



Agronomia: Elo da Cadeia Produtiva 5

Diocléa Almeida Seabra Silva
(Organizadora)



Agronomia: Elo da Cadeia Produtiva 5

Diocléa Almeida Seabra Silva
(Organizadora)

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



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A281	Agronomia [recurso eletrônico] : elo da cadeia produtiva 5 / Organizadora Diocléa Almeida Seabra Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Agronomia: Elo da Cadeia Produtiva; v. 5) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-824-3 DOI 10.22533/at.ed.243190312 1. Agricultura – Economia – Brasil. 2. Agronomia – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Diocléa Almeida Seabra. II. Série. CDD 630.981
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A cadeia produtiva do agronegócio tem como finalidade um conjunto de ações que são inseridas em um determinado produto até a chegada no consumidor. Muitas das vezes essas ações, que na realidade, se constituem em etapas de como trabalhar um determinado produto até que este esteja pronto para ser comercializado, levando-se em consideração as características que proporcionará o grau de satisfação dos clientes.

A satisfação se faz presente, devido o aprimoramento do produto de forma eficiente, que somente se torna possível, através de pesquisas que estejam relacionadas com a produção agropecuária a se destacar no mercado, como o preparo de solo, classes de aptidão de terras agrícolas, adubação, seleção de mudas, preparo de sementes, nutrição mineral de plantas, tratos culturais, plantas medicinais, alelopáticas e o uso da terra e etc. Estas pesquisas nos incentivaram na elaboração deste volume – AGRONOMIA: ELO DA CADEIA PRODUTIVA 5, VOL.5, que significa que os trabalhos aqui contextualizados seguem um roteiro diversificado de parâmetros / ações que definem com clareza o conceito de cadeia produtiva, o que na realidade retrata os acontecimentos que levam as instituições públicas e privadas como as Universidades, Embrapas, propriedades rurais e etc., serem responsáveis por novas descobertas científicas e pelo aprimoramento deste conhecimento, no sentido de melhorar os elos da cadeia produtiva do agronegócio que estão contidos nos artigos, cujos capítulos apontam pesquisas recentes cujo fundamento é aumentar a produção agrícola do Brasil.

Isso é tão verdade, que segundo ¹Castro; Lima; Cristo (2002) a cadeia produtiva do agronegócio parte da premissa que a produção de bens pode ser representada como um sistema, onde os atores estão interconectados por fluxo de materiais, de capital, de informação, com o objetivo de suprir um mercado consumidor final com os produtos do sistema. Isso nos levará a melhoria da competitividade do mercado em que para que todo produto seja comercializado, será necessário que antes haja pesquisas voltadas ao seu aprimoramento para a conquista do consumidor final.

Diocléa Almeida Seabra Silva

¹ CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; CRISTO, C. M. P. N. Cadeia produtiva: marco conceitual para apoiar a prospecção tecnológica. In: **Anais do XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica**. Salvador, 2002.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DIAGNÓSTICO DA CAFEICULTURA DOS MUNICÍPIOS DE ALFENAS, CAMPESTRE, PARAGUAÇU E SERRANIA	
Nilson Pereira Gomes Kleso Silva Franco Junior Eduardo Vinicius Franco da Silva Ramon Mendes de Souza Dias Wagner Borim Teixeira Edimar de Paiva	
DOI 10.22533/at.ed.2431903121	
CAPÍTULO 2	15
A PRODUÇÃO DE FIBRA DE MALVA (<i>URENA LOBATOL.</i>) NO ESTADO DO PARÁ: PERSPECTIVAS E REALIDADES BASEADAS NOS ANOS DE 1990 A 2017	
Alasse Oliveira da Silva Elane Cristina da Silva Conceição Roberta Carvalho Gomes Diocléa Almeida Seabra Silva Ismael de Jesus Matos Viégas Antonia Kilma de Melo Lima Danilo Mesquita Melo Joaquim Alves de Lima Júnior Ebson Pereira Cândido Eduardo da Silva Leal	
DOI 10.22533/at.ed.2431903122	
CAPÍTULO 3	24
UTILIZAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS: NA PERCEPÇÃO DE UMA LOCALIDADE NO SUL DO BRASIL	
Paulo Barrozo Cassol Maria Teresa Aquino de Campos Velho Alberto Manuel Quintana	
DOI 10.22533/at.ed.2431903123	
CAPÍTULO 4	36
ABORDAGENS DE BIOINFORMÁTICA PARA VACINAS CONTRA O VÍRUS DA FEBRE AFTOSA NA AMÉRICA DO SUL	
Mateus Gandra Campos Giuliana Loreto Saraiva Pedro Marcus Pereira Vidigal Abelardo Silva Júnior Márcia Rogéria de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.2431903124	
CAPÍTULO 5	50
ADUBAÇÃO NITROGENADA E MOLÍBDICA DA CULTURA DA SOJA: INFLUÊNCIA SOBRE A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E TEORES DE NITROGÊNIO NAS FOLHAS	
Lucio Pereira Santos Clibas Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.2431903125	

CAPÍTULO 6 67

ALLELOPATHIC EFFECTS OF AQUEOUS EXTRACTS OF *Leucaena leucocephala* (Lam) OF WIT.
ON LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) SEEDS

Cláudio Brito Coêlho
Maria Eduarda Batista Vieira Fernandes
Emmanoella Costa Guaraná Araujo
Thiago Cardoso Silva
Cibelle Amaral Reis
Tarcila Rosa da Silva Lins
Letícia Siqueira Walter
Júlia Andresa Freitas da Silva
Anderson Oliveira de Lima
Iaci Dandara Santos Brasil
Marks Melo Moura
Ernandes Macedo da Cunha Neto
Tarcísio Viana de Lima

DOI 10.22533/at.ed.2431903126

CAPÍTULO 7 76

ALLELOPATHIC EFFECTS OF *Corymbia torelliana* ON THE GERMINATION AND INITIAL
DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL AND FOREST SPECIES

Lucas Araújo Moura
Emmanoella Costa Guaraná Araujo
Thiago Cardoso Silva
Antonio Leonardo Sousa Modesto
Tarcila Rosa da Silva Lins
Letícia Siqueira Walter
Cibelle Amaral Reis
Iaci Dandara Santos Brasil
Ernandes Macedo da Cunha Neto
Jade Cristynne Franco Bezerra
Marks Melo Moura
Tarcísio Viana de Lima

DOI 10.22533/at.ed.2431903127

CAPÍTULO 8 88

ALTERAÇÕES NO METABOLISMO DE NITROGÊNIO E CARBONO EM PLANTAS DE ARROZ
SUBMETIDAS A DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES

Erinaldo Gomes Pereira
Albiane Carvalho Dias
Camilla Santos Reis de Andrade da Silva
Liliandra Barreto Emídio Gomes
Lorraine Cristina Henrique Almeida
Natália dos Santos Ferreira
Otavio Augusto Queiroz dos Santos
Octávio Vioratti Telles de Moura
Cássia Pereira Coelho Bucher
Carlos Alberto Bucher
Everaldo Zonta
Manlio Silvestre Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.2431903128

CAPÍTULO 9 100

APTIDÃO AGRÍCOLA DOS SOLOS: METODOLOGIA DE APLICAÇÃO

Karla Nayara Santos de Almeida

João Batista Lopes da Silva
Júlio César Azevedo Nóbrega
Rafael Felipe Ratke
Kaíse Barbosa de Souza

DOI 10.22533/at.ed.2431903129

CAPÍTULO 10 113

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES ALTURAS DAS PLANTAS NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO TOMATEIRO EM CULTIVO ORGÂNICO

Belmiro Saburo Shimada
Gustavo Roque Goulart
Juliano Cordeiro
Alessandro Jefferson Sato

DOI 10.22533/at.ed.24319031210

CAPÍTULO 11 124

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AGRONÔMICO DO TOMATEIRO ENXERTADO EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO SOB CULTIVO PROTEGIDO

Gilmar Batistella
José Ricardo Peixoto

DOI 10.22533/at.ed.24319031211

CAPÍTULO 12 134

AÇÃO FITOQUÍMICA DE *ARTEMISIA ANNUA* L. EM MANEJOS PÓS-COLHEITAS

Thalita Cristina Marques Cervezan
Melissa Jean Towler
Pamela Weathers
Pedro Melillo de Magalhães
Adilson Sartoratto
Aline Cristina Rabonato
Glyn Mara Figueira
Fernando Broetto

DOI 10.22533/at.ed.24319031212

CAPÍTULO 13 147

BEEF MARKETING AND QUALITY IN URUGUAY

Fabio Montossi
Fiorella Cazzuli

DOI 10.22533/at.ed.24319031213

CAPÍTULO 14 164

BIOPROMOTORES E LUZ NO CRESCIMENTO DE *Brachiaria brizantha*

Monyck Jeane dos Santos Lopes
Moacyr Bernardino Dias Filho
Thomaz Henrique dos Reis Castro
Gisele Barata da Silva

DOI 10.22533/at.ed.24319031214

CAPÍTULO 15 175

CARBONO ORGÂNICO AFETADO POR SISTEMAS DE CULTIVO DE LONGA DURAÇÃO

Felipe Camargo de Paula Cardoso
João de Deus Gomes dos Santos Junior
Eiyti Kato
Nericlenes Chaves Marcante

CAPÍTULO 16 193

COMPATIBILIDADE DO FERTILIZANTE NUCLEOS O-PHOS COM *Trichoderma asperellum*

Daniela Tiago da Silva Campos
Mayco Mascarello Richardi
Matheus de Medeiros Bagli
Marcelo Augusto Cruz Filho
Ligia Bronholi Pedrini
Renato de Almeida Jr

DOI 10.22533/at.ed.24319031216

CAPÍTULO 17 197

CONTAMINAÇÃO MICROBIANA E PARASITÁRIA NO CULTIVO DE HORTALIÇAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Juciene de Jesus Barreto da Silva
Ana Lúcia Moreno Amor
Isabella de Matos Mendes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.24319031217

CAPÍTULO 18 218

CRESCIMENTO DE BANANEIRAS E BARUEIROS EM CONSÓRCIO COM PLANTAS DE COBERTURA EM SISTEMA AGROFLORESTAL

Everton Martins Arruda
Leonardo Santos Collier
Rilner Alves Flores
Bruna Bandeira do Nascimento
Leonardo Rodrigues Barros
Risely Ferraz Almeida
Marcos Paulo dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.24319031218

CAPÍTULO 19 230

CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MAMOEIRO 'THB' EM CAMPO

Karina Tiemi Hassuda dos Santos
Renan Garcia Malikowski
Vinicius de Souza Oliveira
Geraldo Antônio Ferreguetti
Gleyce Pereira Santos
Omar Schmildt
Marcio Paulo Czepak
Edilson Romais Schmildt

DOI 10.22533/at.ed.24319031219

CAPÍTULO 20 235

CRESCIMENTO MICELIAL DE *COLLETOTRICHUM* spp. EM DIFERENTES MEIOS DE CULTURA

Elisson Felipe Rezende Cano
Marta Sabrina Nimet
Mayco Antonio Batistella
Fabio Mattes Maiorki
Felipe José Gibbert
Márcia de Holanda Nozaki

DOI 10.22533/at.ed.24319031220

CAPÍTULO 21 242

DEFICIÊNCIA DE CÁLCIO E MAGNÉSIO AFETA O METABOLISMO DE NITROGÊNIO E O DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)

Erinaldo Gomes Pereira
Albiane Carvalho Dias
Camilla Santos Reis de Andrade da Silva
Liliandra Barreto Emídio Gomes
Lorraine Cristina Henrique Almeida
Natália dos Santos Ferreira
Otavio Augusto Queiroz dos Santos
Octávio Vioratti Telles de Moura
Cássia Pereira Coelho Bucher
Carlos Alberto Bucher
Everaldo Zonta
Manlio Silvestre Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.24319031221

CAPÍTULO 22 255

DIMENSIONAMENTO AMOSTRAL PARA MAMOEIRO 'ALIANÇA' EM CAMPO

Omar Schmildt
Karina Tiemi Hassuda dos Santos
Renan Garcia Malikouski
Vinicius de Souza Oliveira
Adriel Lima Nascimento
Gleyce Pereira Santos
Geraldo Antônio Ferreguetti
Edilson Romais Schmildt

