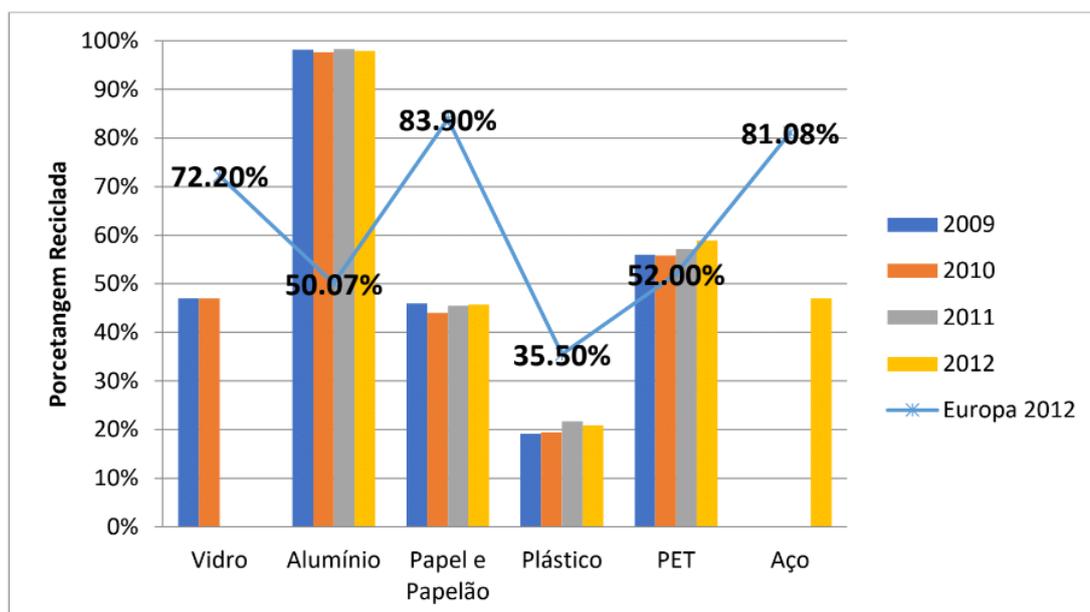


Figura 3. Comparativo dos índices de reciclagem dos diferentes materiais de embalagem no Brasil e na União Européia entre 2009 e 2012

.Fonte: EUROPEAN COMMISSION, 2016.

(*) Os índices de reciclagem do alumínio e do aço foram calculados a partir de uma média dos seguintes países: República Theca, Alemanha, Irlanda, Grécia, França, Itália, Chipre, Polónia, Suécia, Reino Unido e Listenstaine. Os demais materiais representam a média dos 27 países da União Européia (EUROPEAN COMMISSION, 2016).

A visita realizada à cooperativa Cooperlírrios, em Americana/SP, foi importante para se conhecer o funcionamento e as dificuldades encontradas na triagem do material. A cooperativa tem o apoio da prefeitura que faz a coleta dos materiais recicláveis que são levados até eles. A cooperativa recebe por mês uma média de 29 a 39 toneladas de materiais para a triagem. O processo de triagem dos materiais é feito manualmente e os cooperados recebem treinamento dos funcionários mais experientes. A cooperativa localiza-se em um barracão doado pela prefeitura, contam com uma esteira para triagem manual que foi doada pela Tetra Pack, uma prensa, um elevador, uma paleteira e duas balanças. Em relação à venda dos materiais, estes são prensados e repassados a atravessadores que vendem para as recicladoras. O preço pago pelo material varia em relação a quantidade de material recebida por mês para triagem, o que faz com que o salário dos cooperados varie conforme o volume de material vendido em um mês.

Existem hoje doze cooperados e o pessoal de apoio, um vigilante e um estagiário cedido pela prefeitura para auxiliar nas questões administrativas. O rejeito de todo o material recebido chega a 15%, que a prefeitura recolhe e envia para um aterro, os principais rejeitos são: Polipropileno Biorientado metalizado (BOPP metalizado), tubos de creme dental, PET colorido e PET branco.

A Figura 4 apresenta uma visão da esteira em que passa o material para a triagem e as cooperadas fazendo a separação do material (Figura 4, a). Cada cooperada é responsável por separar um tipo de material. A Figura 4, b apresenta alguns materiais que ainda não foram selecionados. A Figura 4, c apresenta o final da esteira e um

saco com todos os rejeitos, onde é possível observar que existem muitas embalagens de biscoitos e salgadinhos (BOPP metalizado). A Figura 4, d apresenta o material já prensado pronto para ser vendido.



Figura 4. Materiais recicláveis observados na Cooperativa Cooperlirios.

O levantamento de dados junto às cooperativas mostrou que alguns materiais possuem dificuldades para a venda, cujos motivos são apresentados na Quadro 1.

O PET branco com o interior preto, citado no Quadro 1, e o PP preto são considerados rejeitos pela a maioria das cooperativas e recicladoras porque no processo de reciclagem esse material adquire uma coloração acinzentada que não é atrativo comercialmente.

Material	Motivo
Tubo de creme dental	A falta de mercado e também o fato de alguns tubos conterem folha de alumínio na estrutura, o que dificulta o processo de reciclagem
PET Branco com o interior preto	A coloração do plástico quando reciclado
Polipropileno preto (PP)	A coloração do plástico quando reciclado
Poliestireno expandido (EPS)	Grande volume e baixo peso
BOPP Metalizado	Lavagem e separação do material

Quadro 1. Materiais com dificuldades para venda pelas cooperativas.

O poliestireno expandido – EPS, conhecido popularmente como Isopor®, é 100% reciclável, mas por conta do gás injetado no polímero ele ganha um grande volume e massa reduzida, o que dificulta o transporte até a cooperativa. Já na cooperativa esse tipo de material necessita de um maquinário especial que retira o ar e deixa-o com volume reduzido. Porém, muitas vezes esse maquinário é caro, inviabilizando o seu uso por cooperativas. Mesmo assim, segundo um estudo da Plastivida, o Brasil

reciclou 34,5% do EPS consumido em 2012. O maior consumidor do EPS reciclado é o setor de construção civil, absorvendo cerca de 80% (BAHIENSE, 2015).

O BOPP, material 100% reciclável, foi incluído no Quadro 1, pois as empresas recicladoras apresentam dificuldades na lavagem do BOPP pós-consumo, bem como na separação correta deste material. A maioria das recicladoras contatadas em estudo realizado por Coltro (2009), desconheciam esse tipo de polímero e, em alguns casos não especificados, a presença da tinta de impressão dificulta o processo de reciclagem do material. Já a presença do material metalizado não atrapalha o processo (COLTRO, 2009).

De uma maneira geral, existem dificuldades com relação a separação correta do material nas recicladoras, uma vez que chegam materiais misturados que causam dificuldades no processo de reciclagem. Por outro lado, uma das recicladoras informou que não possuía nenhuma dificuldade no processo de reciclagem e que seu material de venda eram vassouras produzidas da reciclagem do PET, com uma média de 100 garrafas recicladas por mês. Já outra recicladora informou que trabalha com materiais que possuem uma alta taxa de rejeição no mercado como, por exemplo filmes multicamadas, copos, tampas de refrigerante com lacres de difícil remoção. Eles produzem chapas de filmes ou de copo, lacre de tampinhas, módulos e cadeiras de garrafas como produto final para venda no mercado.

Foi comentado também a questão da condição estrutural que o país oferece, tais como altos impostos, água e energia a um custo elevado, além de poucos investimentos em políticas que auxiliem as empresas de reciclagem.

3.3 Tecnologias de Reciclagem

O levantamento referente às tecnologias de reciclagem mostrou que o Brasil atualmente possui um atraso em relação à Europa e América do Norte, que são detentoras destas tecnologias. O Brasil importa instalações de triagem, mas na maioria das vezes apenas as esteiras, pois a separação do material é feita manualmente em cooperativas. O Quadro 2 apresenta um panorama do Brasil e do Mundo referente as empresas detentoras de tecnologia de reciclagem. Pode-se verificar a predominância dos EUA e de países europeus como desenvolvedores de tecnologias na área de reciclagem de resíduos.

A tecnologia da empresa Vauche s.a, citada no Quadro 2, trata da compostagem da matéria orgânica, que é um processo de reciclagem desse tipo de resíduo, que quando decomposto torna-se um excelente fertilizante natural que pode ser utilizado nas culturas agrícolas (MMA, s.d.).

Nome da Empresa	País	Plantas no Brasil	Plantas no Mundo	Tipo de Tecnologia Empregada	Materiais	Referências
Asja Brasil Ser. Para o Meio Ambiente Ltda.	Itália	2	1	Plantas geradoras de energia	Biogás de aterro	http://www.asja.biz/
BHS_Bulk Handling System	EUA	n.d.	n.d.	Classificadores óticos	PET, PEAD, plásticos mistos, metais e orgânicos	www.bulkhandlsystem.com
Bruno Industrial	Brasil	8	2	Plantas de triagem de RSU, revolvedor de leira, sistema de tratamento biológico, sistema peneiramento, equipamento para trituração		http://www.bruno.com.br/
Contemar Ambiental	Brasil	n.d.	n.d.	Os contentores de lixo, containers ou coletores de lixo são sempre fabricados em PEAD (Polietileno de Alta Densidade), injetado e com proteção UV.		http://www.contemar.com.br/
Danima Engenharia Ambiental	Espanha	n.d.	n.d.	Plantas, coletores, compactadores, pontos de limpeza móveis		http://www.danima.es
Diesoil Engineering	Suíça	0	16	Reciclagem química, desinfecção e esterilização de material da área de saúde, separação de material reciclável	Plásticos flexíveis; material hospitalar, resíduo comum	www.diesoil.ue
Eggersmann Anlagenbau Concept GmbH	Alemanha	n.d.	n.d.	biogás e plantas de reciclagem		http://www.f-e.de/startpage.html
EREMA	Áustria	1	n.d.	Equipamentos para reciclagem de Bobinas, Aparas, Ráfia e Fibras em PEBD, PEBDL, PEAD, PP, Plásticos de Engenharia, Poliamidas (Nylon) e filmes de BOPP. Linhas completas para reciclagem de PET a partir de Flakes, Linhas "Bottle to Bottle" para PET e filtros especiais para PET		http://www.ereama.at
Hammel Recyclingtechnik GmbH	Alemanha	n.d.	n.d.	plantas de triagem, projetos com biogás		http://www.hammel.de
Nihot Recycling Technology BV	Holanda	0	7			www.nihot.nl
OWS - Organic Wast System NV	Bélgica	n.d.	n.d.	usinas de digestão anaeróbica	testes da biodegradabilidade de biopolímeros	www.ows.be

Pellenc ST Selective Technologies	França	1	5	separadores óticos	resíduos domésticos e industriais	www.pellencst.com
Picvisa	Espanha	1	6	separação de material por leitor óptico	plásticos, vidros, papel e metal	www.picvisa.com
Presona AB	Suécia	n.d.	n.d.	instalações turn-key, manuseio de resíduos centros completos de triagem, enfiamento de lixo		www.presona.com
Sorain Cecchuni Tecno	Itália	1	50	usinas de tratamento mecânico biológico de resíduos		www.sctecno.com
Stadler do Brasil Ltda	Alemanha	n.d.	9	Separadores balísticos, peneira balística de bicos, tambores de peneiramento, técnica de transporte por esteira		www.w-stadler.de/pt
Steinert Lationa-mericana				equipamentos de separação magnética por sensores		www.steinert.com
Sutco Brasil Ltda	Espanha	0	450	plantas de triagem		www.sutco.com.br
Tecscan Industria e Comércio Ltda	Brasil			Coletores, trituradores, granuladores		www.tecscan.com.br
Vauche s.a.	França	1	12	centrais de triagem, biometanização, compostagem		http://www.vauche.com/

Quadro 2. Panorama Brasil x Mundo: Empresas detentoras da tecnologia de reciclagem.

n.d. = não disponível

No levantamento de dados sobre as tecnologias de reciclagem, foi identificado um projeto realizado na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) que desenvolveu um papel sintético produzido a partir de plástico reciclado. Esse papel possui vantagens como a maior impermeabilidade, resistência e também maior leveza quando comparado ao papel celulósico. O papel foi desenvolvido com o auxílio da Vitopel e recebeu o nome comercial de Vitopaper® (ABRE, 2015). A ideia do papel proveniente do plástico de resíduo urbano surgiu em meados de 1995 com a pesquisadora Sati Manrich (UFSCar), que utilizou de todos os tipos de resina, embalagens rígidas, flexíveis e multicamadas, como, por exemplo, copos, pratos descartáveis, rótulos e tampas de garrafas, embalagens de chocolate e biscoitos. O papel plástico pode ser obtido através de vários processos, como coextrusão, laminação ou deposição de resinas ligantes. De acordo com os autores, o papel sintético é 100% reciclável e pode passar pelo processo de reciclagem mais de uma vez.

3.4 Acordo Setorial de Embalagens em Geral

O Acordo Setorial de Embalagens em Geral foi assinado no dia 25 de novembro

de 2015. Ele vigorará por prazo indeterminado a partir da assinatura. Foi assinado por associações que representam as empresas de diversos ramos na cadeia produtiva da embalagem, coordenados pelo CEMPRE. Denomina-se Coalizão de Embalagens como o “conjunto das Empresas relacionadas no Anexo I que realizará ações para a implementação do Sistema de Logística Reversa das Embalagens...” segundo o Acordo Setorial (BRASIL, 2015).

A primeira fase do projeto de logística reversa tem uma duração prevista de 24 meses a partir da data do acordo setorial. Ao final desse período espera-se que 3.815 toneladas de embalagens por dia tenham sua destinação final ambientalmente adequada. As cidades primeiramente contempladas são: Belo Horizonte; Cuiabá; Curitiba; Distrito Federal; Fortaleza; Manaus; Natal; Porto Alegre; Recife; Rio de Janeiro; Salvador e São Paulo. A segunda fase consiste em uma análise dos resultados obtidos na fase um. As empresas devem analisar os principais obstáculos e traçar estratégias para implantar o sistema de logística reversa em âmbito nacional. Com um prazo de 90 dias após o encerramento da primeira fase a colisão deverá apresentar ao Ministério do Meio Ambiente um plano de realização, obedecendo à ordem de escolha das cidades pelos critérios apresentados pela empresa.

O Acordo Setorial de Embalagens em Geral, estipulou metas de redução de 22% de embalagens dispostas em aterros até 2018 e um acréscimo de 20% da fração seca do resíduo. Para que seja possível alcançar as metas, a capacidade de processamento ou número de cooperativas e de pontos de entrega voluntária – PEVs deverão ser triplicados nas cidades contempladas na primeira fase do Acordo Setorial.

De acordo com a meta estabelecida pelo Ministério do Meio Ambiente para o Acordo Setorial de Embalagens, as ações das empresas deveriam abranger, no mínimo, 258 municípios brasileiros até o fim de 2014, tomando como base as doze capitais da Copa do Mundo e as cidades de suas respectivas regiões metropolitanas. Entretanto, no período foi contemplado um número maior de municípios: 371 no total, incluindo alguns localizados fora da região alvo da primeira fase, o que corresponde a uma geração estimada em 36,8 milhões de toneladas de resíduos por ano, ou 60,3% de todo resíduo sólido urbano produzido no Brasil (CEMPRE Review, 2015).

As ações da Coalizão Embalagens, junto a organizações de catadores incluíram investimentos empresariais em galpões para separação de recicláveis, capacitação, melhorias da estrutura e compra de veículos e equipamentos, aumentando de 80 iniciativas em 2012 para 956 iniciativas em 2014. Entre 2012 e 2014 as empresas instalaram 1.646 PEVs, resultado 255% superior à meta proposta no Acordo Setorial estipulada para 2015. Estas estações para entrega de resíduos por consumidores estão localizadas em 118 municípios contemplados na primeira fase do Acordo Setorial (CEMPRE Review, 2015). Mesmo com esses avanços ainda não é possível saber o quanto isso refletiu na reciclagem dos diversos tipos de materiais, uma vez que apenas a ABAL atualizou o índice de reciclagem do alumínio para 98,4% no ano de 2014.

4 | CONCLUSÃO

O Brasil está caminhando a passos lentos em busca de um panorama melhor para a questão da reciclagem. Os resultados obtidos com o Acordo Setorial mostram-se expressivos, mas com a falta de dados sobre os índices de reciclagem é difícil determinar a dimensão das melhorias.

Na questão tecnológica notou-se uma defasagem em relação ao desenvolvimento de tecnologias pelo país, assim como falta de plantas mecanizadas que facilitem e agreguem valor ao material reciclado. Todos os materiais citados no Quadro 1 são recicláveis, mas o que se observou é uma dificuldade no gerenciamento do processo de reciclagem, desde a triagem do material até as tecnologias empregadas, uma vez que estas podem acarretar no encarecimento do processo de reciclagem.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao CNPq/PIBIC pela bolsa concedida. Ao CETEA por todo apoio e compreensão durante o projeto. A todos que colaboraram com o levantamento de dados e informações relevantes para o projeto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET. **9º CENSO da Reciclagem de PET – Brasil Ano 2012**. São Paulo: ABIPET, 2012. 26 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. **O valor das embalagens flexíveis no aumento da vida útil e na redução do desperdício de alimentos: um relatório da Associação Americana de Embalagens Flexíveis (FPA)**. São Paulo: ABRE, 2015. 48 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2014**. São Paulo: ABRELPE, 2014. 120 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. **Reciclagem de latas de alumínio bate novo recorde e Brasil continua líder mundial**. São Paulo, 09 nov. 2015. Disponível em: <<http://abal.org.br/noticias/lista-noticia/integra-noticia/?id=1380>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS AUTOMÁTICAS DE VIDRO. **Reciclagem no Brasil**: Infográfico. 26 ago. 2015. Disponível em: <<http://www.abividro.org.br/reciclagem-abividro/reciclagem-no-brasil>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

BAHIENSE, M. **Posicionamento Plastivida sobre o banimento de produtos em EPS em Nova York**. São Paulo: ABIQUIM/EPS, 14 jul. 2015. Disponível em: <<http://www.epsbrasil.eco.br/noticia/view/39/posicionamento-plastivida-sobre-o-banimento-de-produtos-de-eps-em-nova-york.html>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Política nacional de resíduos sólidos**. 2. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 73 p. (Série legislação; n. 81).

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos

Resíduos Sólidos. Acordo setorial de embalagens em geral. Acordo setorial para implantação do sistema de logística reversa de embalagens em geral. Brasília, 25 nov. 2015. 21 p. Disponível em: <http://www.sinir.gov.br/documents/10180/93155/Acordo_embalagens.pdf/58e2cc53-3e38-420a-97fd-dba2ccae4cd3>. Acesso em: 23 jun. 2016.

COLTRO, L. **Simbologia de reciclagem para laminados de BOPP**. Campinas: ITAL/CETEA, 2009. 5 p. Relatório.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM - CEMPRE. **Ciclosoft– 2014**. São Paulo: CEMPRE, 2015. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclosoft/id/2>>. Acesso em: 25 ago. 2015.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **CEMPRE entrega plano de reciclagem de embalagens à Ministra do Meio Ambiente**. São Paulo, 11 jan. 2013. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/imprensa/id/3/cempre-entrega-plano-de-reciclagem-de-embalagens-a-ministra-do-meio-ambiente>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **CEMPRE Review 2015**. São Paulo: CEMPRE, 2015. 21 p

COSTA, E. R. da. **Uma visão comentada sobre a lei da PNRS**. Revista Petrus, São Paulo. Disponível em: <<http://www.revistapetrus.com.br/uma-visao-comentada-sobre-a-lei-da-pnrs/>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

EUROPEAN COMMISSION. **Eurostat. Packagingwaste**. Luxembourg, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos. **Acordo setorial de embalagens em geral**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.sinir.gov.br/web/guest/embalagens-em-geral>>. Acesso em: 24 fev. 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. s.d. **Compostagem**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compostagem.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2016.

PLASTIVIDA. **Monitoramento dos índices de reciclagem mecânica de plásticos no Brasil 2013 (ano base 2012)**. São Paulo: Plastivida, 2013. 96 p.

PLASTIVIDA. **Reciclagem de isopor**. São Paulo, 30 nov. 2015. Disponível em: <<http://www.plastivida.org.br/index.php/pt/sala-de-imprensa/noticias/116-reciclagem-de-isopor>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

SILVA, W. M. dos S.; POLESI, R.; IRAZUSTA, S. P. **Estudo sobre a viabilidade da logística reversa como ferramenta para o tratamento dos resíduos gerados por latas de aerossol no Município de São Paulo**. Disponível em: <<https://www.centropaulasouza.sp.gov.br/pos-graduacao/workshop-de-pos-graduacaopesquisa/anais/2009/trabalhos/gestao-e-desenvolvimento-de-tecnologias-ambientais/trabalhoscompletos/silva-wellington-matias-dos-santos.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

BALANÇO ENERGÉTICO E ECONÔMICO DA SEMEADURA CRUZADA DE SOJA

Neilor Bugoni Riquetti

Universidade Federal de Santa Catarina
Curitibanos – SC

Paulo Roberto Arbex Silva

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho.
Botucatu – SP

Saulo Fernando Gomes de Sousa

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho.
Botucatu – SP

Leandro Augusto Félix Tavares

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri
Unaí – MG

Tiago Pereira da Silva Correia

Universidade de Brasília
Brasília – DF

Samuel Luiz Fioreze

Universidade Federal de Santa Catarina
Curitibanos – SC

Jonatas Thiago Piva

Universidade Federal de Santa Catarina
Curitibanos – SC

RESUMO: A necessidade de aumento do lucro com baixo impacto no ambiente faz com que se busquem novos sistemas de cultivo. No cultivo da soja alguns produtores buscaram realizar a

semeadura cruzada da soja para obter melhor produtividade e, conseqüentemente, maior lucro. Nesse trabalho foi testado a semeadura cruzada com diferentes populações e doses de fertilizante e comparado com a semeadura em linhas paralelas (Tratamento 1), sendo este sistema utilizado como referência. No Tratamento 2, foi realizada a semeadura cruzada, passando a semeadora duas vezes na mesma área, dobrando a quantidade de adubo e sementes. O Tratamento 3 utilizou o dobro de sementes e a mesma dose de adubo do sistema em linhas paralelas. O Tratamento 4 constou da mesma quantidade de sementes e o dobro de adubo do sistema em linhas paralelas. O Tratamento 5 apresentou a mesma dose de adubo e de sementes que o sistema em linhas paralelas, onde 50% da dose de adubo e sementes foi distribuída na primeira passada e o restante na segunda passada (cruzada). Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o sistema de semeadura cruzada não apresenta vantagens em termos energéticos, econômicos e agrônômicos comparado com o sistema em linhas paralelas.

PALAVRAS-CHAVE: energia na agricultura, custos de produção, arranjo de plantas.

ABSTRACT: The need to increase profit with low impact on the environment makes it necessary to seek new farming systems.

In soybean cultivation some producers do the cross-sowing of soybeans for better productivity and, consequently, higher profitability. In this work, cross-sowing with different populations and fertilizer doses was tested and compared to sowing in parallel lines (Treatment 1), being this system used as reference. In Treatment 2, it was made cross-sowing, sowing twice in the same area, doubling the amount of fertilizer and seeds. In the treatment 3 It was used twice seeds and the same dose of fertilizer that was used in the system in parallel lines. Treatment 4 consisted of the same amount of seeds and twice the fertilizer of the system in parallel lines. Treatment 5 presented the same dose of fertilizer and seeds as the system in parallel lines, where 50% of the dose of fertilizer and seeds was distributed in the first pass and the remainder in the second (cross). Based on the results, it can be concluded that the cross-sowing system does not present any energetic, economic and agronomic advantages compared to the system in parallel lines.

KEYWORDS: energy in agriculture, production costs, plant arrangement.

1 | INTRODUÇÃO

O crescente aumento do custo com insumos para o cultivo da soja faz com que os produtores e pesquisadores busquem sistemas de cultivo que maximizem o lucro e minimizem o uso de energia, tornando o sistema produtivo mais eficiente econômico e energeticamente. Assim, tentando encontrar um sistema de cultivo com maior produtividade, alguns agricultores, têm realizado a semeadura cruzada da soja, que consiste em semear a área duas vezes, sendo que a segunda fique perpendicular à primeira, partindo da hipótese de que com maior número de plantas, melhor distribuição espacial e o aumento da dose de fertilizante aumentaria a produtividade de grãos e consequentemente os lucros.

Se o investimento para a realização da semeadura cruzada ultrapassar a receita obtida com o aumento da produtividade, caso houver, acarretará em prejuízo ao produtor. Além disso, a atividade mesmo sendo economicamente viável pode não ser vantajosa do ponto de vista energético.

Assim, utiliza-se o balanço econômico para identificar, em um sistema de produção, quais os fatores que representam maior investimento monetário e que estão diminuindo o retorno ou lucro para o produtor e assim pode-se tomar medidas para melhorar a eficiência do sistema. De maneira semelhante, o balanço energético visa identificar os fatores de maior dispêndio energético, não sendo necessariamente o fator de maior gasto econômico, e assim definir medidas para melhorar a eficiência energética do sistema.

A soja é uma espécie que apresenta grande flexibilidade quanto ao arranjo espacial de plantas, não apresentando na maioria das situações, diferença significativa em produtividade em uma considerável faixa de população de plantas e de espaçamento entre as fileiras (EMBRAPA, 2013).

Diferentes condições ambientais experimentadas pelas cultivares em diferentes anos de trabalho resultam em produtividades diferentes, tanto em cultivares convencionais quanto em cultivares geneticamente modificadas, independentemente da população de plantas (LUDWIG et al., 2011).

A semeadura cruzada é realizada empiricamente nas margens de áreas de plantio, como uma forma compensatória. Essa forma de semeadura alcançou uma produtividade de 108,4 sacas por hectare na safra 2009/2010 no Paraná utilizando-se o dobro de plantas e de adubo (LIMA et al., 2012). Já Silva et al., (2015), obtiveram a maior produtividade quando a semeadura cruzada da soja foi realizada utilizando-se o dobro de plantas por hectare e adubação recomendada.

Alguns resultados com esse sistema de cultivo mostram que a semeadura cruzada reduziu a densidade de plantas, mas não afetou a produtividade (PROCÓPIO, et al., 2013) e, o crescimento e a produtividade de grãos de cultivar de soja de hábito determinado não foi afetada pelo plantio cruzado, o qual reduziu a densidade de plantas na colheita (BALBINOT JUNIOR et al., 2015).

Para a realização do balanço energético devem ser computadas as entradas e saídas de energia do sistema. A entrada de energia é o somatório da energia contida nas máquinas, implementos, mão de obra e insumos. A saída de energia se dá pela produtividade dos grãos da cultura. A entrada de energia indireta para máquinas agrícolas compreende numerosos itens com pequena quantidade de energia embutida que aparecem em materiais e serviços a qual é muitas vezes considerada insignificante e é negligenciada (MIKKOLA & AHOKAS, 2010).

Uma vez que máquinas agrícolas, não apresentam diferenças discrepantes entre os seus grupos de materiais (aço carbono; alumínio; borracha; ferro fundido e aço forjado), identificados como maiores consumidores de energia incorporada podem servir como base e ponto de partida para futuros estudos de energia incorporada com outras máquinas agrícolas (MANTOAM, et al., 2014).

Heidari e Omid (2011), citam para o nitrogênio um valor de 66,14 MJ kg⁻¹, 12,44 MJ kg⁻¹ para o fósforo e 11,15 MJ kg⁻¹ para o potássio. Como referência para esses coeficientes energéticos citam Banaeian; Omid; Ahmadi, (2011), Zangeneh; Omid; Akram, (2010) e Banaeian; Zangeneh; Omid, (2010).

Sendo assim, se observadas as referências bibliográficas para os coeficientes energéticos utilizadas pelos trabalhos acima citados observa-se: Mohammadi e Omid (2010) citam como fonte um estudo realizado pela *University of Saskatchewan* (Canadá), entre os anos de 1981 e 1996, no qual os coeficientes foram calculados através da quantidade vendida (no país) de cada fonte do nutriente multiplicada pelo seu respectivo coeficiente energético, sendo que este coeficiente não está referenciado no estudo. Esses valores totais foram somados e divididos pelo somatório de todo o volume vendido de todas as fontes, obtendo assim os valores de 66,14, 12,44 e 11,15 MJ kg⁻¹ para nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente.

Alguns autores quando deparados com diferentes coeficientes energéticos

relacionados ao mesmo item, adotaram como valor a média aritmética dos valores dos diferentes autores, gerando um novo valor que poderá ser utilizado para compor uma nova média por outros autores, originando um novo valor “empírico”.

Quando realizada uma análise detalhada da origem dos coeficientes energéticos utilizados por grande parte dos autores, chega-se ao Manual de Uso da Energia na Agricultura, elaborado por David Pimentel em 1980, o qual serviu de base para a maioria dos coeficientes energéticos utilizados neste estudo.

Ao se falar em custos, deve-se definir os conceitos em termos econômicos. O custo econômico considera os custos explícitos, que se referem ao desembolso efetivamente realizado, e os custos implícitos que dizem respeito àqueles para os quais não ocorrem desembolsos efetivos, como é o caso da depreciação e do custo de oportunidade, que se refere ao valor que um determinado fator poderia receber em algum uso alternativo (CASTRO et al, 2009).

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi determinar a produtividade da soja, o balanço energético e o balanço econômico do cultivo de soja cruzada e em linhas paralelas no sistema de plantio direto.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda São Luiz localizada no município de Primavera do Leste – MT no km 80 da rodovia MT 130 com coordenadas geográficas de latitude Sul 14°51'18" e longitude Oeste 54°12'20". O clima da região é tropical com estação seca, nomeado Aw pela classificação climática de Köppen-Geiger.

O solo da área apresenta 77,5% de areia, 4,5% de silte e 18% de argila, sendo considerado solo de textura média, com declividade de aproximadamente 2% manejado sob o sistema de plantio direto.

Os tratamentos constaram da combinação de diferentes doses do fertilizante 11-45-00 (N-P₂O₅-K₂O), diferentes densidades de semeadura no sistema cruzado comparado com o sistema de linhas paralelas, sendo: T1: Linhas paralelas com 360 mil sementes por ha e 200 kg ha⁻¹ de adubo; T2: Linhas cruzadas com 720 mil sementes por ha e 400 kg ha⁻¹ de adubo; T3: Linhas cruzadas com 720 mil sementes por ha e 200 kg ha⁻¹ de adubo; T4: Linhas cruzadas com 360 mil sementes por ha e 400 kg ha⁻¹ de adubo e T5: Linhas cruzadas com 360 mil sementes por ha e 200 kg ha⁻¹ de adubo.

A semeadura cruzada consistiu em realizar a semeadura duas vezes, sendo a segunda perpendicular à primeira, formando um ângulo de 90° entre as linhas semeadas. As parcelas possuíam dimensões de 6,5mx6,5m, espaçadas uma da outra em 3 m.

A semeadura da soja foi realizada no dia 20 de novembro de 2013 na quantidade de 18 sementes por metro, resultando em uma massa de 56 kg ha⁻¹. A cultivar de soja utilizada foi a RR2 Intacta 8102 geneticamente modificada para a resistência

ao glifosato e ao ataque de lepidópteros. Esta cultivar possui hábito de crescimento determinado, ciclo de aproximadamente 120 dias até a maturação.

Para a semeadura da soja foi utilizado trator marca Massey Ferguson modelo 680 com tração dianteira auxiliar (TDA) e 173 cv de potência nominal do motor e massa total de 9.375 kg. Os pneus dianteiros e traseiros são: 18,4-26 e 24,5-32 com massa de aproximadamente 95 e 198,5 kg respectivamente. O valor de compra desse modelo novo foi de R\$ 140.000,00.

A semeadora-adubadora utilizada foi da marca John Deere modelo 2115 CCS para semeadura direta com 13 linhas espaçadas em 0,5 metros, regulada para semear à profundidade de 0,04 m, com mecanismo distribuidor de sementes pneumático e sulcador do tipo haste sulcadora com capacidade operacional de campo de 4 ha h⁻¹. Possui massa total de 7.350 kg e dois pneus 10,5-18 com massa de 25 kg cada. O valor de compra dessa semeadora foi de R\$ 168.000,00.

As aplicações de defensivos, dessecação, uma em pós emergência e três tratamentos fitossanitários com inseticidas e fungicidas, foram realizadas com pulverizador automotriz marca Jacto modelo Uniport 2000 com 128 cv de potência no motor, capacidade de 2000 litros no reservatório, massa total de 6.600 kg com capacidade operacional de 20 ha h⁻¹. Os quatro pneus são do modelo 12.4-36 com massa de 74 kg cada. O valor de compra desse pulverizador foi de R\$ 230.000,00.

A aplicação de 1000 kg ha⁻¹ de calcário (60 dias antes da semeadura) e adubação a lanço com 200 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (63% K₂O), foi realizada com o distribuidor de fertilizantes e corretivos marca Stara modelo Hércules 10.000, com capacidade do reservatório de 10.000 kg. A massa total é de 2.000 kg e possui quatro pneus do tipo 12.4-24 com massa aproximada de 46,6 kg cada. O valor de compra foi de R\$ 80.000,00. Para a tração deste implemento foi utilizado trator marca Ford modelo 6600 com potência de 77 cv no motor, pneus traseiros 13.6-38, dianteiros 9.00-16 com massa de 74 kg e 21 kg respectivamente e massa total de 3.850 kg com capacidade operacional de campo de 5,5 ha h⁻¹. Como esse modelo de trator já não é mais fabricado, foi adotado o valor de compra de um modelo novo com mesma potência no valor de R\$ 95.000,00.

A colheita foi realizada com colhedora automotriz marca John Deere modelo 9670 STS com 378 cv de potência no motor, plataforma de corte com largura de 9,1m (30 pés) e capacidade operacional de 6 ha h⁻¹. A massa total, colhedora mais plataforma de corte, é de 19.353 kg. Os rodados dianteiros são duplos com pneus do tipo 20.8-38 e os dois rodados traseiros do tipo 18.4-26 com massa de 190 e 95 kg cada, respectivamente. O valor de compra dessa colhedora foi de R\$ 786.000,00.

A vida útil das máquinas e implementos foi considerada aquela proposta por Pacheco (2000), onde a vida útil de tratores e colhedoras é de 10.000 horas e 1.200 horas para semeadoras. Para o distribuidor de corretivos também foi adotado o valor de 1.200 horas. Segundo o mesmo autor, o número de horas trabalhadas por ano, em média, é de: 1.000 horas para tratores; 800 horas para colhedoras; 240

para pulverizadores, semeadoras e distribuidor de corretivos. Para o pulverizador autopropelido, foi adotada uma vida útil de 10.000 horas.

A massa dos diferentes pneus foi obtida junto às distribuidoras de pneus da cidade e a partir do catálogo dos fabricantes.

As capacidades de campo operacionais foram obtidas a partir das planilhas de controle do produtor. A partir da capacidade de campo operacional foi calculado o tempo de uso (T_u) da máquina em um hectare. Se a capacidade de campo operacional foi de 4 ha h^{-1} , logo o tempo de uso foi de $0,25 \text{ h ha}^{-1}$.

Na Tabela 1 estão resumidas as operações utilizadas para a determinação do balanço energético e econômico. Todos os valores foram obtidos pela média de tempo de trabalho e consumo de combustível anotadas pelo produtor nas planilhas de controle da propriedade. Os valores citados foram aqueles praticados pelo produtor na safra 2013/2014.

Operação	Consumo horário (L h ⁻¹)	CCO (ha h ⁻¹)	Consumo operacional (L ha ⁻¹)
Calagem	11	5,5	2
Dessecação	10	20	0,5
Semeadura	32	4	8
Pulverizações (4)	10	20	2,0
Colheita	54	6	9

Tabela 1. Operações realizadas na cultura da soja.

Para a determinação da quantidade de combustível consumida em 1 ha foi considerado o consumo do trator na operação de semeadura, pulverizador automotriz nas diferentes aplicações, distribuidor de corretivos e fertilizantes e colhedora automotriz. O valor pago por cada litro de óleo diesel no momento da compra foi de R\$ 2,64 por litro. O valor de cada litro de óleo lubrificante foi de R\$ 9,50.

A adubação de base no sulco de semeadura foi realizada com 200 kg ha^{-1} do fertilizante $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ 11-45-00 e duas adubações em cobertura com Cloreto de Potássio a lanço na dose de 100 kg ha^{-1} cada. O custo dos fertilizantes, por tonelada, no momento da compra foi de aproximadamente R\$ 1.020,00 para o formulado e R\$ 1.060,00 para o Cloreto de Potássio. Nas parcelas com semeadura cruzada a adubação em cobertura foi a mesma das parcelas com semeadura em paralelo.

A dessecação da área para a semeadura foi realizada com $1,98 \text{ kg ha}^{-1}$ de Glifosato ($2,5 \text{ kg ha}^{-1}$ Roundup WG – R\$ 26,40 por kg), $0,040 \text{ kg ha}^{-1}$ de Flumioxazina ($0,08 \text{ kg ha}^{-1}$ de Flumizim – R\$ 374,00 por kg) e $0,025 \text{ kg ha}^{-1}$ de Clorimuron ($0,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de Clorimuron Nortox – R\$ 48,4 por kg). Para o tratamento de sementes foi utilizado 40 g ha^{-1} de Carboxina + 40 g ha^{-1} de Tiram ($0,2 \text{ L ha}^{-1}$ de Vitavax – R\$ 27,50 por L) e 50 g ha^{-1} de Fipronil ($0,2 \text{ L ha}^{-1}$ de Standak – R\$ 363,00 por L).

O controle de plantas daninhas em pós emergência foi com duas aplicações de Glifosato, sendo a primeira na dose de $1,2 \text{ kg ha}^{-1}$ e a segunda com $1,6 \text{ kg ha}^{-1}$ ($1,5$

e 2,0 kg ha⁻¹ de Roundup WG). Para o controle de doenças foram realizadas quatro aplicações preventivas com 60 g ha⁻¹ de Trifloxistrobina mais 70 g ha⁻¹ de Protioconazol (0,4 L ha⁻¹ de Fox – R\$ 114,40 por L).

Para o controle de pragas sugadoras foram realizadas três aplicações de 0,030 g ha⁻¹ de Bifentrina (0,3 L ha⁻¹ de Talstar – R\$ 77,00 por L) e uma aplicação com 15 g ha⁻¹ de Trifluzenuron (0,1 L ha⁻¹ de Nomolt – R\$ 100,00 por L).

Para a determinação da depreciação energética e econômica, foram considerados dois barracões de alvenaria com dimensões de 1400 m² e 225 m² no valor aproximado de R\$ 500.000,00, silo com moega e balança com 600 m² com valor de R\$ 2.300.000,00 e uma casa com 280 m² no valor de R\$ 400.000,00. A Conab (2010), definiu a vida útil das construções de madeira em 25 anos e 40 anos para as construções de alvenaria. Para ambos adota o valor residual como sendo 20% do valor inicial.

A produtividade foi determinada através de colheita manual de 4 m² na parte central de cada parcela onde a semeadura foi realizada no sistema cruzado. Nas parcelas de semeadura em linhas paralelas foi realizada a colheita manual de 4 metros das duas fileiras centrais da parcela. A trilha das plantas arrancadas manualmente foi realizada com uma trilhadora de grãos marca SB acionada por um motor estacionário.

Após a trilha e obtenção da massa de grãos, foi determinado o teor de água dos grãos, e então a produtividade foi transformada em quilogramas de grãos por hectare com 14% de teor de água. A massa de grãos foi obtida pela pesagem dos grãos em balança digital com precisão de 0,05 kg.

O experimento foi realizado no delineamento em blocos casualizados com 5 tratamentos e 5 repetições e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de significância.

A análise energética foi realizada através da relação saída/entrada de energia no cultivo da soja nos diferentes tratamentos de acordo com a seguinte expressão:

$$SE = \frac{S_e}{E_e}$$

Em que:

SE = Relação saída/entrada de energia.

S_e = Saída de energia (MJ ha⁻¹)

E_e = Entrada de energia (MJ ha⁻¹)

Foi considerado como saída de energia a massa total de grãos produzidas em um hectare multiplicado pelo coeficiente energético referente à soja. As entradas de energia foram consideradas como o somatório do dispêndio energético de todos os insumos utilizados multiplicados pelos seus respectivos coeficientes energéticos somados com a depreciação energética de máquinas, implementos, benfeitorias e energia elétrica.

Neste trabalho, a unidade de medida de energia utilizada foi o Megajoule (MJ)

e as equivalências entre as diferentes unidades de medidas utilizadas foram aquelas apresentadas no Balanço Energético Nacional de 2013, elaborado pelo Ministério de Minas e Energia, sendo uma caloria (cal) equivalente a 4,1868 joules (J).

A depreciação energética de máquinas e implementos foi calculada de acordo com a expressão adotada por Comitre (1993) acrescida do tempo de utilização da máquina ou implemento em cada unidade de área. Se considerarmos o tempo de uso, em horas (h), da máquina em um hectare, o resultado obtido seria MJ h⁻¹, o qual multiplicado por h ha⁻¹ resulta em MJ ha⁻¹.

$$DEM = \left(\frac{A + B + C + D}{Vu} \right) \cdot Tu$$

DEM = Depreciação energética de máquinas e implementos agrícolas (MJ ha⁻¹)

A = Produto da massa das máquinas ou implementos pelos coeficientes energéticos (MJ).

B = Custo energético para reparos – 5% do valor de A.

C = Produto da massa de pneus das máquinas ou implementos pelo coeficiente energético.

D = Custo energético para manutenção – 12% do valor de A+B+C.

Vu = Vida útil das máquinas e equipamentos (h).

Tu = Tempo de uso por hectare (h).

Cada unidade de área construída necessita de determinada quantidade de energia para a sua construção. Considerando que ao final da vida útil das benfeitorias sobre apenas o valor energético da matéria prima e que o custo energético com reparos será de 5%, o cálculo da depreciação energética de benfeitorias foi realizado segundo a equação:

$$DEB = \frac{\left(\frac{E + F}{Va} \right) \cdot To}{A}$$

DEB = Depreciação energética de benfeitorias (MJ ha⁻¹); E = Produto da área das benfeitorias pelos coeficientes energéticos (MJ); F = Custo energético com reparos de benfeitorias – 5% do valor de E; Va = Vida útil das benfeitorias (anos); A = Área total da propriedade (ha); To = Taxa de ocupação do bem

A taxa de ocupação do bem é definida como sendo o percentual de utilização deste bem em um determinado cultivo. Como as atividades da propriedade se resumem ao cultivo de soja e milho, foi considerada uma taxa de ocupação de 50% (To = 0,5), ou seja, a metade do tempo de uso durante o ano as instalações se destinam ao cultivo de soja e a outra metade ao cultivo de milho.

Os valores de coeficiente energético utilizados para o cálculo do balanço energético estão listados na Tabela 2.

Item	Coefficiente	Item	Coefficiente
Máquinas ¹	55.641,53 MJ ton ⁻¹	Clorimuron ³	396,11 MJ kg ⁻¹
Implementos ¹	55.641,53 MJ ton ⁻¹	Inseticidas ³	363,88 MJ kg ⁻¹
Óleo diesel ²	35,52 MJ L ⁻¹	Fungicidas ³	271,77 MJ Kg ⁻¹
Lubrificante ²	37,29 MJ L ⁻¹	Mão-de-obra ⁴	2,1966 MJ hora ⁻¹
Graxa ²	37,25 MJ L ⁻¹	Sementes ³	33,49 MJ kg ⁻¹
Ureia ³	59,87 MJ kg ⁻¹	Grãos ³	16,84 MJ kg ⁻¹
P ₂ O ₅ ³	12,56 MJ kg ⁻¹	Pneus ³	85.829,4 MJ ton ⁻¹
K ₂ O ³	6,70 MJ kg ⁻¹	Residência ³	6.264,221 MJ m ⁻²
Glifosato ³	579,54 MJ kg ⁻¹	Barracões ³	1.712,521 MJ m ⁻²
Flumioxazina ³	268,81 MJ kg ⁻¹	Energia elétrica ³	11,98 MJ kWh ⁻¹

Tabela 2. Coeficientes energéticos utilizados nos cálculos.

¹ Mantoam et al., (2014); ² BEN (2013); ³ Pimentel (1980); ⁴ Campos et al., (2009).

Para calcular o valor da hora trabalhada pelas máquinas é preciso definir o preço e a quantidade consumida dos itens de cada equipamento, em cada hectare, os gastos com o óleo diesel, salário e encargos sociais e trabalhistas dos seus operadores, de acordo com a equação a seguir (PACHECO, 2000):

$$\text{Custo Máquina (R\$ h}^{-1}\text{)} = \text{Custo Fixo} + \text{Custo Variável}$$

Os custos fixos compreendem os gastos com depreciação, juros, alojamento e seguro, e independem da área produzida (PACHECO, 2000).

A depreciação, o juro e alojamento e seguro foram calculados segundo Pacheco (2000):

$$D (\text{R\$ h}^{-1}) = \frac{\text{Valor novo} - \text{Valor sucata}}{\text{Vida útil (h)}}$$

A taxa de juros utilizada foi de 8,75% ao ano e o valor de sucata de 20% do valor inicial, proposto por Molin e Milan (2002).