DOI 10.22533/at.ed.24319031222

CAPÍTULO 23 261

DINÂMICAS DE USO DA TERRA NA AGRICULTURA FAMILIAR: O CASO DA COMUNIDADE RURAL DE TATAJUBA, VISEU-PARÁ

Alasse Oliveira da Silva
Antônio Mariano Gomes da Silva Júnior
Liliane Marques de Sousa
Daiane Pantoja de Souza
Lívia Tálita da Silva Carvalho
Henrique da Silva Barata
Jonathan Braga da Silva
Hiago Marcelo Lima da Silva

DOI 10.22533/at.ed.24319031223

CAPÍTULO 24 270

EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE CROTALARIA EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE DE SEMEADURA EM SOLO ARENOSO

Everton Martins Arruda
Geyson da Silva Prado
Kevein Ruas de Oliveira
Marcos Paulo dos Santos
Leonardo Rodrigues Barros

DOI 10.22533/at.ed.24319031224

CAPÍTULO 25 282

FREQUÊNCIA DE NEMATOIDES NA REGIÃO CENTRO-OESTE

Rayane Gabriel Da Silva

Danieli Rayane Gabriel Da Silva Maria
Eduarda Ferreira Nantes
DOI 10.22533/at.ed.24319031225

CAPÍTULO 26	283
GESTÃO DE GASTOS DA PEQUENA PROPRIEDADE RURAL FAMILIAR PARA MELHORAR O SEU DESEMPENHO ECONÔMICO	
Nestor Bremm Daniela Martinelli Lauri Aloisio Heckler	
DOI 10.22533/at.ed.24319031226	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	290
ÍNDICE REMISSIVO	291

DIAGNÓSTICO DA CAFEICULTURA DOS MUNICÍPIOS DE ALFENAS, CAMPESTRE, PARAGUAÇU E SERRANIA

Nilson Pereira Gomes
Kleso Silva Franco Junior
Eduardo Vinicius Franco da Silva
Ramon Mendes de Souza Dias
Wagner Borim Teixeira
Edimar de Paiva

Artigo feito pelos alunos do 7º período da Fundação Educacional de Machado – CESEP. Avenida Doutor Ataíde Pereira de Souza, 730, Jardim Floresta, Machado – MG – Cep 37750000. Contato nilson@unifal-mg.edu.br

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho diagnosticar a cafeicultura dos Municípios, Alfenas, Campestre, Paraguaçu e Serrania no Sul de Minas Gerais. A pesquisa de campo foi realizada através de uma amostragem junto aos cafeicultores, por meio de um questionário pré-estabelecido, onde foram entrevistados para levantamento dos dados informações sobre a parte econômica social e ambiental da atividade bem como tecnologias empregadas. Conclui se que a cafeicultura nos municípios analisados são responsáveis pela principal fonte de renda agropecuária, sendo a bovinocultura a segunda opção de renda. Os cafeicultores são bem tradicionais em relação ao plantio de novas cultivares, sendo consolidados os cultivos de Mundo novo e Catuaí, Os manejos são na maioria Manuais, assim como a colheita, com níveis altos de produtividade e qualidade.

Grande percentual dos cafeicultores fazem controles e gestão da atividade baseados em custo de produção.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento. Administração. Sustentabilidade

DIAGNOSIS OF THE CAFFICULTURE OF THE CITY OF ALFENAS, CAMPESTRE, PARAGUACU AND SERRANIA

ABSTRACT: The objective of this study was to diagnose coffee growing in the municipalities, Alfenas, Campestre, Paraguaçu and Serrania in southern Minas Gerais. The field research was carried out through a sampling with the coffee growers, through a pre-established questionnaire, where they were interviewed to collect data about the social and environmental economic part of the activity as well as the technologies employed. It is concluded that coffee growing in the municipalities analyzed is responsible for the main source of agricultural income, being cattle farming the second income option. The coffee growers are very traditional in relation to the planting of new cultivars, being consolidated the cultivation of Mundo Novo and Catuaí. The managements are mostly manual, as well as the harvest, with high levels of productivity and quality. A large percentage of coffee farmers control and manage their

activities based on production costs.

KEYWORDS: Planning. Administration. Sustainability.

INTRODUÇÃO

A cafeicultura promoveu o fortalecimento da economia brasileira, destacando como referência os importantes centros urbanos por todo o interior do sul de Minas Gerais, Estado de São Paulo, e norte do Paraná através do surgimento de cidades e, assim como a construção de ferrovias para o escoamento da produção, o café trouxe consigo a imigração consolidando a expansão da classe média, que demonstrava a riqueza produzida pelo café pelas elegantes mansões dos proprietários produtores de café, chamados de barões do café (ABIC, 2016).

Minas Gerais destaca-se como o principal estado produtor de café com produção total de 23.944 milhões sacas beneficiadas de café na safra de 2010, o que corresponde a 53% de todo o café produzido no Brasil (ABIC, 2011). O território cafeeiro mineiro possui como área de produção 1.007.400 ha e área de formação equivalente a 128.835 ha. Com base nesses valores, a produtividade fica em torno de 23,77 (sacas/ha).

Segundo, Rebelo, (2010), os modelos atuais de processos empregados no cultivo de plantas tendem a criar um desequilíbrio biológico na natureza. As monoculturas acentuam estes impactos e são responsáveis pelas principais áreas de produção agrícola brasileira, cana-de-açúcar, soja e milho.

Com o uso de imagens de satélite possibilitou verificar a área plantada em 463 municípios produtores de café (EMATER, 2019).

Na região do Vale do Rio Doce, Central e Zona da Mata mineira são 181 municípios representando uma área cultivada de 322 mil hectares. Representando 649,9 mil hectares plantados em 154 municípios estão as regiões Sul e Centro-Oeste e juntas possuem a maior área.

O mapeamento além de ser útil no levantamento de custos de produção fornecerá informações precisas sobre a safra mineira de café.

O objetivo do trabalho foi diagnosticar através de questionário junto aos Cafeicultores dos municípios de Alfenas, Campestre, Paraguaçu e Serrania do Sul de Minas Gerais a situação da atividade em relação ao tamanho da propriedade, a área cultivada com café e as inovações tecnológicas

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada por amostragem em propriedades cafeeiras no sul de Minas Gerais, através de questionário pré-estabelecido em relação a cafeicultura. Os municípios amostrados foram Alfenas, Campestre, Paraguaçu e Serrania. Foi

levantado os aspectos produtivos, sociais, tecnológicos, econômicos, ambiental, sustentável e planejamento. O questionário foi aplicado em 100 cafeicultores em forma de perguntas ao produtor rural em um questionário elaborado no google docs. Os cafeicultores foram selecionados aleatoriamente por região. Os dados da pesquisa foram agrupados e analisado em formas de comparativos com uso de gráficos e tabelas para melhor interpretação das informações obtidas com a pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa realizada, evidenciou que os cafeicultores entrevistados tem uma grande resistência e tradicionalismo em relação a adoção de novas cultivares de café, destacando como principais cultivares plantadas o Mundo Novo, a qual representa mais de 60% das lavouras, conforme Tabela 1,

Cultivar	Percentual(%)
Mundo Novo	62,3%
Catuai Amarelo	18,7%
Catuai Vermelho	9,33%
Outras	9,67%

Tabela 1- Cultivares mais plantadas no sul de Minas

Destaca Cordeiro *et al.*, (2010), que a relação ao material vegetal utilizado na cafeicultura de Montanha do Sul de Minas, sendo a cultivar Catuai Vermelho (84%) e a Catuai Amarelo (26%), não vem apresentando grandes diferenças entre os tipos de propriedades. Na Região da Zona da Mata, a variedade Mundo Novo é cultivada em 9% das propriedades. Em relação as variedades surgidas mais recentemente, a Catucaí Vermelho, a Catucaí Amarelo, a Rubi e Acauã são cultivadas, respectivamente, em cerca de 12%, 6%, 2% e 3% das propriedades amostradas. Na pesquisa junto aos produtores rurais de café do sul de Minas Gerais verificou que tem plantado as variedades de cultivares de Mundo Novo (62,3%), Catuai Amarelo (18,7%) e Catuai Vermelho (9,33%). Conclui que a variedade Catuai Vermelho e Catuai Amarelo tem uma área maior plantada na Zona Mata de Minas em relação a pesquisa.

Na pesquisa realizada, os dados encontrados citam que 68% dos cafeicultores tem somente a cafeicultura como atividade explorada economicamente, enquanto que 32% tem outras fontes de renda (diversificada) Cordeiro *et al.* (2010) em sua pesquisa cita que os cafeicultores de montanha da região Sul, independentemente do tipo de propriedade, e dos proprietários de “grandes” propriedades na Zona da Mata possuem outra atividade econômica diferente da cafeicultura, tendo destaque à bovinocultura. Na região Sul, o número de propriedades que opta pela bovinocultura de corte (24%) é o mesmo que opta pela bovinocultura de leite (24%), ao passo que na Zona da Mata, a preferência é para a bovinocultura de leite (23%) relativamente

à de corte (9%). Nas propriedades da região Sul, a terceira principal opção são as culturas anuais (14%). Na Zona da Mata, a terceira opção é a silvicultura (6%), que na região Sul é opção para 3% das propriedades. Em comparação aos produtores rurais de café do sul de Minas demonstra conforme o Gráfico 1, onde mostra que 68,8% dos produtores de café não possui outra atividade.



Gráfico 1- Exploração econômica

Em relação as atividades componentes da renda das propriedades, encontramos os seguintes dados apresentados na Tabela 2.

Atividade	Percentual(%)
Bovinocultura de Corte	24%
Bovinocultura de Leite	24%
Culturas Anuais	14%
Silvicultura	3%
outras	35%

Tabela 2- Outras Atividades Região Sul

Segundo Cordeiro *et al.*, (2010), na cafeicultura Montanha de Minas a análise química do solo é adotada pela grande maioria dos cafeicultores, diferentemente de (70%) das propriedades tipo “grande” da região Sul, que optam pelas análises químicas de solo e de folhas. A grande maioria das propriedades (85%) retorna a palha de café para a lavoura. Quanto à adubação NPK, as principais formulações, 20-00-25 e 20-05-20, utilizadas na dosagem de 1,1 ton/ha, cerca de (80%) maior que aquelas usadas em 1996, mas ainda menor em relação ao recomendado para a expressão de toda a capacidade produtiva do cafeeiro. Nesse aspecto, ações direcionadas ao associativo e ao fortalecimento da assistência técnica pública podem ajudar. Já os produtores rurais do sul de Minas Gerais, informaram nesta pesquisa que usam fertilizantes (43,8%), insumos foliares (43,8%), adubos químicos (53,1%),

adubos orgânicos (31,3%). Portanto, a pesquisa confirma que ambas regiões utilizam de forma variadas os insumos agrícolas, conforme Tabela 3.

Insumos	Percentual(%)
Foliares	43,8%
Fertilizantes	43,8%
Adubos Químicos	53,1%
Adubos Orgânicos	31,3%

Tabela 3 – Uso de Insumos

Conforme Cordeiro *et al.*, (2010), opina em relação a assistência técnica, considerando os três tamanhos de propriedade (grande, média e pequena), menos de 20% das propriedades cafeeiras têm acesso a assistência técnica, que é mais procurada na Zona da Mata (em média, 17%) que na região Sul (7%). Contudo, para o tipo “pequeno”, a assistência pública é a mais importante para cerca de (75%) das propriedades que procuram assistência técnica. É necessário levar em conta que, neste caso, foi considerada a assistência técnica específica ao produtor e à sua cafeicultura. Por meio de cursos, unidades de demonstração e treinamentos, supridos, especialmente, pela assistência técnica pública, não foram notadas as transferências de tecnologia e informação efetuadas. Os produtores do sul de Minas entrevistados informaram que a assistência técnica é prestada por Associações (43,8%), por Cooperativas (15,6%), Técnicos agrícolas e Engenheiros agrônomos (28,1%), por Cooperativas e Comércio local (12,5%) e por lojas da cidade (6,3%). A pesquisa confirma que os produtores rurais tem assistência técnica de forma variada, seja por cooperativa, técnicos agrícolas ou agrônomos, de acordo com a Tabela 4.