O custo variável é aquele que depende da quantidade de uso que se faz da máquina (PACHECO, 2000):

$$CV = C + L + RM + ST$$

CV = Custo horário variável (R\$ h⁻¹); C = Custo com combustível (R\$ h⁻¹); L = Custo com lubrificantes e graxa (R\$ h⁻¹); RM = Custo com reparos e manutenção (R\$ h⁻¹); ST = Custo com salário do tratorista (R\$ h⁻¹)

O consumo horário de combustível foi retirado das planilhas de controle da propriedade e multiplicado pelo preço do combustível no momento da compra.

Nos tratamentos onde a semeadura foi cruzada, foi calculado o consumo adicional de lubrificantes e graxa de acordo com o tempo necessário para semear um hectare. O consumo de graxa fica em torno de 0,5 kg a cada 10 horas de serviço da máquina (PACHECO, 2000).

O custo do óleo lubrificante foi de R\$ 9,50 por litro, não sendo considerado o valor de reposição. Para a graxa foi adotado o valor de R\$ 10,00 por kg.

Os custos com reparos e manutenção foram calculados conforme Pacheco (2000), de acordo com a expressão:

$$RM = \frac{\text{Valor novo} \cdot \text{Fator de reparo e manutenção (F)}}{\text{Vida útil}}$$

F = (1 Colhedora e trator; 0,8 semeadora, pulverizador e distribuidor de corretivos)

Com base nos dados informados pelo produtor, em média cada funcionário recebe em torno de R\$ 4.000,00 mensais e trabalham aproximadamente 2.000 horas por ano.

De acordo com o custo horário e a capacidade operacional de campo foi calculado o custo operacional de todas as operações. A depreciação de benfeitorias foi calculada de acordo com a vida útil das mesmas, valor de sucata, taxa de ocupação para a cultura da soja e a área total cultivada com soja.

O custo total é o custo inerente a todas as despesas geradas pelo custo das máquinas e implementos agrícolas, mão de obra, insumos, e combustível e depreciação de benfeitorias para o cultivo de um hectare, de acordo com a fórmula:

$$CT = CM + CI + Db$$

CT = Custo total (R\$ ha⁻¹); CM = Custo com máquinas (R\$ ha⁻¹); CI = Custo com insumos (R\$ ha⁻¹);
Db = Depreciação de benfeitorias (R\$ ha⁻¹)

A receita total foi obtida multiplicando-se a produtividade pelo valor de comercialização. O valor de venda de uma saca de 60 kg foi de R\$ 54,00, valor médio praticado pelo produtor.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento de campo mostrou uma produtividade de 4154,9; 4317,5; 4065,3; 4158,1 e 4133,8 para os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5 respectivamente, não apresentando diferença estatística significativa. Com base nesses valores foi calculado a saída de energia para o balanço energético e a receita bruta para o balanço econômico.

As entradas de energia calculadas para os diferentes sistemas de semeadura estão resumidas na Tabela 3.

Item	Entrada de Energia (MJ ha ⁻¹)				
	T1	T2	T3	T4	T5
Óleo diesel	763,68	1.047,84	1.047,84	1.047,84	1.047,84
Máquinas e implementos	67,63	95,47	95,47	95,47	95,47
Nitrogênio	2.927,04	5.854,08	2.927,04	5.854,08	2.927,04
Fósforo	1.029,92	2.059,84	1.029,92	2.059,84	1.029,92
Potássio	844,20	844,20	844,20	844,20	844,20

Sementes	1.875,69	3.751,8	3.751,8	1.875,69	1.875,69
Calcário	1.256,00	1.256,00	1.256,00	1.256,00	1.256,00
Herbicidas	3.539,55	3.539,55	3.539,55	3.539,55	3.539,55
Fungicidas	489,18	543,53	543,53	489,18	489,18
Inseticidas	436,66	509,44	509,44	436,66	436,66
Energia elétrica	11,10	11,10	11,10	11,10	11,10
Depreciação benfeitorias	44,45	44,45	44,45	44,45	44,45
Mão de obra	1,87	2,41	2,41	2,41	2,41
Total	13.287	19.560	15.603	17.556	13.600

Tabela 3. Entrada de energia para os diferentes sistemas de cultivo.

Independentemente dos sistemas estudados, o consumo de energia para as aplicações de defensivos, distribuição de calcário, colheita e depreciação de benfeitorias foi o mesmo, pois as quantidades consumidas foram idênticas. Em todos os sistemas estudados, a demanda de energia referente ao consumo de energia elétrica, depreciação de benfeitorias e mão de obra, não apresentaram valores significativos, representando aproximadamente 0,5% do total consumido, podendo os mesmos serem desconsiderados sem interferir significativamente no cálculo da eficiência energética.

Os itens responsáveis pelas maiores demandas energéticas, em todos os sistemas foram nitrogênio, sementes e herbicidas, concordando com os resultados de Campos et al., (2009), que constataram, em plantio direto, o consumo energético com óleo diesel, sementes e herbicidas, representaram quase 80% do total de energia consumida.

Comparando a eficiência dos sistemas estudados, observa-se que a maior eficiência energética foi obtida com o sistema de semeadura em linhas paralelas, seguida pela semeadura cruzada com mesma quantidade de adubo e sementes que o sistema em linhas paralelas, mostrando que o aumento da população de plantas ou de fertilizantes não foi positivo, resultando em uma menor relação saída/entrada, pois a menor relação foi obtida quando se realizou a semeadura cruzada com o dobro de sementes e adubo. Esse sistema foi o que obteve a maior saída de energia, porém demandou aproximadamente 47% mais energia que o sistema de linhas paralelas.

No tratamento em linhas paralelas, para cada unidade de energia consumida foram obtidas 5,3 unidades. No sistema cruzado (T2), com duas vezes a quantidade de adubo e sementes, a produtividade obtida foi maior, porém devido à elevada quantidade de energia embutida no sistema, esse valor cai para 3,7, mostrando a ineficiência desse sistema de semeadura (Tabela 4).

	T1	T2	T3	T4	T5
Entrada (MJ)	13.286,97	19.559,71	15.602,75	17.556,47	13.599,51
Saída (MJ)	69.960,2	72.968,1	68.451,5	70.014,1	69.606,6
Saída/Entrada	5,3	3,7	4,4	4,0	5,1

Tabela 4. Entrada, saída e relação saída/entrada para um hectare nos diferentes tratamentos.

Nos tratamentos 1 e 5 foram utilizadas as mesmas quantidades de sementes e fertilizantes, sendo que o principal aumento da demanda energética se deu pelo combustível utilizado para a realização da semeadura, sendo o aumento da demanda referentes à depreciação de máquinas, consumo de graxa e lubrificantes pouco significativos.

Nesses tratamentos a relação saída/entrada foi semelhante, porém o sistema em linhas paralelas apresenta uma melhor relação, mostrando que esse é, ainda, o melhor sistema de semeadura. Segundo Valicheski et al., (2012), os níveis de tráfego alteram a densidade do solo, a porosidade total e a resistência do solo à penetração, onde, duas passadas ou mais de trator, resultam em valores de resistência à penetração maiores que 1,4 MPa, ocasionando redução significativa na quantidade de matéria seca das plantas de cobertura.

Ramedani et. al., (2011) realizaram a análise energética da produção de soja onde a, eficiência foi de 3,95. Analisando o trabalho verifica-se que o coeficiente utilizado para as sementes foi de 14,7 MJ kg⁻¹ ao passo que o valor dos grãos foi de 31,16 MJ kg⁻¹, valores contrários àqueles convencionalmente utilizados, pois as sementes requerem de maiores cuidados para sua produção, além de beneficiamento, classificação, empacotamento, etc.

No balanço econômico, todos os sistemas com semeadura cruzada apresentaram o custo total maior que o sistema de semeadura em linhas paralelas, inclusive para o sistema cruzado com mesma dose de adubo e quantidade de sementes (Tabela 5).

Item	Custo (R\$ ha ⁻¹)				
	T1	T2	T3	T4	T5
Óleo diesel	56,75	77,86	77,86	77,86	77,86
Máquinas e implementos	224,09	323,22	323,22	323,22	323,22
Nitrogênio + Fósforo	204,00	408,00	204,00	408,00	204,00
Potássio	212,00	212,00	212,00	212,00	212,00
Sementes	196,00	392,00	392,00	196,00	196,00
Calcário	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00
Herbicidas	193,16	193,16	193,16	193,16	193,16
Fungicidas	187,90	242,25	242,25	187,90	187,90
Inseticidas	151,90	224,68	224,68	151,90	151,90
Energia elétrica	5,91	5,91	5,91	5,91	5,91
Depreciação benfeitorias	13,06	13,06	13,06	13,06	13,06
Mão de obra	124,80	124,80	124,80	124,80	124,80
Total	1.656	2.337	2.133	2.014	1.810

Tabela 5. Custos de produção dos diferentes sistemas de cultivo.

Quando realizado o calculo do lucro em cada sistema, observa-se que, o melhor sistema de semeadura é em linhas paralelas e o sistema que resulta em menor retorno

energético é aquele em que se realiza a semeadura cruzada utilizando o dobro de sementes e o dobro de adubo, como mostrado na Tabela 6.

Indicador	T1	T2	T3	T4	T5
Custo total (R\$ ha⁻¹)	1.655,86	2.336,94	2.132,94	2.013,81	1.809,81
Receita Bruta (R\$ ha⁻¹)	3.736,8	3.888,0	3.661,2	3.742,2	3.720,6
Lucro (R\$ ha⁻¹)	2.080,9	1.551,1	1.528,3	1.728,4	1.910,8

Tabela 6. Indicadores econômicos.

Mesmo que esses valores fossem vantajosos para qualquer tratamento com semeadura cruzada, deve-se salientar que a semeadura cruzada requer o dobro do tempo para ser efetuada, o que reflete na necessidade de uma quantidade maior de conjuntos trator-semeadora ou de um maior tempo para sua realização, implicando, possivelmente, na semeadura das cultivares fora da época adequada, o que pode inviabilizar ou elevar o risco da safrinha de milho (EMBRAPA, 2013). Segundo Cruz et al., (2010), o atraso na semeadura do milho resulta em redução no ciclo da cultura e no rendimento de grãos, podendo resultar em perdas superiores a 60 kg ha⁻¹dia⁻¹.

4 | CONCLUSÃO

O sistema de semeadura cruzada não apresenta vantagens em termos energéticos, econômicos e agrônômicos comparado com o sistema em linhas paralelas.

REFERÊNCIAS

BALBINOT JR., A. A.; PROCOPIO, S. O.; COSTA, J. M.; KOSINSKI, C. L.; PANISON, F.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C. Espaçamento reduzido e plantio cruzado associados a diferentes densidades de plantas em soja. **Ciências Agrárias** (Online), v. 36, p. 2977, 2015.

BANAEIAN, N.; ZANGENEH, M.; OMID, M. Energy use efficiency for walnut producers using data envelopment analysis (DEA). **Australian Journal of Crop Science**. v. 4, n. 5, p. 359-362, 2010.

BANAEIAN, N.; OMID, M.; AHMADI, H. Energy and economic analysis of greenhouse strawberry production in Tehran province of Iran. **Energy Conversion and Management**, v. 52, n. 2, p. 1020-1025, 2011.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Balço energético nacional**. Brasília, DF, 2013. 284 p.

CAMPOS, A. T.; KLOSOWSK, E. S.; SOUZA, C. V.; ZANINI, A.; PRESTES, T. M. V. Análise energética da produção de soja em sistema plantio direto. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 2, n. 02, p. 38-44, 2009.

CASTRO, E. R.; TEIXEIRA, E. C.; FIGUEIREDO, A. M.; SANTOS, M. L. Teoria dos Custos. In: SANTOS, M. L. et al., **Microeconomia Aplicada**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2009. p. 271-316.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de Produção Agrícola: A metodologia da Conab**. Brasília – DF, 2010. 60 p.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; GARCIA, J. C.; DUARTE, J. O. Cultivo do Milho. **Sistema de Produção 1**. Brasília, Set. 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Semeadura cruzada na cultura da soja. **Circular técnica 98**. Londrina, Set 2013.

HEIDARI, M. D.; OMID, M. Energy use patterns and econometric models of major greenhouse vegetable productions in Iran. **Energy**, Cleveland, v. 36 n. p. 220-225, 2011.

LIMA, S. F.; ALVAREZ, R. C. F.; THEODORO, G. F.; BAVARESCO, M.; SILVA K. S. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática da soja. **BioScience Journal**, v.28, p.954-962, 2012.

LUDWIG, M. P.; DUTRA, L. M. C.; LUCCA FILHO, O. A.; ZABOT, L.; JAUER, A.; UHRY, D. Populações de plantas na cultura da soja em cultivares convencionais e Roundup Ready. **Ceres**, Viçosa, v. 58, n.3, p. 305-313, 2011.

MANTOAM, E. J.; MILAN, M.; GIMENEZ, L. M.; ROMANELLI, T. L. Embodied energy of sugarcane harvesters. **Biosystems Engineering**, v. 118, p. 156-166, 2014.

MIKKOLA, H. J.; AHOKAS, J. Indirect energy input of agricultural machinery in bioenergy production. **Renewable Energy**. United Kingdom, v.35, n. 1, p. 23-28, 2010.

MOLIN, J.P.; MILAN, M. Trator e implemento: dimensionamento, capacidade operacional e custo. In: GONÇALVES, J.L.M. STAPE, J.L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002. p. 409-436.

PACHECO, E. P. **Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21 p.

PIMENTEL, D. (Ed.). **Handbook of energy utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC, 1980. 475 p.

PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JR, A. A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56, n. 4, p. 319-325, dez. 2013.

RAMEDANI, Z.; RAFIEE, S.; HEIDARI, M. D. An investigation on energy consumption and sensitivity analysis of soybean production farms. **Energy**, v. 36, p. 6340-6344, 2011.

SILVA, P. R. A.; TAVARES, L. A. F.; SOUSA, S. F. G.; CORREIA, T. P. S.; RIQUETTI, N. B. Rentabilidade na semeadura cruzada da cultura da soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.3, p.293–297, 2015.

VALICHESKI, R.R.; GROSSKLAUS, F.; STÜRMER, S. L. K.; TRAMONTIN, A. L.; BAADE, E. S. A. S. Desenvolvimento de plantas de cobertura e produtividade da soja conforme atributos físicos em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.9, p.969–977, 2012.

ZANGENEH, M.; OMID, M.; AKRAM, A. A comparative study on energy use and cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamadan province of Iran. **Energy**, v. 35, p. 2927-2933, 2010.

BIOQUIMICA DO ESTRESSE SALINO EM PLANTAS

Nohora Astrid Vélez Carvajal

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias / Departamento de Produção Vegetal
Alegre, ES

Patrícia Alvarez Cabanez

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias / Departamento de Produção Vegetal
Alegre, ES

Milene Miranda Praça Fontes

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias / Departamento de Produção Vegetal
Alegre, ES

Rafael Fonseca Zanotti

Instituto Federal do Maranhão
São Raimundo das Mangabeiras-MA

Rodrigo Sobreira Alexandre

Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias/Departamento de Ciências Florestais e da Madeira
Jerônimo Monteiro-ES

José Carlos Lopes

Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Ciências Agrárias / Departamento de Produção Vegetal
Alegre, ES

das plantas, afetando, portanto, a produção de alimentos em nível mundial, tornando-se um tema de vital importância em estudos constantemente. A salinidade possui dois componentes que são responsáveis pelo estresse, o componente osmótico e iônico, que provocam mudanças bioquímicas e fisiológicas no metabolismo das plantas. A resposta da planta ao estresse depende de uma sequência de reações que ocorrem desde a exposição a o estresse, passando por percepção e transdução do sinal, mudanças metabólicas e finalmente a uma resposta. Assim, objetivou-se apresentar resultados de diversos autores sobre a sequência de mudanças bioquímicas desde os dois componentes. Com as análises desta revisão observou-se o constante interesse do entendimento das mudanças bioquímicas nas plantas, quando submetidas ao estresse salino, apesar da complexidade que o mesmo apresenta. Para a compreensão do estresse salino, necessita-se de estudos básicos dos componentes envolvidos, tanto bioquímico como fisiológico, enfatizando que seu estudo deve ser conduzido como um sistema solo-agua-planta.

PALAVRAS-CHAVE: ácido abscísico, salinidade, potencial osmótico, hormônios, proteínas.

ABSTRACT: Salinity is one of the most limiting factors for the growth and development of plants,

RESUMO: A salinidade é um dos fatores mais limitantes para o crescimento e desenvolvimento

thus affecting the production of food worldwide, becoming a subject of vital importance in studies. Salinity has two components that are responsible for stress, the osmotic and ionic component, that cause biochemical and physiological changes in plant metabolism. The plant's response to stress depends on a sequence of reactions that occur from exposure to stress, through signal perception and transduction, metabolic changes, and ultimately response. Thus, we aimed to present results of several authors on the sequence of biochemical changes since the two components. With the analysis of this review we observed the constant interest of the understanding of the biochemical changes in the plants, when submitted to the saline stress, in spite of the complexity that it presents. To understand saline stress, it is necessary to carry out basic studies of the components involved, both biochemical and physiological, emphasizing that its study should be conducted as a soil-water-plant system.

KEYWORDS: abscisic acid, salinity, osmotic potential, hormones, proteins.

1 | INTRODUÇÃO

Dentre dos fatores que limitam o crescimento e a nutrição mineral de plantas, a salinidade destaca-se como um dos mais limitantes, por alterar a nutrição mineral das culturas, reduzindo a atividade dos íons em solução e alterando os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta. A salinidade possui dois componentes que são responsáveis pelo estresse: o componente osmótico, resultante da elevada concentração de solutos na solução do solo, que provoca um déficit hídrico pela redução do potencial osmótico no ambiente radicular (DASGAN et al., 2002), sendo que quanto mais salino for um solo, maior será a energia que a planta gasta para absorver água, assim como os demais elementos vitais; e o componente iônico, pela toxidez de determinados elementos, principalmente sódio, boro, bicarbonatos e cloretos, que quando presentes em concentrações elevadas causam distúrbios fisiológicos nas plantas (BATISTA et al., 2002; TAIZ et al., 2017). Dependendo das características e condições do estresse predominará mais um fator que o outro.

O estresse pode ser definido como um fator externo que exerce influência negativa sobre a planta e está associado com sua tolerância; se a tolerância aumenta como consequência da exposição anterior ao estresse, diz-se que a planta está aclimatada (TAIZ et al., 2017). Dentre os estresses, um dos mais comuns é o estresse osmótico, que pode ser causado pela seca, salinidade ou frio, fatores que conduzem a desidratação celular, limitando a absorção de água, e perda de turgência, e com ela o aumento nas sínteses e redistribuição do fito-hormônio ácido abscísico (ABA), também conhecido como hormônio da seca ou antitranspirante. Quando uma planta é exposta ao estresse, sua resposta irá depender de uma sequência de reações que ocorrem desde a exposição ao estresse, passando por percepção e transdução do sinal, mudanças metabólicas e finalmente a uma resposta. Esta sequência pode

acontecer em milissegundos, segundos, minutos, horas, semanas ou meses, sendo que o tempo depende das condições e características do estresse e da resposta que se está observando (PRISCO; GOMES FILHO, 2010). Assim, este capítulo apresenta os pontos de vista de diversos autores sobre a sequência de mudanças bioquímicas que acontecem quando uma planta é submetida ao estresse salino, sob o ponto de vista osmótico e iônico.

2 | METODOLOGIA

Para esta pesquisa seguiu-se uma metodologia baseada na revisão de publicações relacionadas com os efeitos que têm a salinidade sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas; especificamente no aspecto bioquímico do componente osmótico, quando uma planta se encontra submetida ao estresse salino.

3 | RESULTADOS

Através desta revisão encontrou-se que o estresse salino é um tema muito abordado pelo interesse de entender o processo.

Compreender o processo envolvendo todos os seus componentes permite ter ferramentas para conseguir produzir além das condições cada vez mais restritas.

4 | DISCUSSÃO

4.1 Percepção do estresse do componente osmótico

Existem duas maneiras da célula perceber o estresse osmótico: por meio da proteína AtHK1 (do inglês, *Arabidopsis thaliana* Histidine Kinase1) e a segunda, decorre por um “efeito mecânico” explicado posteriormente. Estudos em *Arabidopsis thaliana* evidenciaram que a resposta inicial do estresse hídrico é mediada pela proteína AtHK1. Esta proteína é constituída de um domínio quinase do tipo histidina e de outro, que funciona como regulador de resposta (RIERA, 2005); possui o papel de regular as mudanças no potencial osmótico dentro da célula, iniciando a indução de genes relacionados ao estresse hídrico (CHAVES, 2003). A hiper-osmolaridade do meio externo induz a uma perda de turgescência das células, o que provoca mudanças de conformação da membrana plasmática e ativa o processo de autofosforilação de um resíduo de histidina (His) no domínio quinase da AtHK1. Posteriormente, se dá a transferência desse radical fosforil para um resíduo de aspartato (Asp), que pertence ao domínio regulador de resposta e que irá exercer sua ação via transdução desse sinal (PRISCO; GOMES FILHO, 2010).

A segunda maneira acontece devido ao efeito mecânico exercido sobre os

canais iônicos existentes na membrana plasmática pelo excesso de sais no ambiente extracelular. Ao perder água a célula apresenta uma diminuição do volume e a membrana plasmática sofre mudanças de conformação, as quais facilitam a entrada de íons na célula, via canais iônicos, que funcionam como osmo-sensores. Com a entrada desses íons ocorre uma despolarização da membrana plasmática e aumento na concentração de cálcio no citoplasma, que funciona como um registro da percepção do estresse, e dará início à transdução do sinal de estresse. As maneiras explicadas anteriormente podem incidir na expressão genica de enzimas envolvidas, por exemplo, na biossínteses de osmólitos e de proteínas componentes das membranas, como aquaporina (PRISCO; GOMES FILHO, 2010).