Assistência Técnica	Percentual(%)
Associações	43,8%
Cooperativas	15,6%
Engenheiros Agrônomos e Técnicos Agrícolas	28,1%
Outros	12,5%

Tabela 4- Local de Assistência Técnica

Segundo Matos (2010), a caracterização da cafeicultura de Minas embora exista áreas de matas nativas na maioria das propriedades, somente um pequeno percentual das propriedades possui a reserva legal averbada. Em relação ao percentual de nascentes protegidas nas pequenas propriedades localizadas nas regiões Sul do estado de Minas Gerais é baixo. Essas constatações também sinalizam a carência de assistência técnica para a regularização ambiental nas propriedades em que a cafeicultura é a principal atividade. Os produtores do sul de Minas informaram nesta pesquisa de campo que usam assistência técnica quando houver necessidade

(53,1%), que utilizam da assistência técnica de 3 em 3 meses (46,9%). Conclui que a falta de assistência técnica ao produtor rural nas situações confrontadas contribui para o não planejamento, conforme Tabela 5.

Assistência Técnica	Percentual(%)
3 em 3 meses	53,1%
Quando houver necessidade	46,9%

Tabela 5- Período de Assistência Técnica

Segundo Cordeiro *et al.*, (2010), existe uma grande parte das propriedades da cafeicultura de Montanha de Minas (85%) de ambas as regiões, independentemente do tamanho da área cafeeira, que comercializa o café de forma individual e parcelada. Nas regiões de Zona da Mata e Sul, a comercialização coletiva possui um baixo percentual de utilização pelas propriedades. Em comparação com os produtores do sul de Minas, foi relatado por eles que quando tem valor com melhor preço ou necessitam fazer pagamentos (93,3%) e vendem na safra (6,3%), evidenciando pela pesquisa que a cafeicultura Montanha de Minas e sul de Minas Gerais a venda é realizada de várias formas, garantindo uma renda familiar da agricultura, conforme Tabela 6.

Motivo da Venda	Percentual(%)
Safra	6,3%
Para Realizar Pagamentos	93,3%

Tabela 6- Motivo da venda do Café

Os proprietários da cafeicultura de cerrado preferem mecanizar a produção para reduzir a necessidade de pagamentos de encargos trabalhistas e, com isso, diminuir os custos produtivos. Em relação a cafeicultura de Montanha de Minas os proprietários da Zona da Mata, salientam que o registro da carteira de trabalho é o item mais difícil de se atender. Por isso, talvez, recorram com mais frequência ao regime de parceria.

O cálculo do custo de produção gera informações utilizadas como meio de desempenho organizacional e operacional, uma vez que encurta o processo produtivo na transformação dos recursos empregados no negócio em retorno ao proprietário. Este procedimento permite a avaliação da capacidade de gerar lucro da empresa rural, o que pode ser resumido como: a capacidade de pagar por todos os recursos destinados à produção e recompensar o empresário pela decisão de continuar produzindo determinado produto em detrimento de investimentos alternativos. Ao analisar-se o custo de produção, boa parte das causas de sucesso ou insucesso do negócio é detectada. Os proprietários possuem pouco conhecimento ao processo de

fluxo de caixa. Certamente, tal posição se deve a um possível incremento no custo de produção. Em relação aos produtores rurais de café do sul de Minas Gerais que foram entrevistados (87,5%) não fazem custo de produção e (12,5%) fazem custo de produção. Comparando as informações do autor Machado (2010) com a pesquisa, verifica-se que existe diversas informações pelos produtores rurais para não fazer o custo de produção, conforme Tabela 7

Custo de Produção	Percentual(%)
Fazem custo de produção	87,5%
Não fazem custo de produção	12,5%

Tabela 7- Custo de Produção

De acordo com Cordeiro *et al.*, (2010) informa que a cafeicultura de Montanha de Minas Gerais cerca de (75%) das propriedades utiliza de roçadeira manual. A roçadeira acoplada ocorre em mais propriedades na região Sul (42%) que na Zona da Mata (6%). O número de propriedades que possui lavador/despulpador é maior na região Sul que na Zona da Mata e diminui com a redução da área da propriedade explorada com a cafeicultura, em ambas as regiões. Assim, na Zona da Mata, (65%), (34%) e (15%) das respectivas propriedades dos tipos “grande”, “média” e “pequena” possuem tais equipamentos. Na região Sul, (86%) das propriedades “grandes”, (62%) das “médias” e (16%) das “pequenas” também possuem. Atualmente, cerca de (94%), (46%), (69%) e (52%) das propriedades possuem respectivamente terreiro secador (sendo a maioria em concreto), lavador/despulpador, secador e máquina de beneficiar. À exceção do terreiro, para o qual não se verificam diferenças regionais, os outros equipamentos são mais frequentes na região Sul que na Zona da Mata, sendo que, em ambas as regiões, o número de propriedades que os possuem diminui com a redução da área da propriedade destinada à cafeicultura. A estrutura de pós-colheita cresceu nos últimos 14 anos, sendo os equipamentos mais frequentemente utilizados nas propriedades de Montanha de Minas da região Sul do que naquelas da Zona da Mata. Em ambas as regiões, o número de propriedades que os possuem diminui com a redução da área da propriedade destinada à cafeicultura.

Em comparação com a região do sul de Minas Gerais observa uma diferença de percentual variável entre os produtores em relação aos equipamentos conforme os informados pelos produtores do sul de Minas que possuem trator (43,8%), possuem carreta (40,6%), pulverizador (21,8%), arado (3,1%), trincha (12,5%), varre tudo (3,1%), roçadeira (68,8%), bomba costal (40,6%) e adubadeira (9,4%), de acordo com a Tabela 8.

Atividade	Percentual(%)
Adubadeira	9,4%
Arado	3,1%
Bomba Costal	40,6%
Carreta	40,6%
Pulverizador	21,8%
Roçadeira	68,8%
Trator	43,8%
Trincha	12,5%
Varre tudo	3,1%

Tabela 8- Uso de Equipamentos

Rufino *et al.*, relata que a região sul e Zona da Mata, por suas características de relevo muito acidentado e, em consequência, de suas semelhanças tecnológicas na condução da lavoura cafeeira, podem ser associadas sob a denominação de Região de Montanha. Na maioria dos tipos de propriedades, em ambas as regiões à exceção da “pequena” na Zona da Mata, o número de propriedades com mão de obra suficiente é ligeiramente inferior ou igual a metade das propriedades. Para o tipo de propriedade “pequena” da Zona da Mata, (61%) das propriedades possuem mão de obra suficiente para a colheita. De maneira geral, todas as propriedades fazem uso de mais de um tipo de mão de obra para a realização dos tratos culturais. O número de propriedades que possuem, pelo menos, uma das etapas de manejo mecanizada é maior na região Sul (85%) que na Zona da Mata (67%).

Dentre as propriedades que possuem, pelo menos, uma etapa de manejo mecanizada, nenhuma delas possui apenas uma etapa mecanizada, mas sim, um mínimo de duas. Para todas as etapas de manejo avaliadas, o número de propriedades mecanizadas é maior na região Sul que na Zona da Mata e, em ambas as regiões, o número de propriedades mecanizadas tende a diminuir com redução da área destinada à cafeicultura. Na região do sul de Minas Gerais (65,6%) da mão de obra é manual, enquanto que na região de Montanha de Minas existe uma diversidade de tipos de mão de obra. E com relação a mecanização no sul de Minas Gerais (34,4%) é mecanizada, enquanto que na região de Montanha, o Sul corresponde a (85%) e na Zona da Mata (67%), portanto demonstra ser maior o percentual mecanizado na região de Montanha de Minas, conforme Tabela 9.

Mão de Obra	Percentual(%)
SUL DE MINAS	
Manual	65,5%
Mecanizada	34,4%
*MONTANHA DE MINAS (Sul e Zona da Mata)	
	<i>Diversificado</i>
Manual	85%
Mecanizada	67%

Tabela 9- Tipo de Mão de Obra

*Adaptado de Cordeiro et al., (2010)

Segundo Cordeiro *et al.*, (2010), na cafeicultura de Montanha de Minas a atividade cafeeira foi considerada mecanizada quando sua execução envolvia qualquer equipamento motorizado, mesmo que transportado pelo operador. Assim, foram consideradas mecanizadas as operações com roçadeira e pulverizador costal, desde que motorizados. Comparando com os produtores de café do sul de Minas Gerais entrevistados na pesquisa, (56,3%) usam bomba Costal e (43,8%) pulverizador, Tabela 10

Equipamentos	Percentual(%)
Bomba Costal	56,3%
Pulverizador	43,8%

Tabela 10-Equipamentos Usados no Sul de Minas

De acordo com Cordeiro *et al.*, (2010), esclarece que a colheita na Cafeicultura de Montanha de Minas e Zona da Mata, cerca de 44% das propriedades inicia a colheita quando a porcentagem de frutos verdes se encontra entre 20% e 30%. As propriedades que dão início ao processo quando os frutos verdes estão entre 10% e 20% correspondem a 36%. Na proporção de entre 30% e 50% de frutos verdes, 14% das propriedades iniciam a colheita, sendo que 5% dos produtores começam a colher os frutos quando a porcentagem de frutos verdes corresponde a até 10% dos frutos totais. Apenas 2% das propriedades dão início à colheita dos frutos quando 50% deles encontram-se no estágio verde, de acordo com a Tabela 11.

Frutos Verdes	=Percentual(%)
Até 10%	5%
10%-20%	36%
20%-30%	44%
30%-50%	14%
50%	2%

Tabela 11- Início da Colheita Zona da Mata

*adaptado de Cordeiro *et al.*, (2010)

Os cafeicultores entrevistados no Sul de Minas informaram que 40% das propriedades iniciam a colheita quando os frutos verdes correspondem a entre 10% e 20% dos frutos totais; 27% colhem os frutos quando o estágio verde ocupa de 20% a 30% do total e 11% e 2% iniciam a colheita quando os frutos verdes correspondem, respectivamente, entre 30% e 50%, e igual ou acima de 50%, conforme a Tabela 12.

Frutos Verdes	Percentual(%)
Até 10%	20%
10%-20%	40%
20%-30%	27%
30%-50%	11%
Acima de 50%	2%

Tabela 12- Início da Colheita no Sul de Minas

De acordo com os autores Cordeiro *et al.*, (2010), descrevem que na região de Montanha de Minas, nas regiões Zona da Mata e Sul a colheita manual é praticada pela maioria das propriedades (70%), verificando-se maior percentual de mecanização na região Sul (28%) em relação à Zona da Mata (14%). Ainda que o grau de mecanização não seja afetado pelo tipo de propriedade na Zona da Mata, na região Sul, o número de propriedades que adotam a colheita mecânica diminui com a redução da área explorada com a cafeicultura. Já os produtores de café do sul de Minas Gerais entrevistados na pesquisa de campo informaram que (90,6%) manual e (9,4%) mecânica. A comparação entre as regiões demonstra uma variação entre, Montanha de Minas e a pesquisa no sul de Minas na condução do processo da forma de colheita, com diferença maior de percentual entre a mecanização e a mão de obra manual, de acordo com a Tabela 13

Tipo de Colheita	Percentual(%)
SUL DE MINAS	
Manual	90,6%
Mecanizada	9,4%
*MONTANHA DE MINAS	
(Região Sul)	
Manual	70%
Mecanizada	28%
(Zona da Mata)	
Manual	70%
Mecanizada	14%

Tabela 13- Tipo de Colheita

*Adaptado de Cordeiro et al., (2010)

Segundo Rufino et. Al. a definição do espaço geográfico denominado Cafeicultura de Montanha, foram consideradas as semelhanças físicas e culturais. A caracterização da Cafeicultura de Montanha de Minas Gerais preservam o empreendimento cafeeiro conduzido, tais como a topografia, a altitude, a intensidade do uso do trabalho como fator de produção, as dificuldades no uso de máquinas e equipamentos no processo e na escala de produção da maioria dos cafeicultores.

Existe também a dificuldade no uso de máquinas pela colheita ser feita em uma topografia de altitude, diferente dos cafeicultores do sul de Minas que relataram na pesquisa que o transporte para o terreiro é através de tratores próprios (46,9%), tratores alugados (15,6%) e de carreta (53,1%) conforme Tabela 14.

Veículos	Percentual(%)
SUL DE MINAS	
Tratores Próprios	46,9%
Tratores Alugados	15,6%
Carreta	53,1%
*ZONA DA MATA	
Tratores Próprios	70,33%
Tratores Alugados	10%
Carreta	17,79%

Tabela 14- Veículos de transporte do café no Sul de Minas

*Adaptado de Cordeiro et al., (2010)

Segundo Cordeiro *et al.*, (2010), em ambas as regiões a cafeicultura Montanha de Minas de modo geral para todos os tipos de propriedades, cerca de 38% dos terreiros são do tipo terra e 73% de concreto. Das propriedades da Zona da Mata e da região Sul, respectivamente, o terreiro de lama asfáltica é opção para 5% e 16%. Com relação ao terreiro suspenso, na Zona da Mata, ele está presente em 11%, 4% e 2% dos respectivos tipos de propriedade “grande”, “média” e “pequena”. Na região Sul, este tipo de terreiro é utilizado em cerca de 4%, 1% e 1% das propriedades “grandes”, “médias” e “pequenas”, respectivamente de acordo com a Tabela 15.

Terreiro	Percentual (%)
SUL DE MINAS	
Terra	38%
Concreto	73%
*MONTANHA DE MINAS	
(Região Sul)	
Terra	
Concreto	38%
Suspenso	73%
	17%
(Zona da Mata)	
Terra	
Concreto	38%
Suspenso	73%
	17%

Tabela 15 Tipo de Terreiro

* Adaptado de Cordeiro et al., (2010)

Na pesquisa realizada, os produtores de café do sul de Minas Gerais informaram com relação a secagem que (87,5%) utilizam o terreiro e (40,6%) usam o secador. A pesquisa em comparação com a região Montanha de Minas demonstra várias formas de secagem do café. O importante é que o processo de secagem seja de forma limpa e higiênica.

Conforme Cordeiro *et al.*, (2010), descreveu em relação à qualidade do café produzido nas Montanhas de Minas Gerais que de maneira geral, as propriedades cultivam mais de um tipo de qualidade de café. Cerca de 36% das propriedades de ambas as regiões produzem café mole. A bebida dura é produzida por 71% das propriedades da Zona da Mata e 86% da região Sul. De qualidade um pouco inferior, a bebida dura-riada é produzida por 29% e 17% das propriedades das regiões Zona da Mata e Sul, respectivamente. Os mesmos números percentuais, aproximadamente, são verificados, também, para a bebida rio, nas respectivas Zona da Mata e região Sul. Na avaliação pelos produtores que responderam a pesquisa o café bebida dura destaca com maior percentual (100%) e o café bebida mole com (25%). Comparando com a região café de Montanha, o café bebido duro é bem maior na produção pelos produtores como mostra a tabela 16

Qualidade	Percentual(%)
SUL DE MINAS	
Bebida Dura	75%
Bebida Mole	25%
*MONTANHA DE MINAS	
(Região Sul)	
Bebida Dura	86%
Dura-Riada	17%
Bebida Mole	36%
Rio	17%
(Zona da Mata)	
Bebida Dura	71%
Bebida Mole	36%
Rio	29%

Tabela 16 - Qualidade do Café

*Adaptado de Cordeiro et al., (2010)

Segundo Rufino *et al.*, (2010), o comportamento do volume da produção de saca de café brasileira apresenta uma persistente e contínua mudança em torno da marca de 40 milhões de sacas, marcando o conhecido processo de bi anuidade, numa evidente associação com a produtividade das lavouras de café, onde observa-se que o montante produzido teve um pico na safra 2002/2003, logo seguido por uma alta queda na safra posterior. Desde então, isolando o efeito da bi anuidade, a produção

descreve uma trajetória crescente. A primeira estimativa da safra de café 2010 de Minas Gerais, divulgada pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2009), informa que as áreas cafeeiras brasileira e mineira possuem 2.092.900 ha e 1.000.730 ha, respectivamente, com a produtividade respectiva de 19 sc/ha e 20 sc/ha. Portanto, que neste intervalo de 14 anos, a área mineira destinada à cafeicultura e a produtividade nessa área aumentaram, aproximadamente, 30%. Comparando com os produtores de café do sul de Minas, foi respondido pelos entrevistados em relação a produtividade média nos últimos 4 anos: (12,5%) responderam que colheram 30 sc/ha, (28,2%) colheu 40 sc/ha, (50%) colheu 50 sc/ha, (3,1%) colheu 60 sc/ha, (3,1%) colheu 70 sc/ha, (3,1%) colheu 100 sc/ha. Conclui na comparação que existe uma diferença de sacas colhidas por hectare devido a relação do ano pelo investimento que se faz anual na lavoura, novas tecnologias e planejamento, de acordo com a Tabela 16.

Sacas ha ⁻¹	Percentual(%)
30	12,5%
40	28,2%
50	50%
60	3,1%
70	3,1%
100	3,1%

Tabela 16-Produtividade Média em 4 anos

CONCLUSÃO

Conclui se que a cafeicultura nos municípios analisados são responsáveis pela principal fonte de renda agropecuária, sendo a bovinocultura a segunda opção de renda. Os cafeicultores são bem tradicionais em relação ao plantio de novas cultivares, sendo consolidados os cultivos de Mundo novo e Catuaí, Os manejos são na maioria Manuais, assim como a colheita, com níveis altos de produtividade e qualidade. Grande percentual dos cafeicultores fazem controles e gestão da atividade baseados em custo de produção.

REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ (ABIC) - **A história do café**. Disponível em: <http://abic.com.br/estatisticas/>. Acesso em: 25 Ago. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ (ABIC) . **A história do café**. Disponível em <http://abic.com.br/>. Acesso em: 30 jun. 2019.

ANDRADE, F.T.; CASTRO JÚNIOR, L.G.; COSTA, C.H.G.; LIMA, A.L.R. E ALBERT, L.H.B. Investir em projetos de cafeicultura é uma opção rentável? In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16, 2009. **Anais**, Bauru, 2009. v. 1. p. 1-12.

CORDEIRO T. A.; FILHO S. G.; RIBEIRO F. M. **Caracterização da cafeicultura de Montanha de**

Minas Gerais. 2010.

EMPRESA DE ASSISTENCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS - Emater Disponível: http://www.emater.mg.gov.br/portal.do?flagweb=novosite_pagina_interna&id=22530 Acesso: em 16 jun, 2019.

GUILHON, B. “**Technologie, Organisation et Performances: Le Cas de la FirmeReseau**”. Revue d’Economie Politique, jul/ago, 1992.

MATIELLO, J. B. **O Café: do Cultivo ao Consumo**. São Paulo: Globo, 1991.

MATIELLO, J. B .; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura de Café no Brasil**. Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002

MAZZALI, L. **O processo recente de reorganização agroindustrial: do complexo à organização “em rede”**. Ed. Unesp, 2000.

NOTÍCIAS Agrícolas . Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/cafe/215158-campos-gerais-se-destaca-como-o-segundo-maior-produtor-de-cafe-em-minas.html#.XQan94hKjIU> Acesso em 16 jun. 2019.

O PROFESSOR PDE e os desafios da escola pública Paraense. Ação local efeito global: quem são os agrotóxicos?. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2012/2012_unioeste_cien_artigo_juliana_piana.pdf Acesso em: 16.06.2019

PERES F.; MOREIRA. J. C.; DUBOIS, G. S. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema. In PERES, F.; MOREIRA, J. C. (orgs.). **É veneno ou é remédio?** Agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003. p. 21-41

REBELO, R. M (Coord.) **Produtos Agrotóxicos e Afins Comercializados em 2009 no Brasil: uma abordagem ambiental**. Brasília: IBAMA, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. UFLA apresenta portfólio de tecnologias para a cafeicultura em workshop. Disponível em: <https://ufla.br/noticias/institucional/12861-ufla-apresenta-portfolio-de-tecnologias-para-a-cafeicultura-em-workshop>. Acesso em: 20 jun. 2019

ORTEGA, A.C.; JESUS, C.L.; MOURA, M. (2007). Mecanização e Emprego na Cafeicultura do Cerrado Mineiro. Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Londrina: **Anais do SOBER**, Londrina

RUFINO, J. L. S. **Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café: Antecedentes, Criação e Evolução**. Brasília: Embrapa, 2006. 348p.

REBELO, R. M (Coord.) **Produtos Agrotóxicos e Afins Comercializados em 2009 no Brasil: uma abordagem ambiental**. Brasília: IBAMA, 2010.

A PRODUÇÃO DE FIBRA DE MALVA (*URENA LOBATO* L.) NO ESTADO DO PARÁ: PERSPECTIVAS E REALIDADES BASEADAS NOS ANOS DE 1990 A 2017

Alasse Oliveira da Silva

Graduando em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA/CAPANEMA) e formação técnica em Agronegócio pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR/PA)/
alasse.oliveira77@gmail.com

Elane Cristina da Silva Conceição

Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA/CAPANEMA)/
cris21elane@gmail.com

Roberta Carvalho Gomes

Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA/CAPANEMA)/
robcbgomes2@gmail.com

Diocléa Almeida Seabra Silva

Doutora em Ciências Agrárias e professora da disciplina de Culturas Industriais I na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA/CAPANEMA)/
diocleaseabra85@gmail.com

Ismael de Jesus Matos Viégas

Doutor em Solos e Nutrição de Plantas e professor na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA/CAPANEMA)/matosviegas@hotmail.com

Antonia Kilma de Melo Lima

Doutora em Agronomia (Ciência do Solo), docente na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA/CAPANEMA)/kilma.lima@ufra.edu.br

Danilo Mesquita Melo

Doutor em Agronomia (Produção Vegetal) pela FCAV-UNESP, docente na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA/CAPANEMA)/melo.agro@hotmail.com

Joaquim Alves de Lima Júnior

Doutor em Engenharia Agrícola pela UFLA, docente na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA/CAPANEMA)/Joaquim.junior@ufra.edu.br

Ebson Pereira Cândido

Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba, docente na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA/CAPANEMA)/
ebsonzoo@yahoo.com.br

Eduardo da Silva Leal

Doutor em Ciências Biológicas (Botânica) pela USP, docente na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA/CAPANEMA)/Eduardo.leal@ufra.edu.br

RESUMO: A malva é amplamente cultivada pelos agricultores familiares de uso da terra, no entanto passa por um processo de declínio de produção. A partir deste cenário o presente trabalho objetivou realizar a análise da produção de malva fibra no Estado do Pará a partir das perspectivas e realidades baseadas nos anos de 1990 a 2017. A área de estudo realizada foi o Estado do Pará por meio da série histórica compreendida na década de 90 a 2017. A pesquisa é classificada como quali-quantitativa, por intermédios dos dados secundários obtidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), as variáveis foram submetidas a análise da estatística descritiva.

Os resultados demonstram que ocorreu um declínio significativo a partir da década de 90, fatos estes evidenciados nos parâmetros área plantada, percentual da área plantada, área colhida, percentual da área colhida, quantidade produzida, rendimento médio da produtividade por hectare e valor da produção. O cultivo de malva é uma cultura tradicional dos agricultores familiares da Amazônia, portanto, necessitando de medidas capazes de estimular e proporcionar o crescimento da extração da fibra de malva

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura familiar, análise, produtividade, declínio e lavoura temporária.

1 | INTRODUÇÃO

A malva tem o seu centro de origem situado no Brasil, especificamente é uma planta nativa do bioma amazônico, suas propriedades são bastante assemelhadas a juta, além disso apresenta origem asiática, assim podendo ser utilizada para as mesmas funções na indústria têxtil. Com isso, começa a ser utilizado no Brasil, pois não era aproveitado seu potencial e eram consideradas como plantas daninhas, na qual os produtores deixavam crescer livremente na medida em que se desenvolviam bem em solos pouco férteis e de elevada acidez (SOUZA, 2008).

A região Norte, é a maior produtora de malva no mercado nacional, tendo destaque o Estado do Pará e o Amazonas, outros estados também produzem esta cultura, mas são produções ínfimas. O Pará era o único estado brasileiro a produzir fibras de malva até 1930, conforme consta na literatura (HOMMA, 2007; HOMMA, 2008; MOREIRA, 2008). A cultura da malva, ainda é bastante tradicional, devido à falta de investimento na área, o que dificulta a mecanização da colheita, onde diminuiria o esforço físico do agricultor, são também bastante utilizadas na confecção de sacarias, produção de telas e fundos de tapetes (NODA, 2010).