4.2 Percepção do estresse do componente iônico

A melhor compreensão tanto da percepção como da tradução do componente iônico é possível graças a descoberta dos mutantes de *Arabidopsis thaliana*, mutantes SOS (Salt-Overly-Sensitive), que têm hipersensibilidade ao íon Na^+ . Quando a célula se encontra sob salinidade ocorre um aumento na concentração externa de Na^+ que favorece a entrada de cátions na célula, a qual acontece de forma passiva através de diferentes tipos de canais ou transportadores, que podem funcionar como sensores de Na^+ (PRISCO; GOMES FILHO, 2010). Dentre os canais, destacam-se o NSCC (Nonselective-Cation-Channels), este transporta Na^+ e K^+ para dentro da célula, dependendo da maior concentração; e o NORC (Nonselective-Outward-Retifying-Channels), que não discrimina K^+ de Na^+ , o NORC abre-se durante a despolarização da membrana, entretanto, sob condições de salinidade, quando a $[\text{Na}^+]_{\text{ext}} > [\text{K}^+]_{\text{ext}}$ entra Na^+ (TESTER; DAVENPORT, 2003). Os transportadores que se destacam são o simporte HKT1 (High-affinity K^+ - Transportes1), que dependendo da $[\text{Na}^+]_{\text{ext}}$, pode transportar: Na^+/Na^+ , Na^+/K^+ , K^+/K^+ , K^+/Na^+ e K^+/H^+ , sendo considerado um dos sensores do estresse salino (BLUMWALD et al., 2000; YAMAGUSHI; BLUMWALD, 2005; TÜRKAN; DEMIRAL, 2009).

Como consequência da passagem do Na^+ para o citosol, se dá a despolarização, o que pode contribuir para a abertura de outros canais, da membrana plasmática como do tonoplasto, permitindo a entrada de outros íons como Cl^- , K^+ entre outros, que contribuem para alterar o ajuste osmótico. Como sinal secundário de transdução se encontram os canais de Ca^{2+} , que são dependentes do potencial eletroquímico da membrana e podem aumentar a $[\text{Ca}^{2+}]_{\text{cito}}$. De acordo com Munns e Tester (2008), quando as raízes são expostas a excesso de Na^+ ocorre um aumento na $[\text{Na}^+]$ e na $[\text{Ca}^{2+}]$ no citosol das células do córtex radicular.

4.3 Transdução do sinal osmótico

A transdução do sinal desencadeada pela percepção do componente osmótico do estresse salino pode ser classificada em duas rotas de sinalização distintas: a

dependente de ABA e a independente (TAIZ et al., 2017). Ambas as rotas levam à ativação de proteínas reguladoras (fatores de transcrição), que interagem com regiões específicas dos genes, denominadas promotores, resultando na indução ou repressão de um determinado gene. Até o momento foram descritas quatro vias de transdução de sinais envolvidas na resposta da planta ao estresse hídrico, sendo duas vias ABA dependentes (I e II, uma dependente das sínteses de proteínas e a outra independente das sínteses de proteínas) e as outras duas ABA não dependentes (III e IV, através de elementos tipo DRE/CTR – C-repeat) (SEKI et al., 2002; YAMAGUCHI-SHINOZAKI; SHINOZAKI, 2005).

Na primeira rota, a dependente de ABA, os promotores dos genes regulados por este hormônio possuem uma sequência de seis nucleotídeos, denominada elemento de resposta ao ABA ou ABRE (do inglês, ABA Response Element), à qual se ligam os fatores de transcrição envolvidos nesse processo; e a adaptação à seca se dá por ativação de proteínas bZIP ligadas aos ABREs (BUSK; PAGÉS 1998; SHINOZAKI; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, 2000). Outra via dependente de ABA requer a biossíntese de proteínas dos fatores de transcrição MYC e MYB, que funcionam cooperativamente para regular a expressão de genes alvos (ABE et al. 1997).

Entre os elementos que mediam a resposta ao ABA destacam-se elementos tipo Myb y Myc no gene rd22 de *A. thaliana*. Posto que estes elementos mediam a resposta do gene rd22 ao estresse hídrico e parecem regular a indução de maneira dependente da síntese de proteínas. Tem sido sugerido que Myb y Myc possam regular genes cuja indução por ABA depende da síntese de proteínas, na qual não ocorre a regulação via ABRE (YAMAGUCHI-SHINOZAKI; SHINOZAKI, 1994; IWASAKI et al., 1995; ABE et al., 1997).

Enquanto na rota independente de ABA, os fatores de transcrição se ligam a outro tipo de elemento de regulação nos promotores, o elemento de resposta à desidratação ou DRE (do inglês, Dehydration Response Element) (GUILTINAN et al., 1990). O elemento DRE foi identificado pela primeira vez no promotor do gene responsivo à seca rd29A (também conhecido como cor78 e lti78) (YAMAGUCHI-SHINOZAKI; SHINOZAKI 1994). O rd29A codifica uma proteína semelhante às proteínas abundantes da embriogênese tardia (LEAs) (WISE, 2003), que é induzida tanto durante a maturação dos embriões, quanto por vários tipos de estresses nos tecidos vegetativos e provavelmente funciona como um fator de tolerância. O elemento DRE é essencial para a indução da expressão do gene rd29A por estresse osmótico, como seca e alta salinidade, bem como por baixa temperatura, mas não para a ativação desse gene em resposta ao ABA (YAMAGUCHI-SHINOZAKI; SHINOZAKI 1994). Existe um subgrupo dentro de uma grande família de fatores de transcrição de plantas presentes em muitas espécies de plantas, constituído pelos DREBs (Dehydration Responsive Element Binding protein – Proteína de ligação ao elemento responsivo à desidratação). O gene DREB, codifica para uma proteína regulatória, a proteína DREB, a qual é um fator de transcrição que está envolvido na ativação

de outros genes relacionados à tolerância ao estresse hídrico. As proteínas DREB atuam no topo da cascata de eventos moleculares, induzindo respostas de defesa contra a desidratação celular. Genes homólogos a essa família têm sido identificados em canola, cevada, trigo, arroz (OsDREB1A, OsDREB1B, OsDREB1C, OsDREB1D e OsDREB2A), soja (GmDREBa, GmDREBb e GmDREBc, GmDREB2A) e milho (ZmDREB1A e ZmDREB2A). A proteína DREB1A atua como um fator de transcrição e possui em sua estrutura o domínio ERF/AP2 (ethylene responsive factor – fator responsivo ao etileno/APETALA), que interage especificamente com uma região conservada DRE, um elemento cis-atuante, presente na região promotora de vários genes ativados durante condições de seca (MARUYAMA et al., 2009)

Esta rota pode também envolver a atuação direta de uma cascata de sinalização de MAPK (do inglês, Mitogen-Activated Protein Kinases, ou proteínas kinasas ativadas por mitógenos) (YAMAGUCHI-SHINOSAKI; SHINOSAKI, 2006; TAIZ et al., 2017;). Em alguns genes que possuem o ABRE pode haver também o DRE, o que leva à intensificação das respostas ao estresse, já que ambas as rotas estão presentes na transdução do sinal, sendo os íons Ca^{2+} os responsáveis pela interação entre essas vias de sinalização (MAHAJAN; TUJETA, 2005).

Entre os genes que sua expressão é induzida pelo estresse osmótico por meio das vias mencionadas, encontram-se aqueles que codificam vários tipos de transportadores, proteínas reguladoras (fatores de transcrição, quinases prometeicas e fosfatases) e proteínas envolvidas na tolerância ao estresse, tais como as enzimas do sistema antioxidativo e aquelas que atuam na síntese dos solutos compatíveis. No entanto, encontram-se os genes que são reprimidos; genes, cujos produtos atuam no crescimento da célula, incluindo a parede celular, e que codificam algumas proteínas dos cloroplastos e da membrana plasmática (CUTLER et al., 2010).

4.4 Transdução do sinal iônico

A transdução do sinal iônico pode acontecer por várias rotas, mas a melhor caracterizada é a via de sinalização SOS; segundo Türkan; Demiral (2009), já foi observada tanto em glicófitas (arroz, trigo e *Arabidopsis thaliana*) como em halófitas (*Tellungiella halophyla* e *Populus euphratica*). A partir de evidências genéticas vários autores sugerem que um sinal do cálcio citosólico ativa as proteínas do TIPO SOS, como a proteína SOS3 (ligadora de Ca^{2+}), que é o produto da transcrição do gene SOS3 e que faz parte de uma família de genes responsáveis pela hipersensibilidade ao sódio (ZHU, 2002). A proteína SOS3 forma um complexo ao se ligar ao íon cálcio, que irá interagir com uma proteína quinase do tipo serina/treonina, a proteína SOS2 (LIU et al., 2000; HRABAK et al., 2003). O complexo SOS3-SOS2- PO_4 (proteína SOS2 ativada) dirige-se para a membrana plasmática, a fim de ativar, via fosforilação, a proteína SOS1 que, depois de ativada (SOS1- PO_4) passa a funcionar como antiporte Na^+/H^+ , que transporta para o apoplasto o excesso de Na^+ presente no citoplasma, ao

mesmo tempo em que transporta H^+ para dentro do citosol. Por tanto, este antiporte é fundamental para a manutenção da relação K^+/Na^+ adequada para o metabolismo (ZHU, 2002; ZHU, 2003; CHINNUSAMY et. al., 2005).

A proteína SOS2 ativada tem várias funções: atua como ativador do antiporte Na^+/H^+ localizado no tonoplasto ou NHX1 (Na^+/H^+ Exchanger Protein 1), que regula o nível de Na^+ citoplasmático ao compartimentalizá-lo no vacúolo; também regula a expressão gênica da proteína SOS1 e restringe a entrada de Na^+ para o citoplasma, através de seu efeito inibitório na atividade do transportador simporte HKT1, que se encontra na membrana plasmática. A proteína SOS2 ativada atua como regulador da $[Ca^{2+}]_{\text{cito}}$, através da modulação da atividade do transportador CAX1 (Calcium Exchanger 1) existente no tonoplasto. Além desses papéis, a SOS2 ativada, também está envolvida na regulação da expressão do gene SOS4, cujo produto é uma quinase do piridoxal I, responsável pela produção de piridoxal-5-fosfato, o que contribui para a homeostase iônica da célula através da regulação de canais iônicos e transportadores (TÜRKAN; DEMIRAL, 2009). Como resultado das mudanças no metabolismo, iniciadas com a percepção e transdução do sinal de estresse, ocorrem mudanças no metabolismo como alterações no balanço hormonal e na produção de EROs.

5 | CONCLUSÃO

O estresse salino é complexo devido as centenas de reações bioquímicas, ação de promotores e expressão de genes que estão envolvidas ao estresse salino; e para sua compreensão, precisa-se de estudos básicos dos componentes envolvidos, tanto bioquímico como fisiológico, enfatizando que seu estudo deve ser conduzido como um sistema solo-agua-planta.

6 | AGRADECIMENTOS

À UFES pela estrutura, à CAPES, FAPES e CNPq pela concessão de bolsas de doutorado e de produtividade aos autores pela contribuição.

REFERÊNCIAS

ABE, H.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; URAO, T.; IWASAKI, T.; HOSOKAWA, D.; SHINOZAKI, K. **Role of Arabidopsis MYC and MYB homologs in drought- and abscisic acid-regulated gene expression**. Plant Cell, v.9, p.1859-1868, 1997.

BATISTA, M.J.; NOVAES, F.; SANTOS, D.G.; SUGUINO, H.H. **Drenagem como Instrumento de Dessalinização e Prevenção da Salinização de Solos**. 2.ed., rev. ampliada. Brasília: CODEVASF, 2002. 216p.

BLUMWALD, E.; AHARON, G.S.; APSE, M.P. **Sodium transport in plant cells**. Biochimica e Biophysica Acta, v.1465, p.140- 151, 2000.

- BUSK, PK.; PAGÈS, M. **Regulation of abscisic acid-induced transcription**. *Plant Mol Biol*, v.37, p.425-435, 1998.
- CHAVES, M.M.; MAROCO, J.P.; PEREIRA, J.S. **Understanding plant responses to drought – from genes to the whole plant**. *Functional Plant Biology*, v.30, p.239-264, 2003.
- CHINNUSAMY, V.; JAGENDORF, A.; ZHU, J.K. **Understanding and improving salt tolerance in plants**. *Crop Science*, v.45, p.437-448, 2005.
- CUTLER, S. R.; RODRIGUEZ, P. L.; FINKELSTEIN, R. R.; ABRAMS, S. R. **Abscisic acid: emergence of a core signaling network**. *Annual Review of Plant Biology*, v.61, p.651-679, 2010.
- DASGAN, H.Y.; AKTAS, H.; ABAK, K.; CAKMAK. I. **Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotypes responses**. *Plant Science*, v.163, p.695-703, 2002.
- GUILTINAN, M.J., MARCOTTE; W.R.; QUATRANO, YR.S. **A plant leucine zipper protein that recognizes an abscisic acid response element**. *Science*, v.250, p.267-271, 1990.
- HRABAK, E.M.; CHAN, C.W.; GRIBSKOV, M.; HARPER, J.F.J; CHOI, H.; HALFORD, N.; KUDLA, J.; LUAN, S.; NIMMO, H.G. M; SUSSMAN, R.; et al. **The Arabidopsis CDPK-SnRK superfamily of Protein Kinases**. *Plant Physiology*, v.132, p.666-680, 2003.
- IWASAKI, T.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; SHINOZAKI, K. **Identification of a cisregulatory region of a gene in Arabidopsis thaliana whose induction by dehydration is mediated by abscisic acid and requires protein synthesis**. *Molecular and General Genetics*, v.247, p.391- 398, 1995.
- LIU, J.P.; ISHITANI, M.; HALFTER, U.; KIM, C.S.; ZHU, J.K. **The Arabidopsis thaliana SOS2 gene encodes a protein kinase that is required for salt tolerance**. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, v.97, p.3730-3734, 2000.
- MAHAJAN, S.; TUTEJA, N. **Cold, salinity and drought stresses: an overview**. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, v.444, p.139-158, 2005.
- MARUYAMA, K.; TAKEDA, M.; KIDOKORO, S; YAMADA, K.; SAKUMA, Y.; URANO, K.; FUJITA, M.; YOSHIWARA, K.; MATSUKURA, S.; MORISHITA, Y.; SASAKI, R.; SUZUKI, H.; SAITO, K.; SHIBATA, D.; SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. **Metabolic pathways involved in cold acclimation identified by integrated analysis of metabolites and transcripts regulated by DREB1A and DREB2A**. *Plant physiology*, v.150, n.4, p.1972- 1980, 2009.
- MUNNS, R.; TESTER, M. **Mechanisms of salinity tolerance**. *Annual Review of Plant Biology*, v.59, p.651-681, 2008.
- PRISCO, J.T.; GOMES FILHO, E. **Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas. Universidade Federal de Ceará. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. Fortaleza, 2010.
- RIERA, M.; VALON, C.; FENZI, F.; GIRAUDAT, J.; LEUNG, J. **The genetics of adaptative responses to drought stress: abscisic aciddependent and abscisic acid-independent signalling components**. *Physiologia Plantarum*, v.123, n.2, p.111–119, 2005.
- SEKI, M.; NARUSAKA, M.; ISHIDA, J.; NANJO, T.; FUJITA, M.; OONO, Y.; KAMIYA, A.; NAKAJIMA, M.; ENJU, A.; SAKURAI, T.; SATOU, M.; AKIYAMA, K.; TAJI, T.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; CARNINCI, P.; KAWAI, J.; HAYASHIZAKI, Y.; SHINOZAKI, K. **Monitoring the expression profiles of 7000 Arabidopsis genes under drought, cold and high-salinity stresses using a full-length cDNA microarray**. *The Plant Journal*, v.31, n.3, p.279-292, 2002.

SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. **Molecular responses to dehydration and low temperature: differences and cross-talk between two stress signaling pathways.** Current Opinion in Plant Biology, v.3, p.217-223, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia vegetal.** 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. **Na⁺ Tolerance and Na⁺ Transport in Higer Plants.** Annals of Botany, v.91, p.503-527, 2003.

TÜRKAN, I.; DEMIRAL, T. **Recent developments in understanding salinity tolerance.** Environmental and Experimental Botany, v.67, p.2-9, 2009.

YAMAGUSHI, T.; BLUMWALD, E. **Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities.** Trends in Plant Science, v.10, p.615-620, 2005.

YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; SHINOZAKI, K. **A novel cis-acting element in an Arabidopsis gene is involved in responsiveness to drought, low-temperature, or high-salt stress.** Plant Cell, v.6, p.251-264, 1994.

YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; SHINOZAKI, K. **Organization of cis-acting regulatory elements in osmotic- and cold-stress-responsive promoters.** Trends in Plant Science, v.10, p.88-94, 2005.

YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; SHINOZAKI, K. **Transcriptional regulatory networks in cellular responses and tolerance to dehydration and cold stresses.** Annual Review of Plant Biology, v.57, p.781-803, 2006.

WISE, M.J. **LEAping to conclusions: A computational reanalysis of late embryogenesis abundant proteins and their possible roles.** BMC Bioinformatics, v.4, p.52, 2003.

ZHU, J.K. **Salt and drought stress signal transduction in plants.** Annual Review of Plant Biology, v.53, p.247-273, 2002.

ZHU, J.K. **Regulation of ion homeostasis under salt stress.** Current Opinion on Plant Biology, v.6, p.441-445, 2003.

CAN THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL OF THE COASTAL PLAIN OF THE BRAZILIAN STATE OF RS INTERFERE IN THE NUTRITIONAL VALUE OF PUITA INTA CL RICE?

Jeremias Pakulski Panizzon

Universidade do Vale do Rio dos Sinos
São Leopoldo- RS

Neiva Knaak

Instituto Rio Grandense do Arroz
Cachoeirinha- RS

Denise Dumoncel Righetto Ziegler

Universidade do Vale do Rio dos Sinos
São Leopoldo- RS

Renata Cristina de Souza Ramos

Universidade do Vale do Rio dos Sinos
São Leopoldo- RS

Uwe Horst Schulz

Universidade do Vale do Rio dos Sinos
São Leopoldo- RS

Lidia Mariana Fiuza

Instituto Rio Grandense do Arroz
Cachoeirinha- RS

ABSTRACT: Rice (*Oryza sativa*) is one of the most consumed foods in the world, being one of the most important grains in global economic terms. This research was to evaluate if the physicochemical characteristics of the soil in rice fields of the Internal and the External Coastal Plain of the Brazilian State of RS have the potential to modify the nutritional value of the rice cultivar PuitaInta CL. This study evaluated the nutritional composition,

the total phenolic compounds content and the antioxidant activity of brown and polished grains of PuitaInta CL rice from two different areas. Samples were collected during two crop years. The nutritional content, phenolic content and antioxidant content were tested by the Mann Whitney method, in which samples are compared, obtaining the result that brown rice and polished rice have different characteristics, depending on the place where it is cultivated ($p < 0.001$), and that there is no temporal difference ($p > 0.05$). The 18 physicochemical variables were analyzed by principal component analysis (PCA), followed by MANOVA. Results from PCA showed that the first three axes explain 74.19%. The first axis (47, 12%) includes the variables: regions, phosphorus, pH, potassium saturation, calcium / magnesium ratio, clay and organic matter. The second axis (15.79%) includes: calcium / potassium ratio and effective electron exchange capacity. The third axis includes: (11, 28%) potassium. The resulting spatial pattern shows a significant difference between the soils of each region as demonstrated by MANOVA (Wilk's Lambda: 0.008, $p < 0.0001$ and $F = 61.6$). **KEYWORDS:** *Oryza sativa*, Coastal Plain, soils, nutrients.

1 | INTRODUCTION

Rice is one of the most cultivated cereals in the world for direct human nutrition and as an input to the food industry. Trends in the food industry are making rice, especially organic and brown, to be increasingly sought after due to its health benefits (CONAB, 2018).

The cultivation systems employed for the production of irrigated rice are: conventional, direct, minimum and pre-germinated (EMBRAPA, 2016). Each system is characterized by different types of soil management and the crop itself. The State of Rio Grande do Sul presents several lowland soil classifications, which may be suitable or not for irrigated rice cultivation such as Planosols, Gleysols, Chernosols and Neosols, among others (PINTO et al., 2004). The soil is composed of microhabitats that differ in their physicochemical properties (CARSON et al., 2009). These characteristics determine a diversified composition of microorganisms where any change, physical or chemical, causes modifications in the community of organisms (PANIZZON et al., 2016). The availability of oxygen, moisture ratio, temperature range, available organic matter and pH are factors that directly affect the soil and consequently the plants and their products that are used in both animal and human feeding (FEIGI et al., 1998).

In foods, antioxidants, for example, are molecules capable of reducing or preventing oxidation. Due to the risks of consuming synthetic antioxidants, research studies on natural products that contain antioxidant activity have increased with the aim of replacing the synthetic antioxidants (MENDIOLA et al., 2010). Among the sources of phenolic compounds, rice plays an important role in diet because it contains distinct phenolic compounds, such as tocopherols, tocotrienols and g-oryzanol, mainly associated with the pericarp. However, grain polishing reduces the concentration of phenolic compounds in the endosperm, which remain in the bran from where be limited to carbohydrates or proteins making the hydrolysis process important to obtain the maximum yield of phenolic acids if you want to recover them (OLIVEIRA et al., 2012).

The present work aimed to examine if the physicochemical characteristics of the soil can influence the nutritional composition of polished and brown rice of the cultivar Puitá INTA-CL, cultivated in the crop years 2013/14 and 2014/15, in the rice-growing regions of the Internal Coastal Plain and the External Coastal Plain, RS-Brazil.

2 | MATERIAL AND METHODS

The analyzed sites (Fig. 1) were the districts of Santo Antônio da Patrulha (PCE)-RS: 29°50'18"S and 50°30'58"W and Charqueadas (PCI) - RS: 29°97'04.9"S and 051°31'33.2"W.



Figure 1: Sampling sites in the External Coastal Plain (large dot) and Internal Coastal Plain (Small dot) of Rio Grande do Sul State, areas in Brazil, during the crop years of 2013/14 and 2014/15, evaluated in this study.

This article is a continuation of a survey conducted at UNISINOS. We used the same methodology for a grain and soil collection by Panizzon et al (2017). However, the present article aimed to disseminate physicochemical compounds of the soil with a nutritional part of the grain produced in this area.

2.1 Studied rice plant

The sampled cultivar was Puitá INTA-CL in crops of minimum tillage, which are areas that are not heavily manipulated throughout the planting process. Cultivar Puitá INTA-CL is a variety resistant to herbicides, with an average cycle of 125 days, having low height, with an average height of 86 cm which makes it resistant to lodging. Samples were collected in four periods of the crop cycle: one collection after soil before sowing, two collections in the vegetative phase, two collections in the reproductive phase and two during seed maturation, with a total of seven collections in each crop year for each crop (IRGA, 2018).

2.2 Rice samples

The grains were collected by tractor in each of the studied properties and were taken to the Rice Experimental Station (IRGA), which carried out actions such as grain transport, reception, pre-cleaning, drying and storage. Essentially, consisting of the industrial process of turning the rice grain from the crop into a processed food product: polished rice and brown rice (IRGA, 2018).