A produção de malva no Estado do Pará está concentrada na área do Nordeste Paraense, englobando principalmente os municípios de Capitão Poço, Ourém, Irituia e Viseu. Sua produção é constituída de pequenos produtores, advindos da agricultura familiar, na qual tem grande tradição no cultivo da cultura. É uma espécie que se desenvolve bem em consórcio, onde pode-se cultivar com a juta, arroz, feijão, milho, mandioca, entre outros (HOMMA, 1980).

Na década de 1930 o Ministério da Agricultura do Brasil identificou na malva características de composições superiores a juta, tais como: mais resistências, maior brilho e extensão, se difere da juta, pois a malva é mais clara, grossa e resistente, sendo assim mais interesse a sua utilização na indústria (LEDO, 1978).

O cultivo de malva não corresponde aos requisitos sustentáveis, pois as condições humanas nas etapas de produção são insalubres, na qual faz o agricultor ficar imerso por horas, o que pode ocasionar problemas de saúde, tanto para o malvicultor como para a sua família, também estando propício aos ataques de

animais venenosos (FRAXE, 2000).

Com a maior conscientização da população sobre a preservação ao meio ambiente, a Organização das Nações Unidas (ONU), lançou um projeto no ano de 2009 com o destaque para a fibra, a medida visava aumentar as produções de fibras naturais, objetivando estimular políticas públicas voltadas para a produção da cultura (MARGEM, 2013).

Diante disso, o presente trabalho objetiva realizar a análise da produção de malva fibra no Estado do Pará a partir das perspectivas e realidades baseadas nos anos de 1990 a 2017.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada através de levantamento de informações bibliográficas obtidas através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do estado do Pará, através dos dados presente no segmento lavoura temporária do ano 1990 a 2017.

O estudo foi dividido em duas etapas, a saber: 1) parte documental e bibliográfica (qualitativa) e 2) levantamento dos dados secundários do IBGE (quantitativa), referente a produção de malva fibra, das safras compreendidas entre 1990 a 2017, com isso, buscou-se uma abordagem com enfoque na agricultura familiar do Estado do Pará.

Para o conhecimento da malva fibra em direção a agricultura familiar, usou-se sete variáveis, as quais são: área plantada de malva (APM), percentual da área plantada (PAP), área colhida de Malva (ACM), percentual da área colhida (PAC), quantidade produzida (QP), rendimento médio da produtividade por hectare (RMP) e valor da produção (VP).

Com base nesses procedimentos, os dados foram tabulados em planilha eletrônica Microsoft office Excel 2013 para representação dos gráficos, posteriormente, os resultados foram submetidos a análise estatística descritiva buscando compreender as variedades de produção da malva.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise da produção de fibras de malva no Estado do Pará, por intermédio da variável Área Plantada de Malva (APM), foi possível observar decrescimento significativo a partir do ano de 2000, onde é visível a diminuição da área cultivada dessa cultura entre 2000 a 2004, com decrescimento anual de aproximadamente 5.000 hectares/ano, mantendo-se com poucas variações da área cultivada entre os anos de 2005 a 2017 (Figura 1.A).

Esses resultados são perceptíveis nos apresentados na (Figura 1.B) em que

demonstram diminuição no Percentual da Área Plantada (PAP) no Estado do Pará entre 2000 a 2004, sendo esta uma correlação negativa em função dos anos, e mantendo-se constante a partir do ano de 2005. Ambas às variáveis citadas não apresentam tendência de crescimento da área cultivada de malva no presente estado, com base na série histórica apresentadas nas figuras abaixo.

Apartir dessas observações, tem-se que ao longo dos anos ocorreram mudanças no setor agrícola, referente ao cultivo de malva, principalmente no processo de troca de culturas e abandono de suas atividades no setor da fibra (MACIEL, 2015).

Na extração da malva fibra, realizada pelos malvicultores o processo de trabalho não teve mudanças significativas no processo de colheita, comercialização e investimento em políticas públicas, fatores estes propulsores do declínio no cultivo da malva (HOMMA, 2010).

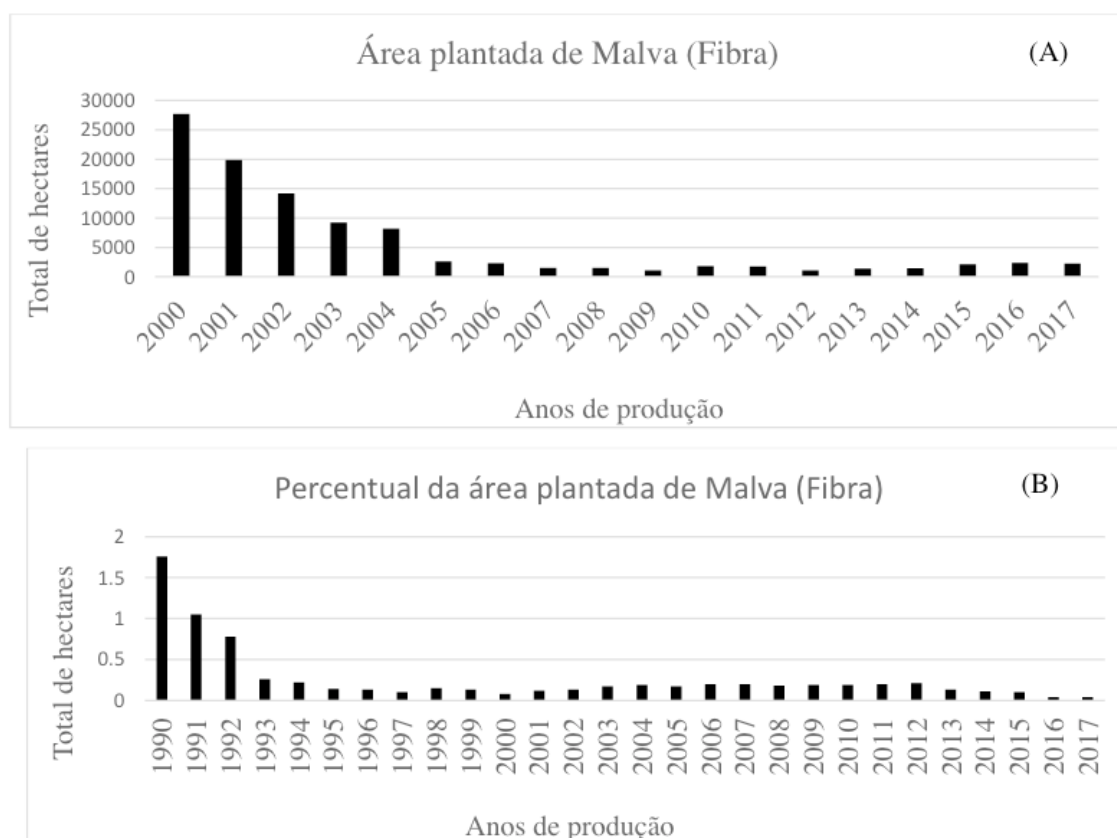


Figura 1- (A) Representação da área plantada e (B) percentual da área plantada do cultivo de malva (fibra) no Estado do Pará.

Fonte: SILVA et al., (2019).

Além das variáveis apresentadas anteriormente, a Área Colhida de Malva (ACM) apresenta reflexo das variações positivas e negativas decorrentes da área plantada, uma vez que a área cultivada representará a área colhida. Com isso, tem-se que o total da área colhida (hectares/ano) sofreu tendência negativa de crescimento entre 1990 a 1992.

Entre os anos de 1994 a 2016 ocorreram pequenas variações com média de

2000 hectares colhidos no Estado do Pará, variação para mais ou para menos, conforme ilustrado na (Figura 2 A). Além disso, as menores quantidades de hectares colhidos estão situadas nos anos de 2015 a 2016. Esses resultados também podem ser constatados na (Figura 2 B) onde foi representado o percentual da área colhida de malva fibra no Pará.

O processo de cultivo da malva não apresenta mudanças em função do tempo, praticamente é utilizado a mesma área anualmente. O trabalho é composto por principalmente por mão de obra familiar, na qual exige esforço redobrado para o manejo (MACIEL, 2015).

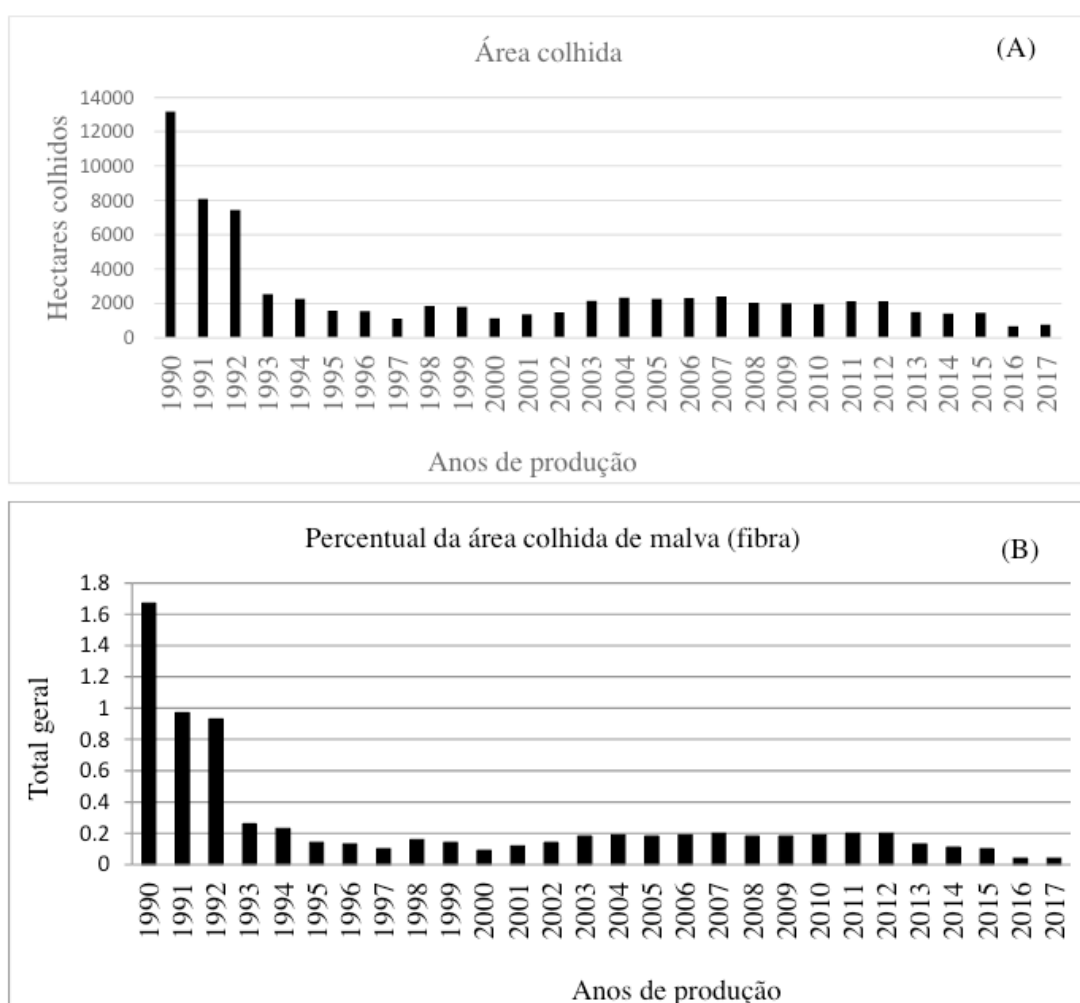


Figura 2- (a) Demonstração da área colhida de malva fibra e (b) percentual da área colhida do cultivo de malva fibra no Estado do Pará.

Fonte: SILVA et al., (2019).

A Quantidade de Malva fibra Produzida (QMP) entre os anos de 1990 a 2016 apresentam diferenças em função dos anos de produção. As maiores quantidades produzidas em (toneladas/hectare) estão presentes nos anos de 1990, 1991 e 1992 com valores médios de 6.222 toneladas. Após esse período a quantidade colhida não ultrapassou as 2000 toneladas por hectare.

O Rendimento Médio de Malva (RMM) por hectare nos anos de 1990 a 2017

não obtiveram variação significativa em função dos anos, com exceção dos anos de 2000 e 2015 que se destacaram em decorrência dos demais períodos estudados. A média de quilogramas por hectares está entorno de 800 quilogramas.