2.3 Centesimal composition

The analyses of nutritional composition were performed according to the norms of the Adolfo Lutz Institute (2008). The dry extract was obtained by determining the humidity by subjecting the samples to oven heating at 105° C to constant weight. The ashes were obtained by incineration in a muffle furnace at 550° C. Lipids and proteins contents were obtained by the methods of Gerber and Kjeldhal, respectively. Fiber content was determined by the AOAC (2012) method and the determination of carbohydrates was obtained by the difference of the others. All analyses were performed in triplicate.

2.4 Rice extract

2 g of milled rice was added to 40mL of the acetone / water / acid solution (70:29:1, v/v/v) and left to stand for 1 hour in an ultrasonic water bath. The mixture was centrifuged at 5000 rpm at 20° C for 20 minutes. The supernatant was collected for the determination of antioxidants and phenolic content. This extract was used for the determination of DPPH and phenolic compounds (QIUA et al., 2010).

2.5 DPPH method

Antioxidant activities were determined using DPPH as a free radical. For each antioxidant, different concentrations were tested (expressed as the number of moles of antioxidant / mole of DPPH). The antioxidant solution of methanol (0.1 mL) was added to 3.9 mL of 6×10^{-5} mol / L of DPPH solution. The decrease in absorbance was determined at 515 nm at 0min, with every 15 min the reaction being expected to reach a plateau. The initial DPPH index was calculated by concentration (CDPPH) in the reaction medium from a calibration curve with the equation whose absorbance of 515nm = $12509 \times (\text{CDPPH}) - 2.58 \times 10^{-3}$ as determined by linear regression. For each antioxidant concentration tested, the kinetic reaction was plotted. From these graphs, when the percentage of DPPH is maintained at steady state the values of DPPH residues are determined as the function of the molar ratio of antioxidant to DPPH anti-radical activity, with the result expressed in mM / g m.s (BRAND-WILLIAMS et al., 1995).

2.6 Folin-Ciocalteu method

This method was used to determine the total phenolic content. Each sample of rice extract was diluted in 50 mL with distilled water and filtered. This solution (0.5 mL) was then mixed with 2.5 mL of 0.2 N Folin-Ciocalteu reagent for 5 minutes and 2 mL of 75 g / L sodium carbonate (Na_2CO_3). After incubation for 2 h, the absorption of the reaction was measured at 760 nm against a blank of methanol. Gallic acid (0-200mg / L) was used as the standard to produce a calibration curve, with the result expressed

in: Mg EAG / g m.s (MEDA et al., 2005).

2.7 Proteins BCA

A second method (BCA) of protein determination was also tested using the colorimeter-spectrophotometer, with the result being expressed in $\mu\text{g} / \text{mL}$. A curve is made with a blank, generating a standard curve, where x is the concentration and y is the absorbance. The higher the concentration of proteins, the greater the coloration. The rice samples were filtered, then centrifuged. A dialysis of 12 hours was made and the measurement was done on the device. (ZAIA et al., 1998).

2.8 Statistical analysis

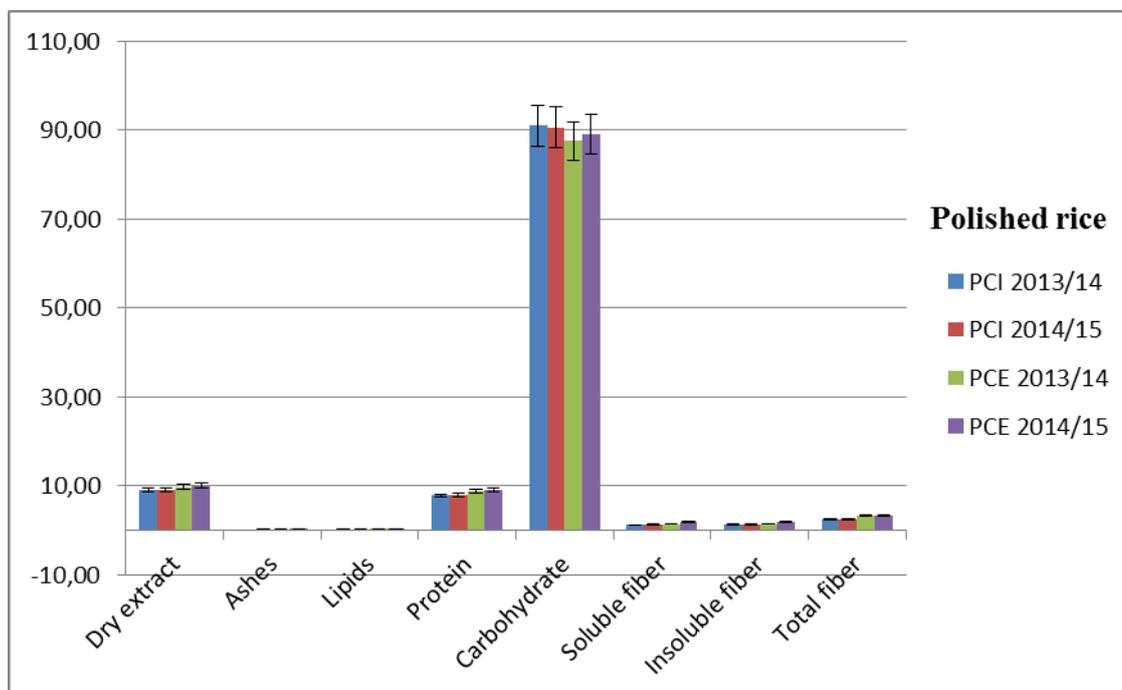
To determine the grouping of the physicochemical elements, a principal component analysis (PCA) was performed. A MANOVA was then performed to verify if there was a difference in soil characteristics among the studied regions that could nutritionally modify the rice consumed. Since the data were not normalized, a Mann Whitney analysis was performed with the grains produced in the areas to evaluate if there was difference of nutritional components between the rice of each region and between the studied cycles (ZAR, 1999).

3 | RESULTS AND DISCUSSION

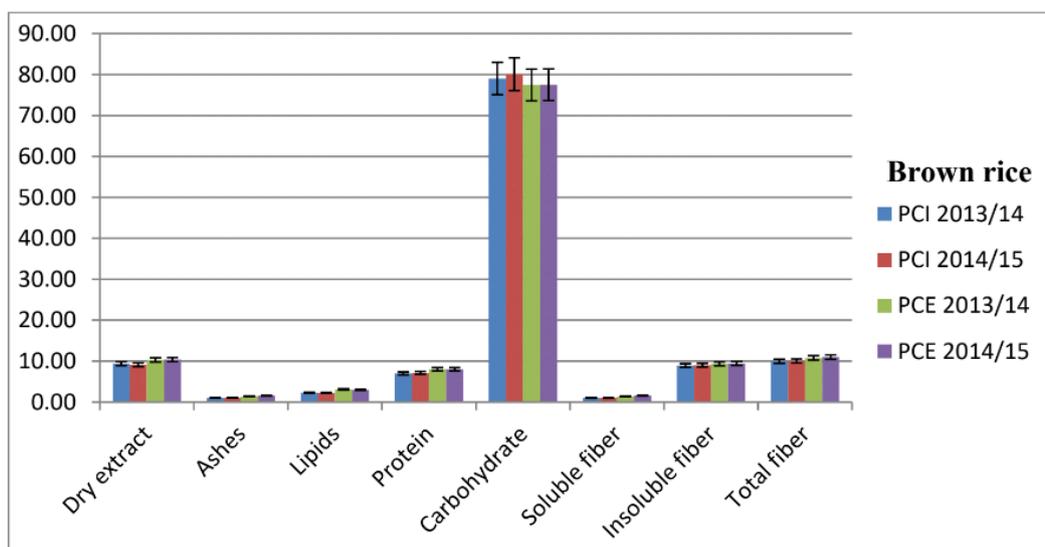
The parameters evaluated in the nutritional composition of polished and brown rice (Figure 2 A and B) were maintained in the two regions, Internal Coastal Plain (PCI) and External Coastal Plain (PCE), RS / Brazil. According to ZHOU et al. (2002), the composition of the grains and their portions is subject to several factors, such as variety, environmental variations, handling, processing and storage. In addition, grain polishing results in a reduction in nutrient content, except for starch, which can be observed in Figure 2 A and B, which shows that polished rice had lower concentrations of ash, lipids and insoluble fibers when compared with brown rice. According to MANO (1999), dietary fiber exerts different functions in the human body. Studies associate the reduction in blood pressure, the concentration of total cholesterol, LDL cholesterol and triglycerides, and the control of blood glucose, aiding in the prevention and in the control of some chronic diseases, such as diabetes and cardiovascular diseases.

Carbohydrates are the main constituents of rice as can be seen in the analyzes (Figure 2A and B). The protein content in rice is considered low, on average 7%, and lipids have their highest concentration in the germ. Thus, the lipid concentration is higher in the brown rice, being reduced with the polishing, corroborating with values found experimentally (WALTER et al., 2008). The concentration of minerals differs in the grain fractions. While in husked rice silicon is a dominant component, in brown and polished rice phosphorus, potassium and magnesium stand out. Mineral content

is greatly influenced by growing conditions, including fertilization and soil conditions, and by processing (ITANI et al., 2002). The content of phenolic compounds, antioxidant index (DPPH) and proteins BCA of both polished rice and brown rice were higher in PCE, where the soil is higher in nutrients, indicating that the most fertile soils produce foods with higher nutritional quality.



A



B

Figure 2: Nutritional composition in percentage (%) of rice produced in two rice regions of RS / Brazil. (A) Polished rice; (B) Brown rice. PCI = Internal Coastal Plain; PCE = Extern

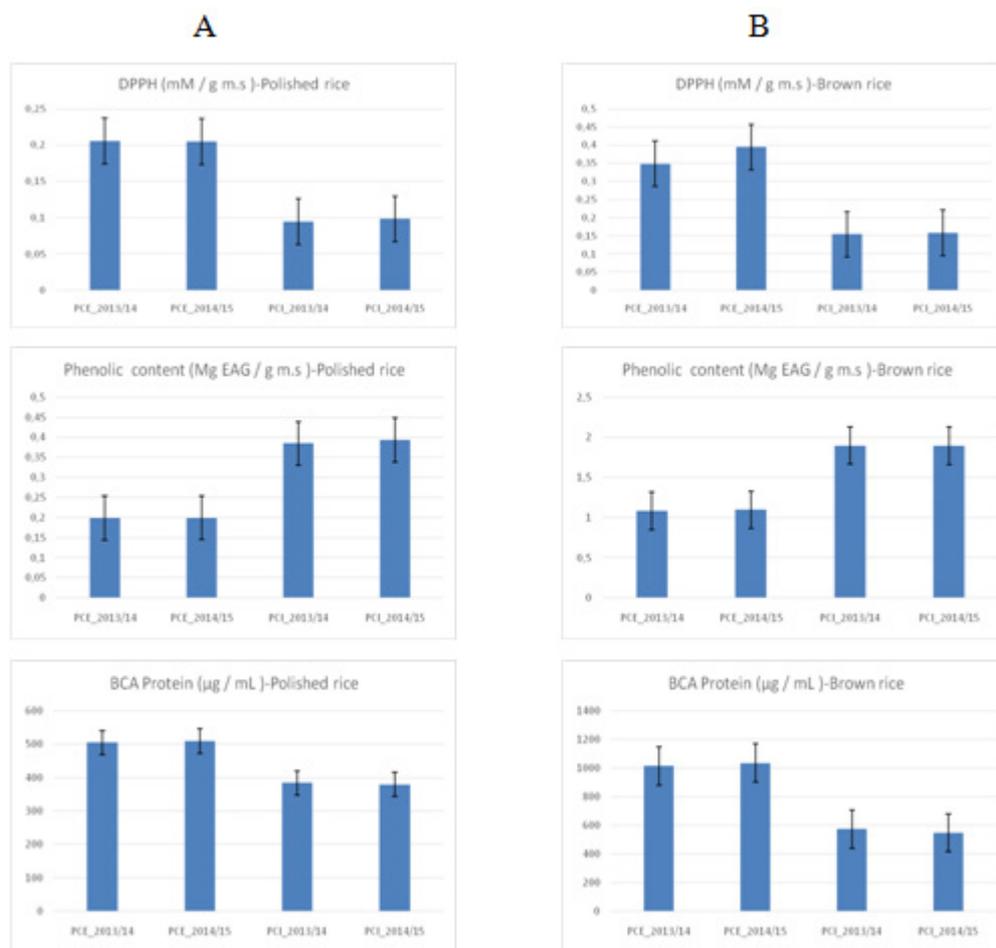


Figure 3: Content of phenolic compounds, antioxidants (DPPH) and proteins BCA of rice produced in two rice regions of RS / Brazil. (A) Polished rice; (B) Brown rice. PCI = Internal Coastal Plain; PCE = External Coastal Plain.

The Mann Whitney tests showed that the nutritional content, phenolic content and antioxidant content of the grains grown in the crops did not vary significantly between the crop years ($p > 0.05$). However, a variation of the same nutritional components was detected between the grains generated in the Internal and the External Coastal Plain ($p < 0.0001$). All nutritional components analyzed were higher in the External Coastal Plain, except carbohydrates, because starch, despite being the predominant polysaccharide in rice, is a result of the sum of the other nutritional components, indicating that if the other components are higher, its content will be reduced. Starch is the main form of energy storage of plants, being used in the industry due to its low cost.

Among the various classes of natural occurrence of antioxidant substances, phenolic compounds have attracted special attention because they inhibit lipid peroxidation and lipo-oxygenation *in vivo* (KRISTINOVA et al., 2009). Therefore, the chemical structures that allow the neutralization or sequestration of free radicals, as well as the chelation of transition metals, prevent the propagation of oxidative processes. Vegetable tissues are good sources of these compounds, and rice, despite not having many of these food features, is a food consumed by a large part of the population (OLIVEIRA et al., 2007).

The 18 physicochemical variables (PANIZZON et al., 2017) were analyzed by the principal component analysis (PCA) technique, after which a MANOVA was performed to test if the regions had similar values of the variables. Results from the PCA (figure 4) showed that the first three axes explain 74.19%: the first axis (47, 12%) includes local variables, phosphorus, pH, potassium saturation, calcium / magnesium ratio, clay and organic matter; the second axis (15.79%) includes calcium / potassium ratio and effective electron exchange capability; and the third axis (11, 28%) includes potassium.

The studied soils presented physicochemical characteristics significantly different, as detected by MANOVA (Wilk's Lambda of 0.008, $p < 0.0001$ and $F = 61.6$). Figure 4 is a detail of the data found in the PCA.

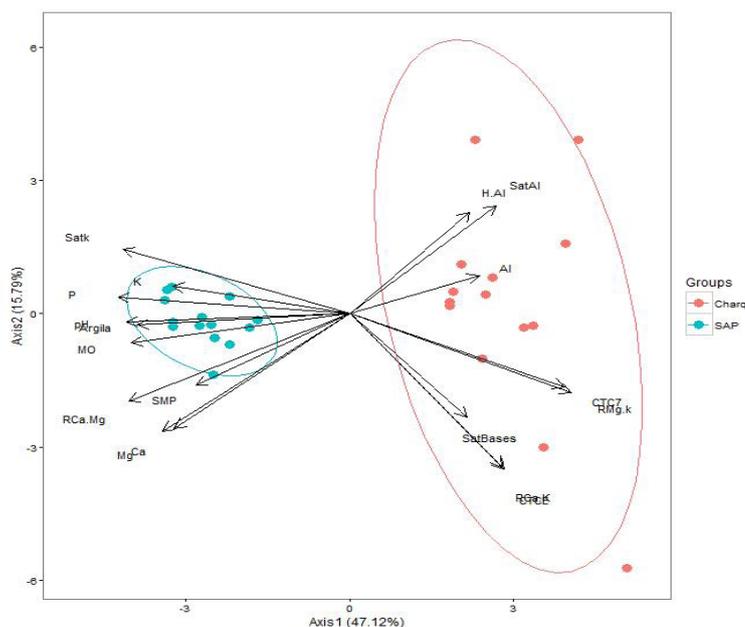


Figure 4: Principal component analysis of physicochemical elements of the soil of the Internal Coastal Plain (Charq) and the External Coastal Plain (SAP) – RS, Brazil, in the crop years of 2013/14 and 2014/15.

In this way it is possible to observe that the parameters are highly correlated with the axis levels totaling 74.19%. With the PCA analysis it is evident that the most important elements are the regions, phosphorus, pH, clay and organic matter for the difference between the points, especially since the correlation between the variables is greater than 0.8. Among the variables of the second component the correlations higher than 0.7 were considered, which consisted of calcium / potassium ratio and effective electron exchange capability. For the third axis, the variable above 0.6 was potassium, according to Table 1.

In a study on the quality of water in rice fields, similar results were found, including the variables that mostly affect rice: pH, phosphorus, potassium and calcium (PANIZZON et al., 2012). A similar study to the previous one found the values of electrical conductivity, pH and phosphorus as signifiers for the growth of the plant, mainly in the phase of maturation, which is when it begins to form the grain of rice (RECHE et al., 2016).

Variables PCA	Axis 1	Axis 2	Axis 3	
Local		0,9713	0,09171	-0,1107
Clay		0,8145	0,04894	-0,2
pH		0,821	0,02829	-0,1501
SMP		0,5461	0,3305	-0,4891
P		0,8459	-0,09832	0,1616
K		0,6351	-0,1443	0,6573
M.O		0,8075	0,124	-0,1512
Al		-0,4517	-0,1625	-0,3084
Ca		0,6606	0,5112	0,03162
Mg		0,6842	0,527	0,232
H + Al		-0,4459	-0,4615	0,5451
CTC E		-0,5533	0,7105	0,2812
CTC 7		-0,7817	0,3461	0,3756
SatBases		-0,4406	0,4645	0,04213
Sat Al		-0,5141	-0,4751	-0,5816
Sat K		0,8208	-0,3098	0,123
R Ca / Mg		0,8176	0,3933	-0,04307
R Ca / K		-0,5303	0,7134	-0,1546
R Mg / K		-0,7983	0,3762	-0,2179

Table 1: Matrix of correlation of physicochemical variables of this study, and the three main components of the varimax rotation method.

Subtitle: Clay (%), pH, Index of analysis and correction of acidity - SMP, Phosphorus (mg/L), Potassium (mg/L), Organic Matter - MO (mg/L), Aluminum (mg/L), Calcium (mg L), Magnesium (mg/L), Hydrogen + Aluminum (mg/L), Effective electron exchange capacity – CTC E (mg/L), Electron exchange capacity pH 7 – CTC 7 (mg/L), Saturation (Sat) Bases (%), Sat Al (%) Sat K (%), Relationship (R) Ca/Mg (mg/L), RCa/K (mg/L) e RMg/K (mg/L).

The spatial pattern resulting from the distribution of the samples at two distinct locations demonstrates the soil difference and thus defines a different pattern for each region, resulting in grains with statistically different nutritional qualities (PANIZZON et al., 2017 and Figure 4). Other studies show that soil spatial variability occurs naturally (ZHAO et al., 2011). These variations can be affected by human activity, flora and fauna. The soil affects the agricultural activities and is capable of generating foods with distinct nutritional characteristics in the same plant species (RODRÍGUEZ-GARAY et al., 2016).

Currently, there are researches that add silicon to the soil through the straw and the husk of rice. Although silicon is not considered an essential element for plants, its effects on monocotyledons, including rice, have been evaluated as positive. It is known that silicon comprises up to 10% of the dry matter of straw and rice husk, being much higher than other mineral nutrients. If this husk is applied before preparation of the soil, it is possible to increase the initial soil pH throughout the cycle (PINHEIRO, et al., 2016). This is a good option to try to regulate the level of pH in the Internal Coastal Plain that presented values lower than the External Coastal Plain. Another important factor is early irrigation, which can bring advantages to the nutrition of the rice plants, because the availability of nutrients in the soil solution increases with the flood. Therefore, the

earlier irrigation is started, more readily rice plants will be able to receive this benefit (NASCIMENTO et al., 2009), making rice more regular in the requirements for its production, thus generating more uniform grains with better nutritional value.

Studies have shown that the presence of phosphorus and potassium, even in soils with low organic matter, results in good grain yield (BEUTLER et al., 2016), as observed in the Internal Coastal Plain. In addition, soil macroporosity is an important physical attribute in soil pore distribution analysis (SIMIONI et al., 2016). With greater porosity the nutrients are more accessible to plants. The amount of calcium needed for monocotyledonous growth is lower than for dicotyledonous. However, calcium was an element that appeared with relative importance in PCA (Figure 4), because it reduces soil acidity and facilitates root growth (GIONGO et al., 2016).

4 | CONCLUSIONS

Under the conditions in which these studies were carried out, based on collections of soil samples and rice grains from the crop years of 2013/14 and 2014/15, it can be inferred that: (i) the two rice regions, the Internal and the External Coastal Plain, presented different physicochemical characteristics of soil, being the values of pH, organic matter and clay higher in PCE; (ii) soil physicochemical elements produce grains with significantly different nutritional qualities; (iii) the polished and brown rice of the External Coastal Plain, for having a more fertile soil, produced better quality PuitaInta CL rice grains.

REFERÊNCIAS

AOAC. Official Methods of AOAC International. **Determination of fiber -Food Science and Technology**. Champaign: USD. 2012. 1200 p.

BEUTLER, A.N. et al. Effect of nitrogen-fixing bacteria on grain yield and Development of flooded irrigated rice. **Rev. Caatinga**. Mossoró, v. 29, n. 1, p. 11 – 17, jan. 2016. Available from: <<http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252016v29n102rc>>. Accessed: June 18, 2016. doi: 10.1590/1983-21252016v29n102rc

BRAND-WILLIAMS, W. et al. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT – Food Science and Technology**, Amsterdam, v.28, n.1, p.25-30, 1995. Available from: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643895800085>>. Accessed: November 17, 2015. doi:10.1016/S0023-6438(95)80008-5

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra Brasileira de grãos**. Brasília, 2018. Accessed: Jun 18, 2018. Online. Available from: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2018.pdf>

CARSON, J.K. et al. Minerals in soil select distinct bacterial communities in their microhabitats. **FEMS Microbial Ecology**. Oxford, v.67, p. 381-388, Mar. 2009. Available from: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19187213>>. Accessed: June, 4, 2016. doi: 10.1111/j.1574-6941.2008.00645.x

EMBRAPA. **Cultivo de arroz pré-germinado no Rio Grande do Sul**. São Paulo, Embrapa Digital,

Brasília, 23 jul. 2016. Accessed: July 23, 2016. Online. Available from : <<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/sistemas/sistemas-14/cap1.htm>>

FEIJI, B.J. et al. Balanço de carbono e biomassa microbiana em solos da Amazônia. In : _____. **Ecologia Microbiana**, Jaguariúna: EMBRAPA, 1998. Cap 17, p.423-441.

GIONGO, V. et al. Soil management systems for sustainable melon cropping in the submedian of the são francisco valley. **Revista Caatinga**. Mossoró, v.29, n.3, p.537-547, Sept. 2016. Available from: <<http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252016v29n303rc>>. Accessed: October 21, 2016. doi: 10.1590/1983-21252016v29n303rc

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores: Odair Zenebon, NeusSadoccoPascuetand Paulo Tiglea. São Paulo: IAL, 2008.1000p.

IRGA. **Recomendações técnicas de pesquisa para o Sul do Brasil**. Cachoeirinha: Instituto Rio Grandense do Arroz, 2018.

ITANI, T. et al. Distribution of amylose, nitrogen, and minerals in rice kernels with various characters. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, v.50, p.5326-5332, Aug.2002. Available from: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12207469>>. Accessed: Setember 2, 2016.doi:10.1021/jf020073x

KRISTINOVA, V. et al. Antioxidant Activity of Phenolic Acids in Lipid Oxidation Catalyzed by Different Prooxidants.**Journal of Agricultural and Food Chemistry**.Washington, v. 57, p. 10377-10385, 2009. Available from: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf901072t>>. Accessed: December 7, 2015.doi: 10.1021/jf901072t

MANO, Y. et al. Comparative composition of brown rice lipids (lipid fractions) of indica and japonica rices. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**.Tokyo.v.63, n.4, p.619-626, Oct. 1999. Available from: < <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1271/bbb.63.619>>.Accessed: Setember 23, 2016. doi:10.1271/bbb.63.619

MEDA, A. et al. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contentes in Burkina Fasan honey, as well as their radicals scavenging activity. **Food Chemistry**.Amsterdam, v.91, n.1, p.571-577, 2005. Available from: < file:///C:/Users/suário/Downloads /Food_Chem_Honey.pdf >. Accessed: December, 7, 2015.doi: 10.1016/j.foodchem.2004.10.006

MENDIOLA, J. et al. Design of Natural Food Antioxidant Ingredients through a Chemometric Approach. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**.Washington, v. 58, p. 787-792, 2010. Available from:< <http://dx.doi.org/10.1021/jf901951z>>. Accessed: November 17, 2015. doi: 10.1021/jf901951z

NASCIMENTO, P.C. et al. Sistemas de manejo e a matéria orgânica de solo de várzea com cultivo de arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 33, n.6, p.1821-1827 , Dec. 2009. Available from: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000600030>>. Accessed: June 3, 2016.doi: 10.1590/S0100-06832009000600030

OLIVEIRA, M. et al. Atividade antioxidante e antifúngica de extratos vegetais. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara,v.18, n.3, p.267-275, 2007. Availablefrom:<<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/163/171>>. Accessed: May 12, 2016.

OLIVEIRA, M. et al. Phenolic compounds and antioxidant activity in fermented rice (*Oryza sativa*) bran. **Ciência e Tecnologia de alimentos**. Rio de Janeiro,v. 32, n.3, p.531-537, 2012. Available: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v32n3/aop_cta_5500.pdf>. Accessed: June 22, 2016. doi: 10.1590/S0101-20612012005000067

PANIZZON, J.P. et al. Diversity of Heterotrophic Bacteria Isolated from Water in the Paddy Rice Fields of Southern Brazilian.**Journal of Microbiology Research**. California, v.2, n.3, p. 60-67. 2012. Available: < <http://article.sapub.org/10.5923.j.microbiology.20120203.04.html>>. Accessed: March 11,

2016. doi:10.5923/j.microbiology.20120203.04

PANIZZON, J. P. et al. Bacteria-Soil-Plant Interaction: This Relationship to Generate can Inputs and New Products for the Food Industry. **Rice Research: Open Access**. New York, v. 4, n. 1, p. 1-6, 2016. Available from: <<http://www.esciencecentral.org/journals/bacteriasoilplant-interaction-this-relationship-to-generate-can-inputsand-new-products-for-the-food-industry-2375-4338-1000165.pdf>>. Accessed: March 11, 2016. doi:10.4172/2375-4338.1000165

PANIZZON, J.P. et al. Communities of Heterotrophic Bacteria in Gleysols and Planosols of Irrigated Rice Fields. **Journal of Microbiology Research**. California, v.7, n.1, p. 14-22. 2017. Available: <<http://article.sapub.org/10.5923.j.microbiology.20170701.03.html>>. Accessed: March 16, 2017. doi:10.5923/j.microbiology.20170701.03

PINHEIRO, V. et al. Seed treatment, soil compaction and nitrogen management affect upland rice. **Pesq. Agropec. Trop**. Goiania, v. 46, n. 1, p. 72-79, Jan./Mar. 2016. Available from: <<http://www.scielo.br/pdf/pat/v46n1/1517-6398-pat-46-01-0072.pdf>>. Accessed: July 23, 2016. doi: 10.1590/1983-40632016v4638428

PINTO, L.F.S. et al. Solos de várzea do Sul do Brasil cultivados com arroz irrigado. In: _____ . **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2004. Cap.3, p.75-95.

QUIA, Y. et al. Antioxidant properties of commercial wild rice and analysis of soluble and insoluble phenolic acids. **Food Chemistry**. Amsterdam, v. 121, n. 1, p. 140–147, 2010. Available from: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.021>>. Accessed: January 12, 2016. Doi: 10.1016/j.foodchem.2009.12.021

RECHE, M.H. et al. Microbial, physical and chemical properties of irrigation water in rice fields of Southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v.88, n.1, p.361-375, Mar. 2016. Available from: <<http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201620140466>>. Accessed: November 12, 2016. doi: 10.1590/0001-3765201620140466

RODRÍGUEZ-GARAY, F.A. et al. Variabilidad espacial de los atributos químicos del suelo en el rendimiento y calidad de café. **Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria**. Bogota, v.7, n.2, p.237-254, Aug. 2016. Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0122-87062016000200008&lng=es> Accessed: October, 12, 2016. doi: v17n2/v17n2a08.pdf

SIMIONI, F.J. et al. Economic and soil quality indicators in soybean crops grown under integrated crop-livestock and winter-grain cultivation systems. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.46, n.7, p.1165-1171, jul, 2016. Available from: <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150445>>. Accessed: November 14, 2016. doi:10.1590/0103-8478cr20150445

WALTER, M. et al. Rice: composition and nutritional characteristics. **Ciência Rural**, v.38, n.4, p.1184-1192, jul, 2008. Available from: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v38n4/a49v38n4.pdf>>. Accessed: January 14, 2016. doi:v38n4/a49v38n4

ZAIDA, D. A. M. et al. Determinação de proteínas totais via espectrofotometria: vantagens e desvantagens dos métodos existentes. **Química Nova**. São Paulo, v.21 n.6, p.1-7, Nov./Dec. 1998. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40421998000600020>. Accessed: July 14, 2017. doi:10.1590/S0100-40421998000600020

Zar, J.H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 1999.

ZHAO Y. et al. Spatial variability of soil properties affected by grazing intensity in Inner Mongolia grassland. **Ecol Model**. Amsterdam, v. 205, n. 1, p.241-254, Jun. 201. Available from: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s11104-010-0460-9>>. Accessed: June 30, 2016. doi:10.1007/s11104-010-0460-9

ZHOU, Z. et al. Composition and functional properties of rice. **International Journal of Food Science and Technology**. New Zealand, v.37, p.849-868, Dec. 2002. Available from:< <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2621.2002.00625.x/full>> Accessed: May 23, 2016. doi:10.1046/j.1365-2621.2002.00625.x

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA SILAGEM DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE MILHO (*ZEA MAYS L.*) NO NOROESTE CAPIXABA

Luciene Lignani Bitencourt

Instituto Federal do Espírito Santo campus Itapina
Colatina – ES

Wellington Raasch Piske

Instituto Federal do Espírito Santo campus Itapina
Colatina – ES

Hellysa Gabryella Rubin Felberg

Instituto Federal do Espírito Santo campus Itapina
Colatina – ES

Ariane Martins Silva Gonçalves

Instituto Federal do Espírito Santo campus Itapina
Colatina – ES

Leandro Glaydson da Rocha Pinho

Instituto Federal do Espírito Santo campus Itapina
Colatina – ES

Mércia Regina Pereira de Figueiredo

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência
Técnica e Extensão Rural – CPDI Norte
Linhares – ES

Felipe Lopes Neves

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência
Técnica e Extensão Rural
Mucurici – ES

Fábio Ribeiro Braga

Universidade Vila Velha
Vila Velha – ES

Diogo Vivacqua de Lima

Faculdade Multivix
Castelo – ES

RESUMO: Para uma produção adequada de silagem é fundamental que se tenha à disposição do produtor a recomendação de materiais genéticos com melhor qualidade específica para cada região, uma vez que dentre os diversos fatores que interferem na quantidade e qualidade da silagem produzida destaca-se o genótipo de milho utilizado. Nesse sentido, objetivou-se neste trabalho identificar dentre as populações de milho que fazem parte do banco de germoplasma do Ifes Campus Itapina as mais adaptadas às condições edafoclimáticas da região Noroeste do Espírito Santo para produção de silagem. Para tanto, foram avaliadas populações caboclas de milho, coletadas ao longo do Estado, juntamente com populações introduzidas de outras regiões do país, no delineamento em blocos casualizados com cinco repetições e 12 tratamentos. As populações foram avaliadas quanto às suas características agronômicas após o florescimento e na colheita. Foram encontradas diferenças significativas para quase todas as características avaliadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, exceto pesos de colmos e folhas, comprovando que os genótipos estudados apresentam grande variabilidade genética. Por apresentarem baixo número de plantas, elevada altura de planta e baixa produtividade de grãos, as populações Fortaleza, Maranhão 08 e Piranão 11 não

devem ser recomendadas para produção de silagem na região estudada.

PALAVRAS-CHAVES: Ensilagem. Genótipos de milho. Conservação de forragem.

ABSTRACT: For an adequate production of silage, it is essential to have at the disposal of the farmer the recommendation of genetic material with better quality specific to each region, since among the several factors that interfere in the quantity and quality of the silage produced is the genotype of corn used. In this sense, the objective of this work was to identify among the corn populations, that are part of the germplasm bank of Ifes Campus Itapina, the most adapted to the edaphoclimatic conditions of the Northwest region of Espírito Santo for silage production. In order to do so, we evaluated maize populations, collected along the State, along with populations introduced from other regions of the country, in a randomized complete block design with five replications and 12 treatments. The populations were evaluated for their agronomic characteristics after flowering and at harvest. Significant differences were found for almost all the characteristics evaluated by the Tukey test at 5% probability, except weights of shoots and leaves, proving that the studied genotypes present great genetic variability. Due to the low number of plants, high plant height and low grain yield, the Fortaleza, Maranhão 08 and Piranão 11 populations should not be recommended for silage production in the studied region.

KEYWORDS: Silage. Maize genotypes. Forage conservation.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa um dos primeiros lugares em produção agrícola e pecuária (IBGE, 2016), tendo a base e o foco da pecuária na criação de gado (bovinos).

Segundo dados do Instituto Capixaba de Pesquisa Técnica e Extensão Rural (INCAPER, 2016), a pecuária no estado do Espírito Santo envolve, aproximadamente, 32 mil produtores. Desse total, mais de 70% são de agricultores familiares que praticam a atividade com pouco investimento e baixa tecnificação. Os reflexos dessas deficiências traduzem-se nos baixos índices de produtividade observados. Contribuindo para este quadro está, entre outros fatores, a diminuição da oferta de forragem no período de inverno.

A região Sudeste, onde está inserido o estado do Espírito Santo, caracteriza-se por apresentar duas estações definidas ao longo do ano: uma seca e outra chuvosa, ocasionando períodos de escassez e abundância de forragens para alimentação animal, respectivamente. Além disso, no período seco, a qualidade da forragem é muito ruim, devido ao avanço na maturação das plantas, o que diminui seu valor nutritivo, variando a qualidade da forragem em oferta ao longo do ano.

O pasto representa a principal fonte de alimentação para os ruminantes, pois constitui a forma mais econômica de alimentação animal. Todavia, devido a estacionalidade da produção de forragens, o uso apenas do pasto como fonte de

alimentação animal torna-se inviável em períodos de escassez de chuvas (PEREIRA, 2017). Diante desse cenário adverso, a ensilagem é uma das práticas que possibilita a conservação da forrageira, utilizada para melhorar a alimentação do rebanho, e minimizar os efeitos da escassez de pastagens no período de estiagem.

Tradicionalmente, e cada vez mais recomendado, o material mais utilizado para ensilagem é a planta de milho, devido a sua composição bromatológica preencher os requisitos para confecção de uma boa silagem como teor de matéria seca (MS) entre 30 e 35%, mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria original para fermentação no silo (VAN SOEST, 1994) e baixo poder tampão (VIEIRA et. al., 2011). Soma-se a isso, o fato do milho apresentar alto rendimento de massa verde por hectare e boa aceitação pelos animais, além de ser a cultura de maior expressão no Brasil (BARROS, CALADO, 2014). Assim, a silagem de milho continua sendo uma das melhores opções de suplementação, nesse período, devido a sua composição bromatológica preencher os requisitos para confecção de uma boa silagem (VIEIRA et. al., 2011).

O uso de cultivares de milho mais produtivos e adaptados às condições locais tem sido apontado como responsável pelos maiores ganhos obtidos em produtividade (JAREMTCHUCK et al., 2005). A falta de informações regionais, pertinentes ao comportamento agrônomo produtivo e valor nutritivo dos diversos materiais genéticos existentes, torna-se um obstáculo para o melhor planejamento da escolha dos genótipos de milho que se destinem a produção de silagem. Portanto, a caracterização agrônoma e bromatológica dos materiais genéticos disponíveis é de fundamental importância para se obter alta produção de silagem com elevado valor nutritivo. A identificação de plantas mais adaptadas às condições em que serão cultivadas contribuirá para maiores rendimentos da cultura do milho, ressaltando que, além da genética, a produção é influenciada, entre outros fatores, pela qualidade das sementes, época de semeadura, população de plantas, preparo, correção e adubação do solo, controle de plantas daninhas, pragas e doenças, irrigação, entre outros (ALMEIDA FILHO et al., 1999).

Segundo Gomes et al. (2006), o melhoramento do milho com o objetivo de produzir genótipos para produção de silagem, deve estar voltado tanto para características agrônomicas como para a qualidade da silagem produzida. Na escolha de uma população de milho para ensilagem, esta deve apresentar alta porcentagem de grãos e, por conseguinte, de espigas na massa verde (NUSSIO, 1991). Além deste parâmetro, a porcentagem de proteína e de fibra, o valor nutritivo da porção haste + folhas e a digestibilidade da MS devem ser consideradas (NUSSIO et al., 2001).

Sendo a alimentação o principal fator que limita a produção pecuária, justifica-se o esforço na busca pelo aumento do nível nutricional do rebanho, por meio da melhoria da dieta animal, principalmente na época da seca. Nesse sentido, pesquisas de comparação entre populações e cultivares são fundamentais para o avanço dos programas de melhoramento genético e importantes na recomendação a técnicos e produtores sobre o material destinado à produção de silagem com melhor relação

produção e valor nutritivo.

Neste sentido, objetivou-se com este trabalho identificar dentre as populações de milho que fazem parte do banco de germoplasma do Ifes campus Itapina as mais adaptadas às condições edafoclimáticas da região Noroeste do estado do Espírito Santo para fazerem parte de um programa de melhoramento genético para produção de silagem.

2 | METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no campo experimental do Instituto Federal do Espírito Santo, em Colatina, município localizado no Noroeste do estado do Espírito Santo e situado a 19° 32' 22" de latitude Sul e 40° 37' 50" de longitude Oeste e altitude de 71 m. O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Tropical Aw. A precipitação média anual de 900 mm e temperatura média anual de 25°C (BUSATO, 2010). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com 5 repetições e 12 tratamentos. As parcelas foram constituídas por fileiras de dez metros, espaçadas entre si por 1,0 metro, apresentando um espaçamento, entre as plantas, de 0,20 m, com um total de 50 plantas por parcela, após o desbaste. As populações avaliadas estão apresentadas na tabela 1 a seguir:

GENÓTIPO	ORIGEM
Piranão 14	UENF/RJ
Piranão 11	UENF/RJ
Cimmyt 14	UENF/RJ
Cimmyt 11	UENF/RJ
Padrinho	MUQUI/ES
Perim	MUQUI/ES
Fortaleza	MUQUI/ES
Aliança	MUQUI/ES
Diamantina	EMBRAPA MILHO E SORGO/MG
ES01	EMBRAPA MILHO E SORGO/MG
Maranhão 08	EMBRAPA MILHO E SORGO/MG
Biomatrix	AGROCERES

Tabela 1. Genótipos do banco de germoplasma do Ifes campus Itapina avaliados e caracterizados

A colheita foi efetuada quando os grãos se encontravam no estágio $\frac{1}{2}$ da linha do leite, estágio normalmente recomendado para início da colheita (HARRISON et al., 1996) e foram avaliadas as seguintes características agrônômicas:

- Dias para colheita: correspondendo aos dias entre a emergência das plantas e o corte para ensilagem;

- Altura de plantas: determinada na ocasião da colheita, medindo-se do nível do solo até a inserção da última folha, em cinco plantas competitivas da parcela;
- Estande final de plantas: obtido pela contagem do número de plantas na área útil da parcela, por ocasião da colheita;
- Porcentagem de plantas acamadas e quebradas: contagem, antes da colheita, das plantas acamadas, com ângulo superior a 20° com a vertical ou quebradas abaixo da espiga ou panícula;
- Peso dos componentes das plantas: foram coletadas ao acaso 5 plantas de cada parcela para pesagem e posterior fragmentação em: colmo, folhas e espiga;
- Produtividade dos grãos: peso médio das espigas multiplicado pelo nº de plantas de hectare;
- Produtividade de MS: correspondente ao valor obtido após a correção da produção de MS pela porcentagem de MS obtida a 105°C.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, utilizando o pacote estatístico R e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 são apresentados os dados médios das características agrônômicas dos genótipos avaliados. Não foram observadas diferenças significativas para os pesos de colmos e folhas entre os genótipos avaliados. Ao avaliarmos o número médio de plantas encontrado nos tratamentos observa-se que o genótipo Biomatrix se sobressaiu com 48,8 plantas por parcela das 50 que foram semeadas. O genótipo que apresentou pior rendimento para esse quesito foi o Fortaleza com apenas 8 plantas em média por repetição.

GENÓTIPO	ALT	COL	FOL	PESP	NESP	NPL	NPA	PRODG	PRODMS
Piranão 14	2,42bcd	0,45a	0,14a	0,17cd	46,2a	40,8abc	24,8abc	3,75c	14,50a
Cimmity 14	2,33cd	0,34a	0,12a	0,19cd	48,8a	33,6c	13,4bc	3,96c	12,45a
Padrinho	2,63abc	0,50a	0,16a	0,34a	45,6a	44,0abc	36,0a	6,98ab	17,12a
Perin	2,69ab	0,56	0,16a	0,32ab	37,0a	34,0c	27,0abc	6,35abc	17,47a
Aliança	2,50abcd	0,38	0,13a	0,32ab	45,4a	44,4abc	34,0ab	7,36a	14,28a
ES01	2,23d	0,39a	0,11a	0,24abcd	46,2a	39,0abc	14,0abc	4,86abc	13,53a

Maranhão 08	2,73a	0,51 a	0,14a	0,22bcd	46,0a	47,6a	30,6ab	4,36bc	11,92a
Fortaleza	2,54abcd	0,53a	0,17a	0,28abc	16,0b	12,8d	8,0c	5,59abc	17,12a
Cimmity 11	2,30d	0,46 a	0,16a	0,23bcd	47,6a	35,2bc	15,8abc	4,31bc	15,03a
Piranão 11	2,43abcd	0,36a	0,12a	0,14d	52,6a	46,0ab	26,2abc	3,60c	11,40a
Diamantino	2,67ab	0,39a	0,13a	0,26abc	47,8a	39,6abc	25,2abc	6,75 ^a	12,96a
Biomatrix	2,27d	0,32a	0,12a	0,25abcd	56,8a	48,8a	18,8abc	7,39 ^a	13,47a
Média	2,47	0,43	0,14	0,25	44,6	38,82	22,81	5,43	14,27
CV	5,75	26,32	31,09	20,27	20,4	14,0	44,8	23,33	26,16

Tabela 2. Valores médios, média geral e coeficiente de variação (CV) das características agronômicas dos genótipos pertencentes ao banco de germoplasma do Ifes.

ALT = altura de plantas. COL = peso dos colmos. FOL = peso das folhas. PESP = peso das espigas. NESP = número de espigas. NPL = número de plantas. NPA = número de plantas acamadas. PRODG = produtividade dos grãos. PRODGMS = produtividade de matéria seca.

Quanto à altura das plantas, houve diferença significativa entre os genótipos avaliados (Tabela 2). O genótipo ES01 foi o que apresentou a menor altura de planta, com 2,23 metros, enquanto o genótipo Maranhão 08 foi o que apresentou maior porte com 2,73 metros. De um modo geral, verificou-se que todos os genótipos avaliados caracterizam-se como materiais de porte médio (2,80 m a 2,20 m), sendo essa característica dependente não só da genética da planta como também das condições do ambiente e práticas de manejo (GERAGE, 1991).

Plantas de porte mais baixo poderiam reduzir as perdas por acamamento e quebraamento e o auto sombreamento das folhas (JAREMTCHUK et al., 2005). Aliado a essas vantagens, permitiriam a redução do espaçamento entre linhas de semeadura e o acréscimo do número de plantas por unidade de área (maior densidade populacional). Dessa forma, plantas com porte reduzido poderiam contribuir para o aumento do potencial de rendimento da cultura, além de facilitarem a execução das operações de cultivo e colheita mecanizados (BERILLI, 2013).

De modo geral, todos os genótipos avaliados apresentaram alto número de plantas acamadas, tendo sido observadas diferenças significativas entre genótipos (Tabela 2). Esta característica indica que os genótipos em questão não são aptos a plantios em regiões que possuem alta incidência de ventos.

Em relação ao número de espigas verificou-se que houve diferença significativa entre os genótipos avaliados, e que o genótipo Biomatrix apresentou maior número total de espigas colhidas (56,8), e o Fortaleza o menor número (16,0). Para Jaremtchuk et al. (2005), o número de espigas por planta é um componente do rendimento importante na produtividade do milho. Ainda segundo estes autores, a utilização de plantas prolíficas,

ou seja, com maior número de espigas por planta, poderia potencializar o rendimento de grãos por unidade de área pela maior quantidade de espigas por unidade de área. Além disso, uma maior quantidade de espigas no material a ser ensilado é interessante pelo fato de contribuir para a qualidade superior da forragem e, posteriormente, da silagem (FERREIRA, 1990; ALMEIDA FILHO et al., 1999; JAREMTCHUK et al., 2005).