Inúmeras pesquisas vem sendo realizadas com o intuito de mitigar o abandono do cultivo de malva. Além do mais, grande parte dos agricultores que praticam este trabalho, estão no processo de envelhecimento, fazendo com que ocorra a busca por novas alternativas de cultivo e além disso as próximas gerações não querem permanecer nesta atividade (MACIEL, 2015).

A produção de malva na região amazônica passa por um processo de decréscimo significativo, devido principalmente a inexistência de políticas públicas direcionadas a esse setor (MACIEL, 2015).

A produtividade desta cultura não teve grandes avanços, mesmo sendo um produto de extrema importância para a agricultura familiar, isto é resultado da falta de inovações de técnicas agrônomicas para o cultivo. Com isso, ocorreu diminuição no preço e na produção da fibra, reduzindo o rendimento e a qualidade do produto, o que gera aspectos negativos para a agricultura familiar (ALMEIDA; SOUZA; CARVALHO, 2016).

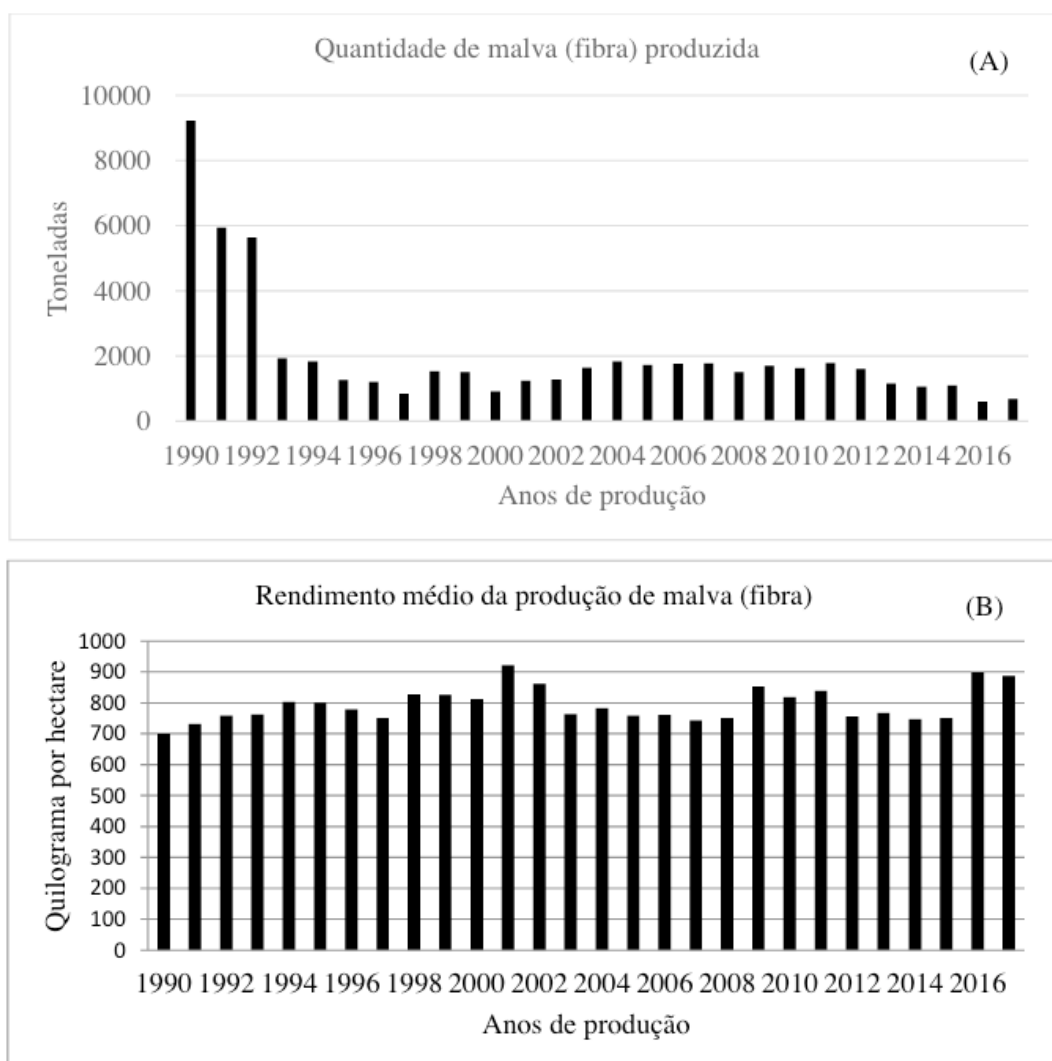


Figura 3- (A) Quantidade de malva (fibra) produzida e (B) rendimento médio da malva (fibra) no

Outra variável de grande interesse para os grandes e pequenos agricultores é o preço pago pelo produto. Na Figura 4 é demonstrado Valor da Produção em mil reais de Malva (VPM) foi possível observar variação do valor do pagamento da fibra de malva (mil reais) em função dos anos de 1990 a 2017. Os anos de produção de 2010 a 2013 foram os que apresentaram melhor valorização dos preços da produção.

Além disso, o trabalho com a malva é caracterizado como sendo de agricultura de subsistência, tornando-a uma complementação para a renda mensal familiar (HOMMA, 1980).

Segundo Homma (1980), na década de 80 era possível perceber a franca ascensão no cultivo de pimenteira do reino e café, sendo estes dois fatores como possíveis explicações para a substituição da cultura da malva em algumas propriedades rurais.

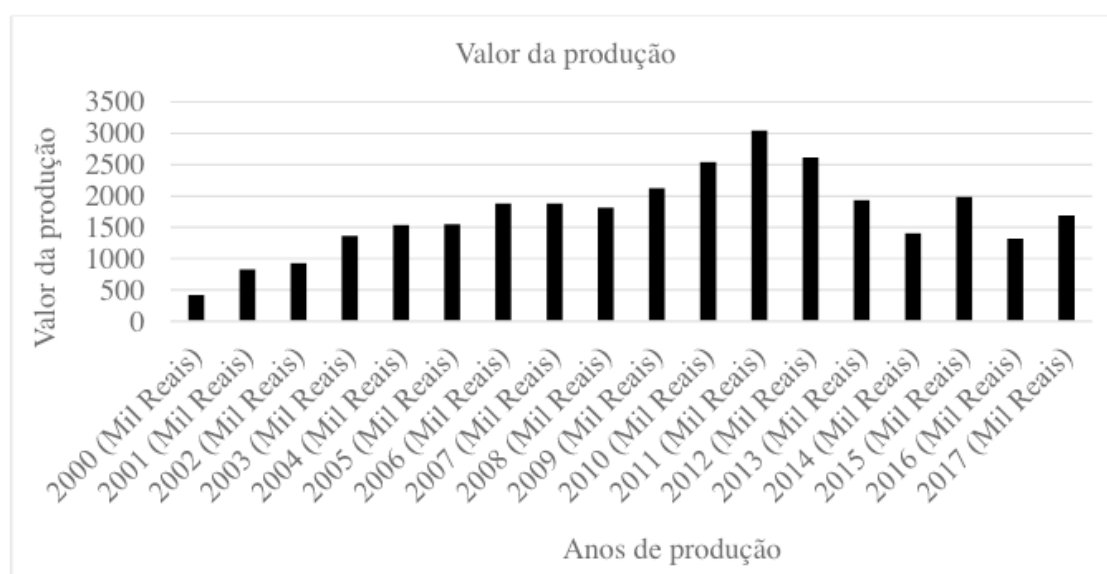


Figura 4- Valor da produção em mil reais de malva fibra no Estado do Pará.

Fonte: SILVA et al., (2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desta forma, as variáveis analisadas demonstram declínio no cultivo de malva no Estado do Pará, processo este evidenciado a partir da década de 90, sendo esse resultado perceptível em grande parte das comunidades rurais do Pará.

Os principais fatores decisórios no processo de diminuição da extração de malva fibra são, a saber: deficiência em técnicas agrônomicas do manejo de colheita e pós colheita, surgimento dos tecidos sintéticos e concorrência internacional, falta de políticas voltadas ao setor e condições insalubres no manejo, conforme evidenciado

na literatura.

O cultivo de malva é uma cultura tradicional dos agricultores familiares da Amazônia, portanto, necessitando de medidas capazes de estimular e proporcionar o crescimento da extração da fibra de malva. Além disso, estudos futuros devem abordar possíveis maneiras de retomar à produção de malva, pois há uma maior procura por fibras naturais que apresentam qualidade superior as fibras derivadas do petróleo.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus universitário de Capanema, por meio do espaço fornecido para a elaboração deste estudo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N. A. S.; SOUZA, W. P. S. F. ; CARVALHO, D. C. Sucumbência da produção de juta no Amazonas e Perpetuação de importações: análise com dados em painel para municípios selecionados. In: **IV Simpósio de Economia Rural**. Fortaleza – Ceará: 2016. P.23.

FRAXE. (Org.). **A Cultura de Juta e malva na Amazônia Ocidental: Sementes de uma nova racionalidade ambiental?** 1ed.São Paulo: Annablume, 2010, v. , p. 71-139.

FRAXE, T. J. P. **Homens Anfíbios: etnografia de um campesinato das águas** _ São Paulo: Annablume, 2000.192 p.

HOMMA, A. K. O. **Estrutura de produção de malva no nordeste paraense**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1980 (Circular Técnica).

HOMMA, A. K. O. **A imigração japonesa na Amazônia; sua contribuição ao desenvolvimento agrícola**. 1. ed. Belém, Pará: Embrapa Amazônia Oriental, FIEPA, 2007. v. 1. 217p.

LEDO, Berlando. **Fibras Vegetais (Juta, malva, rami) e fibras de polipropileno**. Brasília: IPLAN/ IPEA, 1978.

MACIEL, A. C. **Tendências do cultivo da malva (urena lobata L.) por agricultores familiares em Manacapuru- AM**. 2015. 121 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Tropical, área de concentração em produção vegetal) _Programa de pós-graduação em Agronomia Tropical, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

MARGEM, J. I. **Estudos das características Estruturais e propriedades de compósitos poliméricos reforçados com fibras de malva**. 2013. 139 f. Tese (Doutorado em Engenharia de materiais) _ Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2013.

NODA, S. N. **Agricultura Familiar Amazonense: Mobilidade e relações de trabalho na produção de juta e malva**. In: Antonio Carlos Witkoski; Aldenor da S. Ferreira; Alfredo K. O. Homma; Therezinha de J. P.

SILVA, L.G.T; VENTURIERI, A. ; HOMMA, A. K. O. **A dinâmica do agronegócio e seus impactos**

socioambientais na Amazônia brasileira. Novos Cadernos NAEA , v. 11, p. 169-182, 2008.

SOUZA, H.H. **Ambiente e sociedade:** A cadeia produtiva da malva (urena lobata L.) no médio Solimões: uma alternativa sustentável ?.2012. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e sustentabilidade na Amazônia) _ Centro de Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012.

SOUZA, N. C. G. **A Trajetória da Companhia têxtil de Castanhal:** A mais pura fibra Amazônica. 2008. Dissertação (Mestrado em planejamento do Desenvolvimento) _ Núcleo de altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

UTILIZAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS: NA PERCEPÇÃO DE UMA LOCALIDADE NO SUL DO BRASIL

Paulo Barrozo Cassol

Universidade Federal de Santa Maria - Santa
Maria - RS

Maria Teresa Aquino de Campos Velho

Universidade Federal de Santa Maria - Santa
Maria - RS

Alberto Manuel Quintana

Universidade Federal de Santa Maria - Santa
Maria - RS

USE OF MEDICINAL PLANTS: THE PERCEPTION OF A LOCALITY IN SOUTHERN BRAZIL

ABSTRACT: Qualitative research, which aimed to know the perception of the residents of the district of *Santo Antônio*, in the southern region of Brazil, about the use of medicinal plants. For the production of the data was used to interview with 14 residents in the period of October and November 2016, being interpreted by the category analysis of content. The results showed the intense usage of several plants with curative property, not being recognized as medicine oral tradition of that knowledge. It is concluded that the use of plants with healing properties imply an improvement in the quality of life, with low cost, access and autonomy in the choice of your use.

KEYWORDS: Medicinal Plants; Autonomy; Health.