Para a característica produtividade de grãos o genótipo que mais se destacou foi o Biomatrix com estimativa de 7,39 t/ha, enquanto o genótipo Piranão 11 apresentou piores rendimentos, estimado em 3,60 t/ha. De modo geral, a média observada para este quesito foi de 5,43 t/ha ficando acima das médias de produtividade brasileira e do estado do Espírito Santo com 4,2 t/ha e 2,91 t/ha, respectivamente (CONAB, 2016). Segundo Lupatini et al. (2004), a quantidade de grãos interfere no valor energético da silagem, refletindo no desempenho do animal. Desta forma uma maior produtividade de grãos favorece a produção de silagem de melhor qualidade.

A produtividade variou de 11,40 toneladas de MS/ha a 17,47 toneladas de MS/ha, destacando-se o genótipo Perim com a maior produção. Essa produção foi semelhante à obtida por Almeida Filho et al. (1999), que testaram nove híbridos de milho para a produção de silagem e obtiveram produção de matéria seca/ha que variou de 10,35 a 12,72 toneladas. Porém, inferior ao encontrado por Jaremtchuk et al. (2005) cuja produtividade variou de 16,2 toneladas de MS/ha a 26,5 toneladas de MS/ha.

Os genótipos analisados apresentaram teores de matéria seca entre 25,4% e 34,3% (Tabela 3). Apesar de o ponto de colheita ter sido definido como 1/2 da linha do leite, estágio normalmente recomendado para início da colheita (HARRISON et al., 1996), observa-se que o emprego desse parâmetro promoveu o uso de materiais de teor de umidade bastante variáveis e, em média, abaixo do ótimo para se produzir silagem de qualidade superior (PENETI et al., 1995).

GENÓTIPO	IDADE DA PLANTA (dias)	% MS
Piranão 14	97	29,9
Cimmity 14	96	31,6
Padrinho	97	29,7
Perin	97	30,7
Aliança	97	31,5
ES01	97	33,3
Maranhão 08	96	25,4
Fortaleza	97	29,5
Cimmity 11	96	28,6
Piranão 11	96	29,2
Diamantino	96	31,5
Biomatrix	96	34,3
Média	96,5	30,4

Tabela 3. Valores médios, média geral e CV% da idade da planta e teor de matéria de seca (MS) dos genótipos pertencentes ao banco de germoplasma do Ifes.

O teor de matéria seca é um dos fatores mais importantes na colheita da forragem, pois afeta direta e indiretamente toda a física, biologia e processos químicos que ocorrem no silo (JOBIM et al., 2007). O teor de matéria seca também possui alta correlação com a densidade da silagem. Teor adequado de matéria seca favorece a compactação e transição para um ambiente anaeróbio. Silagens muito úmidas favorecem a fermentação clostrídica e a produção de efluentes, reduzindo o valor nutricional da silagem. Por outro lado, silagens muito secas são mais porosas e mais susceptíveis à deterioração aeróbia, desenvolvimento de fungos e leveduras e reação de Maillard (MUCK et al., 2003).

4 | CONCLUSÃO

Os dados revelam que a população Aliança seria, com base nos parâmetros agronômicos avaliados, a população recomendada para fazer parte de um programa de melhoramento para silagem. Em contrapartida, as populações Fortaleza, Maranhão 08 e Piranão 11, não são recomendadas para produção de silagem planta inteira por apresentarem uma elevada altura de planta, baixo número de plantas e produtividade de grãos. Entretanto, deve-se, ainda, associar futuros estudos de análise bromatológica, digestibilidade e consumo dos animais para recomendação definitiva dos genótipos de maior potencial para ensilagem.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA FILHO, Sebastião Luiz de et al. **Características agronômicas de cultivares de milho (*Zea mays L.*) e qualidade dos componentes e silagem.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 28, n. 1, p.7-13, 1999.
- BARROS, José; CALADO, José Manoel Gadino. A cultura do milho. Universidade de Évora, 2014. Disponível em: <<https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2018.
- BERILLI, Ana Paula Cândido Gabriel et. al. **Response to the selection in the 11th cycle of reciprocal recurrent selection among full-sib families of maize.** Acta Scientiarum Agronomy, v. 35, p. 435-441, 2013.
- BUSATO, Cristiani Campos Martins. **Produção e qualidade da uva Niágara Rosada fertirrigada com diferentes doses de nitrogênio em Colatina, ES.** 2010. 106f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2010.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Monitoramento agrícola – safra 2015/16: Décimo segundo levantamento.** Setembro de 2016.

Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

GERAGE, Antônio Carlos. Cultivares. In: Fundação Instituto Agrônomo do Paraná. A cultura do milho no Paraná. Londrina, IAPAR, p.71-82, 1991.

GOMES, Maximilian de Souza et al. **Alternativas para seleção de híbridos de milho envolvendo vários caracteres visando à produção de silagem**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 5, n. 3, p. 406-421, 2006.

HARRISON, J.H. et al. Managing corn silage for maximum nutritive value. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, Ithaca, New York, 1996, Proceedings Ithaca, New York, 1996, p. 29-37.

INCAPER. **Pecuária**. 2018. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/pecuaria>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, v.44, p.1-51, 2016. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf . Acesso em: 20 jul. 2018.

JAREMTCHUK, Ana Regina et al. **Características agrônômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays L.*) para silagem na região leste paranaense**. Acta Scientiarum AnimalSciences. Maringá, v. 27, n. 2, p.181-188, 2005.

JOBIM, Cloves Cabreira et al. **Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, p. 101-119, 2007.

LUPATINI, Gelci Carlos. **Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho (*Zea mays L.*) para produção de silagem**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 3, n. 2, p.193-203, 2004.

MUCK, R.E. et al. **Postharvest factors affecting ensiling**. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) Silage science and technology. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 2003. p.251-304.

NUSSIO, Luis Gustavo. **Cultura de milho para produção de silagem de alto valor alimentício**. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. Anais...Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1991. 302 p.

NUSSIO, Luis Gustavo et al. **Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho**. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. Anais...Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. 319 p.

PENETI, Marco Antonio. **Relação de alguns parâmetros agrônômicos e bromatológicos de híbridos de milho (*Zea mays L.*) com a produção, digestibilidade e teor de matéria seca na planta**. 1995. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

PEREIRA, Djalma Silva. **Cana-de-açúcar em monocultivo e consorciada com feijão-guandu visando a produção de silagens**. Viçosa/MG, 2017. Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/10138/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

VAN SOEST, Peter. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2 ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VIEIRA, Valmir da Cunha et al. **Caracterização da silagem de milho, produzida em propriedades**

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – FAPES pelo suporte financeiro deste trabalho

CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM POLPA E DOCE CREMOSO DE BUTIÁ

Raquel Moreira Oliveira

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Curso de Química de Alimentos, Pelotas – RS

Lisiane Pintanela Vergara

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Pelotas – RS.

Rodrigo Cezar Franzon

Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS.

Josiane Freitas Chim

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Centro de Ciências Químicas Farmacêuticas e de Alimentos, Pelotas – RS

Caroline Dellinghausen Borges

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Centro de Ciências Químicas Farmacêuticas e de Alimentos, Pelotas – RS

Rui Carlos Zambiasi

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Centro de Ciências Químicas Farmacêuticas e de Alimentos, Pelotas – RS

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo avaliar as características bioativas e atividade antioxidante, em polpa e doce cremoso de butiá. Para a quantificação do total de compostos fenólicos da polpa e do doce foi utilizado o procedimento descrito por Singleton; Rossi (1965), com modificações. O total de carotenoides foi determinado segundo

o método descrito por Rodriguez-Amaya (1999). A atividade antioxidante pela captura do radical DPPH[°] foi determinada através de método adaptado de Brand-Williams et al. (1995). As determinações fitoquímicas da polpa e do doce demonstraram estar em quantidades adequadas para a polpa de butiá e doce cremoso formulado com esta polpa. É tecnicamente viável o aproveitamento da polpa de butiá na elaboração do doce cremoso, agregando valor aos frutos nativos da região.

PALAVRAS-CHAVE: processamento; fruta nativa; compostos fenólicos; carotenoides.

ABSTRACT: The objective of the present work was to evaluate the bioactive characteristics and antioxidant activity in pulp and butiá sweet jam. For the quantification of the total phenolic compounds of pulp and sweet, the procedure described by Singleton; Rossi (1965) was used, with modifications. The total carotenoids content was determined according to the method described by Rodriguez-Amaya (1999). The antioxidant activity by capturing the DPPH radical radical was determined by a method adapted from Brand-Williams et al. (1995). The phytochemical determinations of pulp and sweet have been found to be quantitatively suitable for pulp and sweet jam formulated with this pulp. It is technically feasible to use the butiá pulp in the elaboration of the sweet jam, adding value

to the native fruits of the region.

KEYWORDS: processing; native fruit; phenolic compounds; carotenoids.

1 | INTRODUÇÃO

O gênero *Butia* pertence à família *Arecaceae*, com distribuição no sul da América do Sul, ocorrendo naturalmente no sul do Brasil, leste do Paraguai, nordeste da Argentina e no noroeste e sudeste do Uruguai (ROSSATO, 2007). No Rio Grande do Sul, oito espécies de *Butia* foram reconhecidas, sendo elas: *B. catarinensis*, *B. eriospatha*, *B. exilata*, *B. lallemantii*, *B. odorata*, *B. paraguayensis*, *B. witeckii* e *B. yatay* (DEBLE et al., 2011; HOFFMANN, 2016).

O butiá contém vários compostos biologicamente ativos com potenciais benefícios à saúde sendo considerado rico em ácido ascórbico, compostos fenólicos e carotenoides (HOFFMANN et al., 2017). A polpa, em função de seu aroma atrativo e sabor doce-acidulado, é utilizada para a produção de doces, sucos, sorvetes e licores (HOFFMANN, 2016). Dessa forma, o butiazeiro desperta interesse tanto como alternativa de renda para a agricultura na Metade Sul do Estado do Rio Grande do Sul, quanto na diversificação para a agricultura familiar, onde a maioria dos palmares encontra-se ameaçado de extinção como população natural e componente paisagístico (NUNES et al., 2010).

O butiazeiro ainda não possui cultivo comercial, sendo o fruto coletado na natureza e cuja exploração comercial é oriundo do extrativismo. Nesse sentido, muitas pesquisas têm buscado alternativas que permitam maior disponibilidade do fruto pós-colheita, considerando que a perecibilidade é um fator limitante para sua exploração comercial.

Doce em massa ou pasta, é o produto resultante do processamento adequado das partes comestíveis desintegradas de vegetais com açúcares, com ou sem adição de água, pectina, ajustador de pH e outros ingredientes e aditivos permitidos pela legislação, até uma consistência apropriada, sendo finalmente, acondicionado de forma a assegurar sua perfeita conservação. O doce em massa pode ser classificado quanto à consistência em cremoso (pasta homogênea e de consistência mole) e em massa (massa homogênea e de consistência que possibilite o corte) (BRASIL, 1978; BRASIL, 2005; FREDA, 2015).

O processamento da polpa e do doce cremoso de butiá apresenta-se como uma atividade agroindustrial importante na medida em que agrega valor econômico, evitando desperdícios e minimizando perdas que podem ocorrer durante a comercialização do produto *in natura*, além de possibilitar ao produtor uma alternativa na utilização das frutas (KROLOW, 2010). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar compostos bioativos em polpa e doce cremoso de butiá.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de butiá utilizados neste trabalho foram cedidos pela Embrapa Clima Temperado – Pelotas/RS (coordenadas geográficas: 31°40' 32.6" S; 52 ° 27' 01.9" W: 60 m de altitude), tendo sido colhidos no ponto de maturação comercial (coloração amarela uniforme da casca, respectivamente).

O doce cremoso foi processado, no Laboratório de Processamento de Alimentos de Origem Vegetal do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos - CCQFA - UFPel. As análises dos compostos bioativos e atividade antioxidante foram realizadas no Laboratório de Cromatografia de Alimentos do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial - UFPel. No processo de elaboração da formulação do doce cremoso utilizou-se: polpa de butiá, açúcar cristal, pectina ATM, ácido cítrico e água potável. Esses ingredientes foram adquiridos no comércio local.

Os frutos de butiá foram selecionados, lavados, sanitizados em solução clorada de 200 mg L⁻¹ e despulpados em despulpadeira horizontal (malha de 1 mm). O doce cremoso foi elaborado adicionando-se a polpa, o açúcar, a água até completa dissolução do açúcar e posteriormente adicionada a pectina e submetidos ao aquecimento (100 – 110°C) até atingir o teor de sólidos desejados de 75 °Brix. Após ter atingido o teor de sólidos desejados, o doce foi retirado do aquecimento e acrescido de ácido cítrico. O doce cremoso foi envasado a quente em caixa de madeira, vedados com filme de polipropileno e armazenados à temperatura ambiente, ao abrigo de luz.

Para a quantificação total de compostos fenólicos foi utilizado o procedimento descrito por Singleton e Rossi (1965), com modificações, o qual utiliza Folin-Ciocalteu como reagente com posterior leitura em espectrofotômetro, sendo os resultados expressos em mg de ácido gálico 100g⁻¹ de amostra em base úmida. A determinação do conteúdo total de carotenoides foi realizada segundo o método descrito por Rodriguez Amaya (1999) e os resultados expressos em mg de β-caroteno 100g⁻¹. A atividade antioxidante pela captura do radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH°) foi determinada através de método adaptado de Brand-Williams et al. (1995), e os resultados expressos em porcentagem de inibição do radical DPPH°.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das características fitoquímicas e atividade antioxidante da polpa de butiá estão apresentados na Tabela 1.

Determinações	Polpa de butiá
Compostos fenólicos (mg de ácido gálico 100g ⁻¹ de amostra em base úmida)	173,104±15,58
Carotenoides (mg de β-caroteno 100g ⁻¹ de amostra em base úmida)	15,94±1,82
DPPH° (% de inibição em base úmida)	57,58±0,45

Tabela 1. Características fitoquímicas e atividade antioxidante da polpa de butiá.

Médias de três repetições ± estimativa de desvio padrão.

Os resultados das características fitoquímicas e atividade antioxidante do doce cremoso de butiá estão apresentados na Tabela 2.

Determinações	Doce cremoso
Compostos fenóis (mg de ácido gálico 100g ⁻¹ de amostra em base úmida)	157,79±4,88
Carotenoides (mg de β-caroteno 100g ⁻¹ de amostra em base úmida)	0,014±0,007
DPPH° (% de inibição em base úmida)	60,52±0,79

Tabela 2. Características fitoquímicas e atividade antioxidante do doce cremoso.

Médias de três repetições ± estimativa de desvio padrão.

O conteúdo de compostos fenólicos e o teor de carotenoides da polpa de butiá foram de 173,104±15,58 mg de ácido gálico 100g⁻¹ de amostra em base úmida e de 15,94±1,82 mg de β-caroteno 100g⁻¹ de amostra em base úmida, e de 57,58±0,45 % de inibição em base úmida. Hoffmann et al. (2017) quantificaram o conteúdo de compostos fenólicos em butiá, encontrando valores inferiores no conteúdo de compostos fenólicos observados no presente estudo, de 137,1 ± 0,8 mg de ácido gálico 100 g⁻¹. Os compostos fenólicos estão diretamente relacionados com o caráter adstringente nos alimentos e as populações naturais tendem a estar sob condições de estresses maiores o que pode refletir em um aumento no teor desses compostos (HOFFMANN, 2014). Os mesmos autores quantificaram o teor de carotenoides e a atividade antioxidante pela captura do radical DPPH° em polpa de butiá, encontrando teores de carotenoides de 14,0 ± 0,2 μg de β-caroteno 100 g⁻¹, e de 82,9 ± 0,2 % de inibição do radical.

Freda (2014) avaliou compostos bioativos e atividade antioxidante pela captura do radical DPPH° em doces de goiabas convencional elaborados a partir de polpa de goiaba vermelha, encontrando valores superiores no conteúdo de compostos fenólicos e no teor de carotenoides de 649,19 mg EAG.100g⁻¹ e 50,10 μg licopeno.g⁻¹ e de 0,37 EC50 g.mL⁻¹ de inibição do radical.

Reissig et al. (2016) determinaram os compostos bioativos e a atividade antioxidante pela captura do radical DPPH° em geleia convencional de araçá vermelho, encontrando valores inferiores do presente estudo no conteúdo de compostos fenólicos de 117,59 mg de ácido gálico 100 g⁻¹, e no teor de carotenoides, de 26,00

μg de β -caroteno 100 g^{-1} e de $405,61\text{ mg}$ equivalente trolox 100 g^{-1} . A síntese desses compostos é influenciada por diversos fatores, como componente genético, estágio de desenvolvimento, disponibilidade de nutrientes, temperatura, e em particular da luminosidade, o que pode explicar as diferenças encontradas (MUNHOZ et al., 2014). O grau de maturação e o método de extração também são fatores que podem acarretar em diferenças no conteúdo destes compostos.

4 | CONCLUSÕES

É tecnicamente viável o aproveitamento da polpa de butiá na elaboração do doce cremoso, agregando valor aos frutos nativos da região, além de se apresentar como uma alternativa importante para os produtores como fonte de renda.

REFERÊNCIAS

- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v.28, n.1, p.25-30, 1995.
- BRASIL. **Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância Sanitária**. Resolução Normativa N° 9, de 1978 D.O.U de 11/12/78. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>> Acesso em: 17 jul. 2018.
- BRASIL. **Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC N° 272, de 22 de Setembro De 2005. Regulamento Técnico Para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis. Disponível em: <www.anvisa.gov.br> Acesso em: 17 jul. 2018.
- DEBLE, L. P.; MARCHIORI, J. N. C.; ALVES, F. D.; OLIVEIRA-DEBLE, A. S. Survey on Butia (Becc.) (Arecaceae) from Rio Grande do Sul state (Brazil). **Balduinia**, v.30, p. 3–24, 2011.
- FREDA, S. A. **Doce em massa convencional e light de goiabas (*Psidium Guajava* L.): estabilidade de compostos bioativos, qualidade sensorial e microbiológica**. 2015. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas-RS.
- HOFFMANN, J. F. **Potencial funcional e tecnológico de *Butia odorata***. 2014. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2014.
- HOFFMANN, J. F. **Abordagem metabolômica para acessar características de qualidade em frutos e produtos de *Butia* spp.** 2016. 78f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas. Pelotas-RS.
- HOFFMANN, J. F.; ZANDONÁ, G. P.; SANTOS, P. S. dos.; DALLMANN, C. M.; MADRUGA, F. B.; ROMBALDI, C. V.; CHAVES, F. C. Stability of bioactive compounds in butiá (*Butia odorata*) fruit pulp and nectar. **Food Chemistry**, v.237, p.638-644, 2017.
- KROLOW, A. C.; **Geleia de Butiá**. Comunicado Técnico 251, 2010, 4p.
- MUNHOZ, P. C.; PEREIRA, E. S.; SCHIAVON, M. V.; SANTOS, D. C.; VIZZOTTO, MÁRCIA. **Caracterização química de frutas nativas vermelhas: araçá vermelho, cereja-do rio-grande,**

pitanga e jaboticaba. In: ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 6., 2014, Pelotas. Resumos e palestras. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, v.1, p.134-134, 2014.

NUNES, A. M.; FACHINELLO, J. C.; RADMANN, E. B.; BIANCHI, V. J.; SCHWARTZ, E. **Caracteres morfológicos e físico-químicos de butiazeiros (*Butia capitata*) na região de Pelotas, Brasil.** Interciencia, v. 35, n. 7, p. 500-505, 2010.

REISSIG, G. N.; VERGARA, L. P.; FRANZON, R. C.; RODRIGUES, R. da. S.; CHIM, J. F. BIOACTIVE COMPOUNDS IN CONVENTIONAL AND NO ADDED SUGARS RED STRAWBERRY GUAVA (*Psidium cattleianum* Sabine) JELLIES. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n.3, 2016.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoids analysis in foods.** ILSI Press: Washington, 1999. 64p.

ROSSATO, M. **Recursos genéticos de palmeiras do gênero Butiá do Rio Grande do Sul.** 2007. 136f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. J. R. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, n.3, p.144-158, 1965.

CARACTERIZAÇÃO DE SEMENTES E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE CUPUAÇU

Oscar José Smiderle

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Boa Vista – Roraima

Aline das Graças Souza

Instituto Federal de Roraima
Amajari, Roraima

Hyanameyka Evangelista de Lima-Primo

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Boa Vista, Roraima

Kelly Andrade Costa

Faculdade Roraimense de Ensino Superior
Boa Vista - Roraima

RESUMO: O cupuaçuzeiro é frutífera da Amazônia, cuja polpa é utilizada para vários fins. As sementes apresentam variações no formato, são recalcitrantes e requerem conhecimento sobre morfofisiologia e manutenção da qualidade fisiológica. Objetivou-se caracterizar biometricamente e determinar vigor das sementes. As sementes de cupuaçu foram obtidas de frutos de plantas cultivadas em área experimental. Após a despolpa manual determinou-se a biometria, massa, umidade das sementes, posteriormente semeadas em canteiro de areia. As medições de comprimento, espessura e largura foram realizadas com paquímetro e a massa por semente determinada em balança. A emergência das

plântulas foi anotada diariamente até 24 dias. Após 40 dias da semeadura foi mensurada a altura e o diâmetro de vinte plântulas. Obteve-se quatro lotes distintos: Sementes grandes redondas (GR), grandes chatas (GC), sementes pequenas redondas (PR) e pequenas chatas (PC). As sementes medidas apresentaram médias de comprimento, espessura, largura e massa de 27,1 x 13,6 x 20,7 mm, 4,5 g nas GR; 29,3 x 9,8 x 22,5mm, 4,4 g nas GC; 23,1 x 12,8 x 18,6 mm, 3,7 g nas PR; 24,1 x 10,5 x 19,4 mm, 3,4 g nas PC. A emergência de plântulas foi de 87, 84, 80 e 82%, indicando índices de velocidade de 5,08; 4,8; 4,6 e 4,6. Bem como altura de plântulas aos 40 dias com 18,3; 18,1; 15,3 e 15,7 cm, para os lotes GR; GC; PR; PC e diâmetros de 4,3; 4,0; 3,5; 3,5 mm. As variáveis mensuradas permitem distinguir sementes de vigor diferenciado nas plântulas geradas.