1 | INTRODUÇÃO

A gênese do conhecimento sobre as qualidades terapêuticas das plantas confunde-se com os primórdios da história humana. Esses saberes foram sendo construídos devido às necessidades que surgiam no decorrer das causalidades das suas vivências, e, de forma

RESUMO: Pesquisa qualitativa, que objetivou conhecer a percepção dos moradores da localidade do Distrito de Santo Antônio, na região sul do Brasil, sobre o uso de plantas medicinais. Para a produção dos dados foi utilizada a entrevista com 14 moradores, no período de outubro e novembro de 2016, sendo interpretadas pela análise categorial de conteúdo. Os resultados evidenciaram a intensa utilização do uso de diversas plantas, com propriedade curativa, não sendo reconhecidas como sendo remédio, também a tradição oral desses conhecimentos. Conclui-se que a utilização de plantas com propriedades curativas implica em uma melhora na qualidade de vida, com baixo custo, autonomia no acesso e na escolha do seu uso.

PALAVRAS CHAVE: Plantas Medicinais; Autonomia; Saúde.

empírica, foram sendo somados, acrescidos pelas tentativas e observações. Ao longo dos períodos históricos das civilizações, alguns conhecimentos se perderam e outros foram ampliados, como no Brasil, pela mistura dos hábitos culturais e ritualista entre os indígenas, africanos e europeus (ALMEIDA, 2011). Quando os portugueses desembarcaram nas suas primeiras viagens ao território posteriormente chamado de Brasil, perceberam a diversificada utilização pelos indígenas, no uso da flora para proteção e recuperação da saúde (GASPAR, 2009).

A diversidade cultural humana produziu, ao longo do tempo, diversas formas de conhecimento. Em relação ao conhecimento popular, este não se diferencia do científico pela veracidade ou pelo tipo de objeto apresentado. Por essa linha, a diferença entre os conhecimentos popular e o científico está no método e nos instrumentos utilizado para conhecer ou explicar o objeto de estudo (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Em relação à busca de cura pelas plantas, não se trata de um processo novo, mas uma prática antiga, remontando aos primórdios dos processos medicinais, onde os conhecimentos foram sedimentados por informações acumuladas durante sucessivas gerações no transcorrer dos séculos, sendo a base para o tratamento de diversas doenças. Um estudo conduzido pela Organização mundial de saúde apontou que o Brasil, por possuir uma das maiores diversidades da flora mundial, apresenta elevado potencial no quesito sobre a utilização de plantas medicinais (BRASIL, 2015).

Pelo reconhecimento da relevância dos medicamentos constituídos à base de plantas, a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda não uma atitude de preconceito, mas racional e crítica quanto ao seu uso, sendo as plantas um meio importante para a busca de qualidade de vida, onde em torno de 80% da população mundial supre suas necessidades primárias em saúde por meio da flora (ALMEIDA, 2011). Em simetria com a OMS, o Brasil passou a articular políticas públicas em relação às plantas com propriedades curativas, incluindo nesse processo a valorização do saber popular, também o repensar os processos de saúde devido aos elevados custos do modelo convencional curativista e às desigualdades sociais. A utilização da flora se apresenta como uma alternativa para as pessoas que não possuem o acesso aos medicamentos convencionais, no entanto, critérios devem ser observados, a fim de que seu uso ocorra com segurança.

A partir da segunda metade da década de noventa do século passado, as políticas relacionadas às questões da saúde no Brasil passaram a apresentar uma importante mudança, onde a concentração dos esforços e serviços buscava substituir o modelo hospitalocêntrico de alto custo e curativista, para outro modelo preventivo e com a participação da comunidade (BRASIL, 2005).

Diante da realidade de alto custo dos tratamentos em saúde, o ocidente vivencia uma crise na saúde, que envolve as relações entre sociedade e biomedicina, onde as questões de saúde são associadas às políticas públicas, infraestrutura,

saneamento básico, educação. Por esse viés, os modelos de recuperação da saúde são repensados, visando o baixo custo, que possibilitam a promoção e a recuperação da saúde. Diante dessa realidade, diversos segmentos da sociedade buscam a superação do paradigma terapêutico vigente, por outro modelo pluralista, de valorização cultural e menos custoso, diante das crescentes desigualdades sociais (LUZ, 2008).

Nesta perspectiva pluralista emerge a revalorização relacionada à fitoterapia e o uso de chás e vegetais, os quais possuem como característica a utilização de diferentes plantas com propriedades terapêuticas. Sua utilização pode ser de forma simplificada como as partes de uma planta em forma de chá, até uso de processos mais elaborados, com diversos protocolos como os utilizados no preparo de medicamentos fitoterápicos (BRASIL, 2015).

Diante do contexto tecnológico em saúde, do elevado custo financeiro que o acompanham e das dificuldades ao acesso devido às desigualdades sociais, torna-se uma tarefa importante buscar outras vias, outras formas, na busca da qualidade de vida. Diante da relevância dessa temática, justifica-se o presente estudo sobre o uso de plantas com a finalidade tanto curativa como para amenizar desconfortos. Sendo assim, tendo o objetivo de conhecer a percepção dos moradores da localidade de Santo Antônio, distrito do município de Santa Maria, sobre o uso de plantas medicinais.

2 | MATERIAL E MÉTODO

Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa exploratória e descritiva, este estudo (recorte) da Dissertação de Mestrado originada da Dissertação de Mestrado denominada: “Saúde interface meio ambiente na localidade de Santo Antônio – Santa Maria - RS”, do Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), apresentado em 2017 (CASSOL, 2017). O cenário do estudo ocorreu em uma localidade denominada Distrito de Santo Antônio.

O Distrito de Santo Antônio, o qual tem como sede o município de Santa Maria, RS, Brasil, teve sua origem recente, sendo criado em 28 de dezembro de 2001, por meio da Lei Municipal 4.498. Possui uma área de 51,70 Km e contava com uma população de 807 habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010).

A cobertura vegetal do distrito é dividida em duas partes, com uma área coberta por campos e outra área com vegetação subtropical. Em relação ao relevo, destaca-se o morro de Santo Antônio, onde ocorrem os eventos festivos no mês de janeiro. O outro morro é o das antenas, possuindo torres de televisão, rádio e telefonias. Em relação à economia, esta se caracteriza por pequenas propriedades com atividades de policultura, com destaque para o leite e hortigranjeiros. Suas estradas não são pavimentadas, fator que gera certo grau de dificuldades para o desenvolvimento

e economia da região (VIERO, 2003). Outros elementos relacionados a diversas áreas se destacam pela importância no Distrito de Santo Antônio, como a Escola de ensino fundamental Intendente Manoel Ribas; a ligação intermunicipal, Santa Maria a São Martinho da Serra, que ocorre por meio da Rodovia Estadual, a RS 516, a qual passa pelo Distrito, e que embora seja uma importante rodovia que interliga os dois municípios, não é pavimentada. Quanto à saúde assistencial, esta tem como principal representação a Unidade Básica de Saúde Santa Antônio. A economia local se apresenta marcadamente por pequenas propriedades, cultivos e a produção leiteira em pequena escala (CASSOL, 2017).

Em relação aos sujeitos do estudo: o convite à participação na pesquisa foi realizado por meio de contato pessoal com os moradores do Distrito de Santo Antônio, e as escolhas dos entrevistados ocorreram de forma aleatória e não fixas a um ponto geográfico da região, contemplando dessa maneira moradores de diferentes locais do distrito. Como critérios de inclusão, foram considerados: ser residente desta comunidade. Como critérios de exclusão: os moradores menores de dezoito anos. Assim, os sujeitos participantes na pesquisa foram 14 residentes desta localidade, sendo 04 do sexo masculino e 10 do sexo feminino; e a faixa etária da grande maioria acima dos trinta anos, sendo 04 aposentados e o restante de diversas profissões. Em relação às práticas agrícolas, 10 dos entrevistados produzem para o consumo próprio e 03 para o consumo próprio e também para a comercialização.

A coleta de dados foi realizada nos meses de outubro e novembro de 2016. Para manter o anonimato dos participantes foi adotado um sistema de códigos para identificá-los, sendo empregada a letra “P” como letra inicial de participante, seguida de um número (P1, P2, P3...). Para a coleta de dados, utilizou-se a entrevista semidirigida (TURATO, 2011). Iniciou-se a mesma com a seguinte pergunta: **como você vê o meio ambiente, o lugar onde você vive, e como ele pode agir na sua saúde?** Para tal, o entrevistador fez uso dos seguintes eixos norteadores: **ambiente rural, saúde, trabalho, meio ambiente, cotidiano.**

As respostas foram abertas, permitido assim que o entrevistado falasse livremente, sem delimitações de respostas preestabelecidas pelo entrevistador. As entrevistas foram realizadas individualmente e gravadas em equipamento digital. Os depoimentos foram transcritos e as informações foram organizadas e submetidas à análise categorial de conteúdo proposta por Turato (2011) para a interpretação dos dados. Segundo o referido autor, a análise categorial de conteúdo acontece pela explicitação do sentido, o seu significado, contido num documento, numa entrevista, levando-se em conta a frequência da repetição dos termos.

Para delimitação do número de participantes foi adotado também o critério de repetição de informações, ou seja, as entrevistas foram encerradas no momento em que foram percebidas repetições no conteúdo das entrevistas, entendendo que novos depoimentos não trariam acréscimos significativos aos objetivos propostos da pesquisa (TURATO, 2011).

Conforme as orientações apresentadas por Turato (2011) foram realizada a leitura inicial do material coletado, na qual as entrevistas foram transcritas para arquivos no computador, constituindo dessa forma o *corpus* da pesquisa. Após, iniciou-se a pré-análise por meio das leituras flutuantes, as quais buscam o não dito entre as palavras. Após várias leituras e releituras, ocorreu, então, a impregnação dos dados. Então, iniciou-se a categorização, por meio de destacamentos dos assuntos, por relevância, ou repetição e eventuais reagrupamentos, transformando, assim, os dados brutos em dados organizados.

Foram atendidos os aspectos éticos da pesquisa com seres humanos conforme a Resolução N° 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. O protocolo do Projeto de Pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sob Parecer CAAE N° 60156916.4.0000.5346.

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

A partir da análise do conteúdo das entrevistas, elegeu-se para este artigo a seguinte categoria temática: Saúde pública e o uso de plantas medicinais: uma aproximação possível. A qual passa a ser apresentada a seguir, juntamente com a discussão inerente às evidências a partir dos depoimentos dos participantes do estudo.

3.1 Saúde pública e o uso de plantas medicinais: uma aproximação possível

Em relação ao contexto histórico, a partir da década de noventa do século passado, as políticas relacionadas às questões da saúde no Brasil passaram a questionar o modelo hospitalocêntrico de alto custo. Passou-se a buscar alternativas, ao longo da sua trajetória, e o Ministério da Saúde elaborou diversos programas de atenção básica à saúde, destacando-se em 1994 o Programa da Saúde da Família (PSF), objetivando a atenção integral à saúde das famílias; posteriormente substituído pela Estratégia Saúde da Família (ESF), baseado nos princípios do Sistema Único de Saúde (SUS) como a universalização, descentralização, integralidade e participação da comunidade (BRASIL, 2005).

Em relação ao município de Santa Maria, este é integrante da 4ª Coordenadoria Regional de Saúde, sendo a referência para a assistência à saúde de média e alta complexidade. Quanto às Unidades de Atenção básica a saúde, o município possui Estratégias Saúde da Família, Unidades Básicas de Saúde, entre outros serviços, tanto no município-sede como nos distritos (PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA, 2014).