PALAVRAS-CHAVE: *Theobroma grandiflorum*; biometria; vigor de plântulas

CHARACTERIZATION OF SEEDS AND EMERGENCY OF CUPUAÇU SEEDLINGS

ABSTRACT: The cupuaçu tree is a fruit tree of the Amazon rainforest, whose pulp is used for several purposes. The seeds present variations in shape, are recalcitrant and require knowledge about the morphology and maintenance of the physiological quality. It was intended both to

characterize biometrically and determine seed vigor. Cupuaçu seeds were obtained from fruits of plants grown in experimental area. After the hand pulping, the biometrics, mass, and moisture of the seeds later sown in a sand bed were determined. The measurements of length, thickness and width were conducted with pachymeter and the seed mass determined on weighing scale. Seedling emergence was recorded daily up to 24 days. After 40 days from the sowing, the height and diameter of twenty seedlings were measured. Four different lots were obtained: Large round seeds (GR), large flat (GC) seeds, small round seeds (PR) and small flat seeds (PC). The seeds measured presented means of length, thickness, width and mass of 27.1 x 13.6 x 20.7 mm, 4.5 g in the GRs; 29.3 x 9.8 x 22.5 mm, 4.4 g in the GCs; 23.1 x 12.8 x 18.6 mm, 3.7 g in the PRs; 24.1 x 10.5 x 19.4 mm, 3.4 g in the PCs. Seedling emergence was 87, 84, 80 and 82%, indicating velocity indexes of 5.08; 4.8; 4.6 and 4.6 as well as seedling height at 40 days with 18.3; 18.1; 15.3 and 15.7 cm, for the lots GR; GC; PR; PC and diameters of 4.3; 4.0; 3.5 ; 3.5 mm. The measured variables allow distinguishing seeds of distinct vigor in the generated seedlings.

KEYWORDS: *Theobroma grandiflorum*; biometrics; seedling vigor

1 | INTRODUÇÃO

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Willd. ex Spreng.) K. Schum, é uma fruta nativa brasileira, com boa palatabilidade e grande potencial agroindustrial, seja na produção de polpa congelada, seja na de um produto análogo ao chocolate, o cupulate®. Pertencente à família Malvaceae, o cupuaçu possui alto teor de ácido ascórbico, apresentando 110 mg/100 g de amostra (GONÇALVES et al., 2010). Este valor supera, por exemplo, os teores de vitamina C da laranja Baía: 65 mg/100 g (LIMA, 2006). Sabendo que este composto é de grande importância biológica, variedades com altos teores de ácido ascórbico são desejáveis. Este fruto, por apresentar alto teor de lipídeos em sua semente, é utilizado em produtos de beleza, cremes e sabonetes, que também se valem do apelo de produto natural de origem amazônica.

Assim como para a maioria das espécies, o procedimento rotineiramente utilizado para a determinação da qualidade fisiológica de sementes de diversas espécies frutíferas se resume ao teste de germinação, em laboratório ou no campo (SOUZA et al., 2017; SOUZA et al., 2016), que mesmo demonstrando variações no potencial germinativo entre lotes, não exploram as possíveis causas da variação. Para algumas espécies, a massa da semente é indicativa da sua qualidade fisiológica. Sementes mais pesadas, por possuírem maior quantidade de reserva nutricional, geralmente apresentam melhor desempenho se comparadas as leves (SOUZA et al., 2017). Conseqüentemente, expressam maior poder germinativo, implicando na redução do tempo médio de germinação, maior homogeneidade e porcentagem inicial de *seedlings* estabelecidos (PEREIRA et al., 2011; DRESCH et al., 2013).

As sementes são germinadas em canteiro de areia, depois do décimo quinto dia

começam a emergir as plântulas. A partir da primeira planta germinada foram realizadas contagens diárias para acompanhamento de germinadas e emissão de folhas. E com 10 a 15 cm podem ser transplantadas para sacos de polietileno e mantidas em viveiros cobertos (FRAIFE FILHO, 2002).

Considerando que a aquisição das mudas é um dos principais componentes econômicos do sistema de produção de cupuaçuzeiro, a análise de características que possam indicar qualidade fisiológica superior das sementes de *Theobroma grandiflorum*, é de suma importância, pois podem servir como indicadoras de antecipação na obtenção de mudas de melhor qualidade, bem como para auxiliar na recomendação e seleção de novas cultivares de porta-enxertos.

Para o cultivo indica-se solos de terra firme e profundos, com boa retenção de água, fertilidade e com boa constituição. No cultivo utiliza-se mudas propagadas por sementes ou por via vegetativa, através da enxertia. As sementes devem vir de plantas matrizes produtivas e saudáveis e previamente selecionadas e de frutas com boas características de rendimento de polpa.

Ainda no viveiro, efetua-se manualmente a eliminação de plantas invasoras que crescem na sacola, para evitar a competição de luz, água e nutrientes. No que se refere às pragas que atacam o cupuaçu incluem besouros, lagartas, larvas e brocas. Porém, a enfermidade que causa maiores danos econômicos para a cultura é a vassoura de bruxa causada pelo fungo *Crinipellis perniciosa*. Outras doenças como morte progressiva, mancha de Phomopsis, podridão vermelha e mancha-de-ceratocystis comprometem o cupuaçu (LIMA, 2007).

2 | OBJETIVO

Caracterizar a morfobiometria de sementes e o vigor de sementes e crescimento de mudas de cupuaçuzeiro.

3 | METODOLOGIA

O experimento na Embrapa Roraima, entre agosto de 2016 e julho 2017. As sementes utilizadas para estudos foram coletadas em área experimental instalada no Campo Experimental Confiança 3, da Embrapa Roraima, localizado no município do Cantá, Roraima. As sementes foram despulpadas sendo retirado o remanescente de polpa pela fricção manual em areia grossa em seguida. A uniformização das sementes obtidas e utilizadas no experimento foi realizada no Laboratório de Sementes da Embrapa Roraima. As sementes foram caracterizadas através das determinações:

a) Biometria de sementes: A biometria foi determinada por meio das medições do comprimento, largura e espessura, sendo expresso em milímetros das mesmas, com auxílio de paquímetro digital (0,01 mm) conforme Ataíde (2013),

além da determinação da massa individual das sementes caracterizadas em balança de precisão. Os valores obtidos foram analisados pelo cálculo da distribuição da frequência e a massa individual das sementes foi determinada por meio de balança de precisão (0,001g). As sementes foram classificadas em grandes chatas (GC), grandes redondas (GR), pequenas chatas (PC) e pequenas redondas (PR).

No período foram realizadas diversas medições biométricas nos quatro tamanhos designados. Onde as sementes de plantas com características similares foram agrupadas, permitindo ter quantidade suficiente para realizar teste de emergência em areia média com repetições.

b) Emergência em canteiro de areia: As sementes foram postas para germinar em canteiro de areia média, no interior da casa de vegetação contendo sistema de irrigação automatizado. A emergência foi anotada diariamente após o surgimento das primeiras plântulas, seguindo as contagens até estabilizar quando se obteve a emergência final. Aos 21 dias após a semeadura foi quantificado o número de folhas por plântula (contagem das folhas expandidas) e estabelecido o número médio por plântula, e medida a altura com régua milimétrica de cinco plantas por linha (do nível do substrato até o ápice da haste).

c) Crescimento de mudas: Quando as plântulas começaram a emergir foi realizado acompanhamento, constituído pela contagem de plântulas emergidas, até atingirem tamanho mínimo desejado para serem transplantadas em sacos de polietileno contendo 2 Litros de substrato composto por solo+areia+esterco bovino (3:1:1). As plântulas transplantadas para sacos plásticos, denominadas de mudas, foram monitoradas quanto ao crescimento, acompanhando-se com medições de diâmetro do colo, obtido ao nível do substrato e a altura das plantas, medida do nível do substrato ao ápice da haste, sendo utilizados paquímetro digital e régua graduada, respectivamente, na obtenção dos dados.

d) Análise estatística: Os valores médios das variáveis foram submetidos à análise estatística utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2011), com análise de variância e regressão para o fator tempo (dias) e o teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, para as comparações entre as médias das demais variáveis.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos indicaram diferenças significativas para as determinações biométricas realizadas nas sementes classificadas visualmente (Tabela 1). As sementes de cupuaçu classificadas como grandes chatas (GC) apresentaram maior comprimento e as sementes grandes redondas (GR) apresentaram maior espessura,

largura e massa individual. Na emergência as plântulas obtidas de sementes grandes (redondas e chatas) apresentaram 80% ou mais enquanto as pequenas obtiveram percentuais inferiores.

Silva et al. (2016), estudando o efeito do tamanho da semente sobre a emergência das plântulas, verificaram que as sementes de tamanho grande foram mais vigorosas e indicadas para a produção de mudas de *E. oleracea* (Palmae).

Tamanho	Comprimento	Espessura	Largura	Massa
Grandes redondas- GR	27,0 b	14,0 a	20,7 b	5,4 a
Grandes chatas- GC	28,3 a	10,0 c	22,5 a	4,6 b
Pequenas redondas- PR	22,6 d	11,9 b	18,4 c	3,6 c
Pequenas chatas- PC	24,7 c	9,7 c	19,3 c	3,3 d
CV.%	2,5	4,3	3,4	3,6

Tabela 1. Valores médios de comprimento (mm), espessura (mm), largura (mm) e massa (g) obtidos de sementes de cupuaçu classificadas pelo tamanho

*Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com Alves et al. (2016) o comprimento da parte aérea e o diâmetro do colo das mudas, constitui um dos mais importantes caracteres morfológicos para se estimar o crescimento destas mudas após o plantio definitivo no campo. As mudas originárias de sementes grandes redondas apresentavam maior altura enquanto para variável diâmetro do colo as sementes grandes (GC e GR) originaram mudas superiores as das sementes classificadas como pequenas chatas (Tabela 2).

Tamanho	Altura de mudas	Diâmetro do colo
Grandes redondas- GR	90,6 a	13,7 a
Grandes chatas- GC	79,6 b	13,2 ab
Pequenas redondas- PR	82,4 b	13,0 b
Pequenas chatas- PC	72,4 c	11,9 c
CV	4,6	2,3

Tabela 2. Valores médios de altura de mudas (cm) e diâmetro do colo (mm) obtidos em plantas com 10 meses, originadas de sementes de cupuaçu classificadas pelo tamanho

*Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ao longo de 10 meses as mudas de cupuaçu tenderam a apresentar crescimento constante seguindo modelo linear tanto para a altura quanto o diâmetro do colo (Figura 1). Os maiores valores médios para a altura e o diâmetro do caule, ambos utilizados para a produção de mudas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) foram obtidos por sementes classificadas como grandes redondas (Figura 1A e B), atendendo os padrões recomendados e normatizados de acordo com a portaria nº 37 de 14 fevereiro de 2007 MAPA 2007-34860800, anexo XV (BRASIL, 2007). Esta portaria, indica que

as mudas devem apresentar, haste única e ereta, o diâmetro coleto de 5 mm a 2 cm de altura; a altura mínima de 30 cm, medida a partir do colo da planta, serem mudas uniformes, vigorosas e ter idade de 8 a 12 meses, contados a partir do plantio.

Assim as mudas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) oriundas de sementes classificadas como grandes redondas apresentaram o diâmetro com 5 mm aproximadamente aos três meses após o transplântio (Figura 1B) e aos quatro meses com 30 cm de altura (Figura 1A) enquanto as sementes classificadas como pequenas e achatadas atenderam as normas estabelecidas para a variável diâmetro do colo aos cinco meses após o transplântio com 33cm de altura (Figura 1B). Verificou-se assim, que as mudas de cupuaçu podem ser levadas a campo, já com quatro meses de idade quando obtidas de sementes grandes e aos sete meses quando obtidas de sementes pequenas. Esse tempo está abaixo do padrão normatizado na portaria nº 37 do MAPA (2007), que indica de oito a dose meses contados a partir da sementeira.

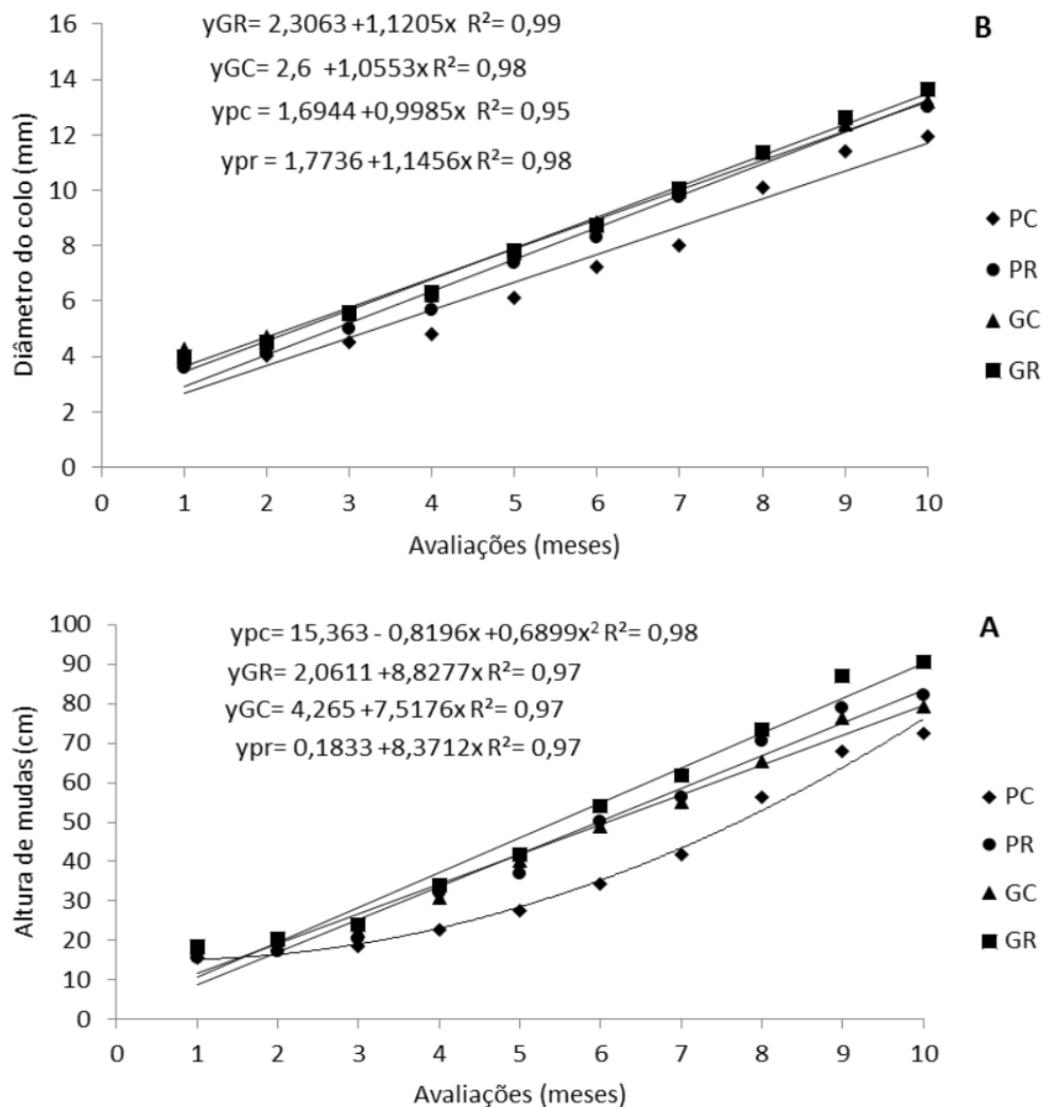


Figura 1. valores médios de altura de mudas (A, cm) e diâmetro do colo (B, mm) de mudas de cupuaçu obtidas a partir de sementes classificadas pelo tamanho ao longo de 10 meses de avaliação.

CONCLUSÕES

Assim, verificou-se pelas variáveis mensuradas a possibilidade de distinguir sementes com vigor diferenciado, detectado nas plântulas geradas de sementes postas para germinar em canteiro de areia. Confirma desta forma a importância de testes de vigor para diferenciar desempenho de sementes na obtenção de plântulas de cupuaçu vigorosas e uniformes.

Sementes de cupuaçu grandes possibilitam a disponibilidade de mudas para levar ao campo, com as características desejadas pelo MAPA antes dos oito meses de idade.

REFERÊNCIAS

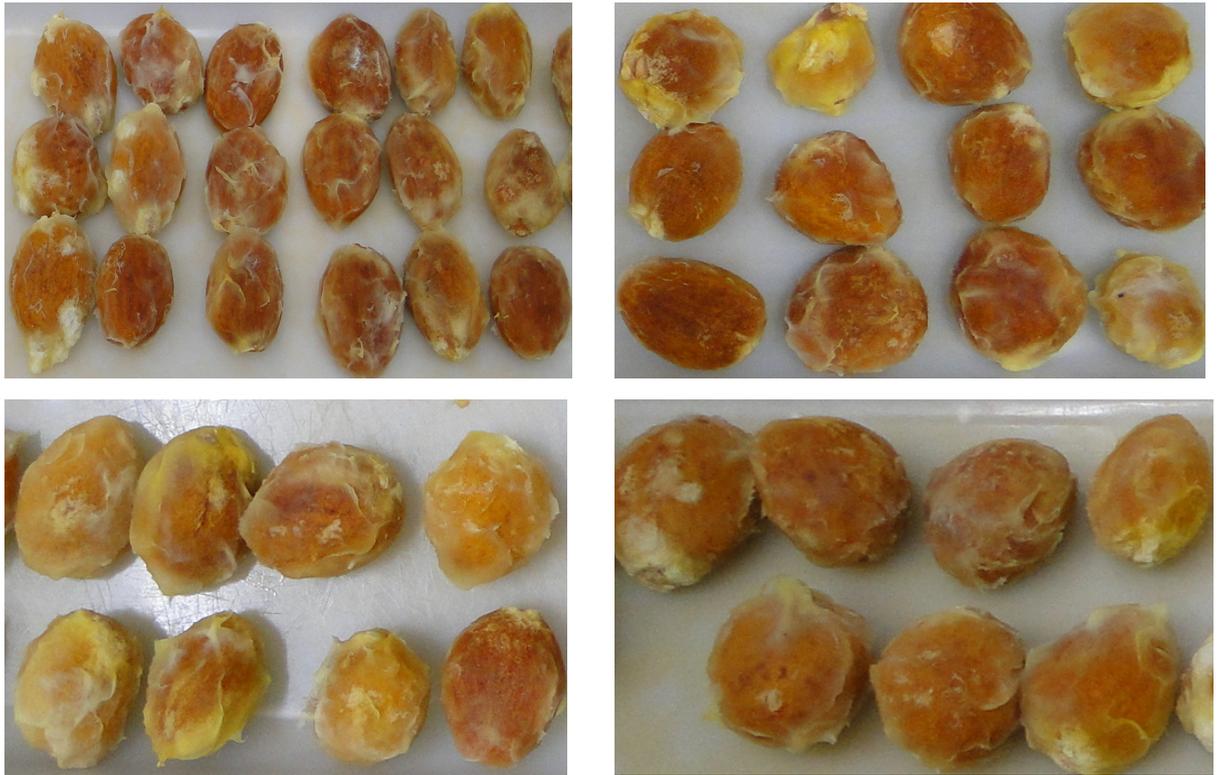
- ALVES, M. S.; SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. G.; CHAGAS, E. A.; FAGUNDES, P. R. O.; SOUZA, O. M. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em mudas de *Khaya ivorensis*. Acta Iguazu, v.5, n.4, p.95-110, 2016.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 37 Brasília Mapa, 2007-34860800, anexo XV, 2007.
- DRESCH, D. M.; SCALON, S. P. Q.; MASETTO, T. E.; VIEIRA, M. C. Germinação e vigor de sementes de gabioba em função do tamanho do fruto e semente. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.43, n.3, p.262-271, 2013.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FRAIFE FILHO. G de A. **Caracterização, avaliação e variabilidade genética de acessos de cupuaçuzeiro no sul da Bahia**. Cruz das Almas, 2002. UFBS, 2002. 76p. Dissertação de Mestrado em Agronomia.
- GONÇALVES, A.E.; LAJOLO, F.; GENOVESE, M. I. Chemical composition and antioxidant/antidiabetic potential of brazilian native fruits and commercial frozen pulps. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 58, n. 8, p. 4666-4674, 2010.
- KAMINSKI, P.E. **O cupuaçu: usos e potencial para o desenvolvimento rural na Amazônia**. Embrapa/ CPAFRR (2006).
- LIMA, A.M.; COLUGNATI, F.A.; PADOVANI, R.M.; RODRIGUEZ-AMAVA, D.B.; SAIAY, E.; GALEAZZI, M.A.M. Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO. Versão II, 2 ed., 2006. 113p.
- LIMA, M. I. P.; SOUZA A. das G.C. de. **Diagnose das principais doenças do cupuaçuzeiro e seu controle**. Embrapa-AM (2007).
- PEREIRA, S.R.; GIRALDELLI, G.R.; LAURA, V.A.; SOUZA, A.L.T. de. Tamanho de frutos e de sementes e sua influência na germinação de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* var. *stigonocarpa* Mart. ex Hayne, *Leguminosae* - *Caesalpinoideae*). Revista Brasileira de Sementes, Londrina, v.33, n.1, p.141-148, 2011.
- SILVA, A. C. D.; SMIDERLE, O. J.; OLIVEIRA, J. M. Tamanho de sementes e tratamentos para acelerar a emergência de plântulas de açaí. Enciclopédia Biosfera, v.13, n.2, p. 961-969, 2016.
- SOUZA, A. das G. C. de (Ed). **Boas práticas agrícolas da cultura do cupuaçuzeiro**. Embrapa-AM.

SOUZA, A. G. C. de.; SILVA, S. E. L. da. **Produção de mudas de cupuaçu** (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng. Schum.) Embrapa-AM (1999).

SOUZA, A.G.; SMIDERLE, O.J.; SPINELLI, V.M.; SOUZA, R.O.; BIANCHI, V.B. Correlation of biometrical characteristics of fruit and seed with twinning and vigor of *Prunus persica* rootstocks. *Journal of Seed Science*, v. 38, n.3, p.322-328, 2016.

SOUZA, O.M.S.; SMIDERLE, O.J.; SOUZA, A.G.; CHAGAS, E.A.; CHAGAS, P.C.; BACELAR-LIMA, C.G.; MORAIS, B.S. Influência do tamanho da semente na germinação e vigor de plântulas de populações de Camu-Camu. *Scientia Agropecuária*, v.8, n.2, p. 119 – 125, 2017.

VASCONCELOS, M. N. L.; SILVA, M.L. da; MAIA, J. G. S.; GOTTILEB, O. R. (1975) “**Estudo químico de sementes do cupuaçu**”.



Sementes de cupuaçu classificadas em pequenas e grandes, achatadas e redondas



Plântulas de cupuaçu prontas para transplântio



Visualização das mudas transplantadas para sacos plásticos na bancada.



Diferentes estádios de crescimento das mudas de cupuaçu em avaliação



Visualização das mudas aos oito meses

SOBRE O ORGANIZADOR

Alan Mario Zuffo - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-284-5