Na região do presente estudo, há uma Unidade básica de saúde (UBS), denominada UBS Santo Antônio, a qual tem o reconhecimento local conforme é

expressado a seguir:

Hoje a gente tem aí um PSF, que a grande maioria se beneficia, por que não precisa, como antes se formavam filas grande aí. Eu mesmo para minha mãe quantas vezes tinha que madrugar para tirar uma ficha na cidade e hoje tem o PSF aí. (P1)

Agora tem o posto, outra coisa que melhorou, quando a gente precisa, recorre e ali tem os profissionais para atender o pessoal bem. Eu ainda não me consultei ainda com o novo médico, mas eu já ouvi falar bem. Então isso é ponto positivo, a saúde pública. O que puder ser melhorado para nós sempre vai ser bom, para nós para a população, os serviços básicos. (P12)

O posto médico, o posto médico é bom para a população, melhor que esses da cidade, que tu tem que fica lá quatro ou cinco horas esperando, têm atendimento rápido, talvez não tenha muitos médicos, só tem o clínico geral, mas quebra o galho na primeira estância. (P2)

No postinho, faltaria aqui assim um médico fixo, a agilidade nos encaminhamentos, não através deles porque eles até se interessam isso aí a gente não pode negar. O problema está na secretaria lá no centro. Eles fazem todos os encaminhamentos ali, são muitos atenciosos mesmo. Acho que todas as equipes que tiveram ali desde o começo assim de trabalhar com famílias, todos atenciosos mesmo. (P5)

A Unidade Básica de Saúde Santo Antônio, comumente denominada de PSF ou postinho, se deve à construção histórica da saúde pública que, ao longo do tempo, vai recebendo novas denominações, mas historicamente as primeiras denominações ainda são o referencial para a população em geral. Esta Unidade de Saúde é reconhecida e valorizada pela comunidade pelo atendimento rápido e pelo esforço da equipe, em atender a demanda relacionada ao atendimento básico em saúde, embora alguns serviços não sejam contemplados devido a sua especificidade.

Nessa esteira, a Política Nacional de Atenção Básica (PNAB) é resultante do desenvolvimento e da consolidação do Sistema Único de Saúde (SUS), envolvendo as três esferas de governo, a federal, a estadual e a municipal. Suas ações são desenvolvidas com elevado grau de descentralização e em locais próximos de onde as pessoas residem, sendo a principal porta de entrada para a Rede de Atenção à Saúde. Norteada pelos princípios da universalidade, da acessibilidade, do vínculo, da integralidade, da equidade e da participação social, entre outros. Objetivando o acesso à atenção à saúde de qualidade para a população por meio de um modelo de saúde pública, universal, integral e gratuita (BRASIL, 2012). Embora o sistema seja norteado pela integralidade no acesso à saúde e a unidade básica com o sendo a porta de entrada, os depoimentos apontam a uma fragmentação no acesso à rede de atendimento:

Agora está bom, tem o postinho, podia ser bem melhor, sempre falta um pouco. Tem o clínico geral, que é muito bom o atendimento, tem quase todas as medicações que precisa tem ali, tem o exame, toda a segunda feira, pede exame de sangue, ou alguma coisa, vem o laboratório nas segundas feiras, vem tira o sangue e depois manda os exames prontos. E daí é só consultar de novo, e ir direto com o médico fazer a avaliação e ver o que necessita, e RX e tudo que

precisa dali, no caso da pessoa eles ó pegam o nome da pessoa e vem tudo direto pro posto. É bem bom, mas só que é clínico geral, não teria um pediatra, um ginecologista, outras, no caso outros especialistas. Mas eles fazem no caso toda essa parte de pediatria, seria só com o clínico geral. É bom, mas quem atende é um clínico geral, geral mesmo ele faz toda a parte, do atendimento. (P3)

Aqui nos temos o posto ali, o posto de saúde. Muito bom médico, enfermagem também, só que nos temos carência de medicamento, e de especialista também, agora meu [parente] precisa dum traumatologista .(P13)

Eu vejo na saúde na parte assistencial, programa saúde da família, a única coisa que nos falta é a especialização, aí todo o preventivo que fez e tal, precisa de um exame mais complexo, aí você tem a demora pra ser atendido, às vezes nem é atendido, às vezes por necessidade você tem que fazer por conta própria. (P14)

Eu acho que dá para dizer duas coisas, tem a negativa que poderia melhorar é que as pessoas tivessem acesso a um especialista de saúde, quando depende de um médico especialista é difícil para as pessoas, quantas pessoas conhecidas da gente aí que morreram esperando por uma cirurgia, ou mesmo um diagnóstico médico para diagnosticar a doença, até então está generalizado. Não faz muito tempo que nos perdemos uma vizinha aí, por conta de um câncer no seio, porque levou dois anos, aquele tramite, do INSS e a pessoa esperando, quando foi fazer a cirurgia já foi tarde demais , tirou um seio, já tava passando para o outro, tirou o outro, ficou mutilada a pobre da mulher, causou o óbito. Às vezes gente encontra alguma dificuldade, principalmente quando precisa de um especialista. (P1)

Os depoimentos apontam a importância da Unidade Básica de Saúde, no entanto, ocorre a falta de atendimento especializado, evidenciando a realidade da saúde em oposição aos direitos ao acesso estabelecido pelo SUS e pela constituição brasileira. Nesse sentido, percebe-se a assimetria entre os princípios da universalidade e da integralidade preconizadas pelo SUS e a realidade da população, devido à falta de acesso ao tratamento especializado.

Diante de um modelo de saúde pública preconizado, assimétrico em vários casos em relação às condições sociais da população, se a Unidade Básica é considerada a porta para entrada ao sistema de saúde, o caminho pelo corredor é extremamente longo para que o indivíduo que depende unicamente do SUS possa chegar à próxima porta do atendimento especializado. Sendo necessário, em alguns casos de urgência, que ele utilize os seus recursos financeiros, em oposição à gratuidade do modelo de saúde pública, a fim de evitar maiores prejuízos a sua saúde, o que evidencia a situação social da região.

Diante das dificuldades para o acesso ao atendimento em saúde, diversos segmentos da sociedade buscam o enfrentamento por meio de outras formas pluralistas, de valorização cultural e menos custoso, diante das crescentes desigualdades sociais (LUZ, 2008). Nessa linha pluralista, emerge a revalorização do uso de chás e vegetais com propriedades medicinais (BRASIL, 2015).

A partir da proclamação da conferência de Alma-Ata, em 1978, a Organização mundial de saúde vem se manifestando sobre a importância da valorização do uso de plantas medicinais, sendo que, em torno de 80% da população mundial, faz algum

tipo de uso de plantas em relação à Atenção Primária à Saúde, quanto flora 67% das espécies estão localizadas em países em desenvolvimento. Quanto ao Brasil, este possui elevado potencial no quesito do fitoterápico, por possuir uma das maiores diversidades da flora mundial, além disso, possui uma ampla sociodiversidade quanto ao uso de plantas medicinais, construído pelo conhecimento tradicional, em que também estão incluído aportes com estudos e tecnologia que contribuem para validar esse conhecimento sobre as plantas medicinais (BRASIL, 2015).

Plantas com fins medicinais são amplamente utilizadas no Brasil. Desde o uso doméstico ao das indústrias farmacêuticas, um dos elementos que contribuíram para essa prática foram os contatos entre as diferentes culturas das populações indígenas, dos negros africanos e dos europeus. Essa mistura cultural de saberes, associada à diversidade da flora, produziu um amplo conhecimento da utilização de plantas relacionadas às questões de saúde (BRANDÃO, 1997). Nesta esteira do saber popular e na busca de uma melhor qualidade de vida, a região do Distrito de Santo Antônio apresenta a seguinte perspectiva relacionada às plantas medicinais:

Eu gosto muito, particularmente eu cresci tomando chá, meu pai sempre fez chá para nós, a minha filha toma chá então eu acho assim. Claro que a gente passa a orientação que a pessoa precisa tomar o medicamento, claro que ela tem que tomar o medicamento. Ela diz há vou tomar um chazinho que é bom para, não vou dizer não toma o chá, mas a gente fala para não deixar de tomar a medicação, então até porque se dizer não toma o chá, não vai deixar tu entrar, é o costume aqui, a maioria. (P9)

Eu gosto, até o meu marido tinha colesterol alto, uso o chá da guavirova. Eu gosto do chazinho, poejo, pra gripe, marcela, a gente colhe aqui da nossa propriedade. O chá eu gosto de tomar e faz muito bem. (P13)

Eu tenho varias plantas, eu trabalho com um pouco a [fulana] trabalha com outro pouco, a gente faz pomada que se chama pomada milagrosa a que vai a terramicina, a penicilina, a calêndula, a maria mole. (P10)

Eu gosto muito de chazinho, mas sem açúcar e tudo, eu uso, aqueço água até ferver ai eu largo ele ali e abafo. Hortelã, manjerona, eu sou muito de chá, mas o chá tem que fazer na hora e tomar. E não é todos os dias o chá tem aquilo, uso um copo alçado e não de alumínio, tomo cuidado para não usar o plástico, eu gosto muito. (P11)

O estudo evidencia a forte valoração quanto ao uso de plantas com propriedades terapêuticas na região, assim como a diversidade de ervas, raízes, cascas e folhas utilizados, bem como as variadas formas de preparo e consumo (chás, óleos e extratos diversos), construídas a partir do saber popular. Além de ser apreciado, é uma forma de cuidado em saúde, com baixo custo, onde a maioria da flora é própria da região. O uso de plantas medicinais também proporciona autonomia aos indivíduos, tanto no sentido de facilidade do acesso como também na escolha do seu uso, na busca de uma melhor qualidade de vida. Os saberes relacionados a determinadas plantas com propriedades curativas também se refletem na preservação ambiental, na medida em que esta ganha um novo *status*, uma maior valoração em razão das

suas qualidades consideradas benéficas.

Embora o Brasil possua a mais rica biodiversidade em relação aos outros países, os biomas brasileiros sofrem ameaças destrutivas diante de pressões econômicas e sociais. Em oposição a isso, o conhecimento dos benefícios à saúde por meio da utilização das plantas e também a universalização do seu acesso se constitui em um meio de preservação da natureza, desde que seu uso seja de forma racional e não predatório (VILLAS BÔAS; GADELH, 2007).

No sentido de estabelecer políticas que busquem a integralidade na atenção à saúde pelo SUS, o Ministério da Saúde elaborou a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC), onde está incluída a fitoterapia. A sua importância envolve diversas dimensões técnicas, econômicas, sociais e culturais (BRASIL, 2015).

Esse reconhecimento, por meio de políticas como a de Práticas Integrativas e Complementares em saúde, é de grande relevância, a fim de desmistificar o seu uso, e disponibilizar um modelo de saúde pluralista que valorize o saber local. Nesta linha do saber popular e na busca de melhores condições de saúde, a localidade Distrito de Santo Antônio apresenta uma grande simbologia relacionada às plantas com propriedades curativas:

Há pra mim eles vem antes do que o remédio, a [fulana] desde que nasceu eu sempre dei um chazinho pra ela. Sou muito a favor do chá, para todos os males que a pessoa tem. O chá pra mim é muito importante. Ele acompanha o remédio, como vou te dizer assim, claro que o remédio do doutor é estudo é comprovado cientificamente, mas o chá é muito importante. (P12)

Eu sinceramente, a gente vê uma plantação de erva, eu costumo usar, eu para mim é primeira coisa a ser feita, eu sou anti tomar remédio. O remédio para mim é quando não estou bem, aí eu vou tomar. Começo no chá, só que a questão da erva é o seguinte, a pessoa tem, tudo que tem é na sua casa, é um chá ali de marcela, mas tem ervas aqui, muitas. Atrás alí tem penicilina plantada, é de funcho, isso é bom, a babosa. Esses dias eu estava tomando transagem. (P14)

Eu mesmo uso muito chá, eu não sou muito de tomar remédio, a vó é minha salvação, eu sou muito de tomar muito chá. Eu não tomo remédio, eu para tomar remédio pra dor só se tiver morrendo, porque eu não gosto de remédio. Porque geralmente venho aqui na vó, por que é a mais velha ela sabe muito. Esses dias eu estava com uma dor na bexiga e disse vó o que que é bom, ela disse toma isso, isso e aquilo, fiz isso e tomei. Sou muito de chá caseiro. (P4)

O estudo aponta o forte costume na região do uso do chá e de diversas plantas com a finalidade curativa. Também se evidencia a tradição oral desses conhecimentos, sendo várias vezes atribuído aos mais velhos os detentores desses saberes, os quais estão em simetria com a natureza. Além disso, destaca-se a intensa simbologia quanto ao uso de ervas e plantas que, embora utilizadas de forma curativa, não são reconhecidas como remédio.

No cotidiano, ainda que informalmente se utilize o termo remédio como sinônimo de medicamento, estes não são iguais. Os medicamentos são substâncias ou

preparações que pode ser elaborada em farmácias (manipulados) ou nas indústrias de medicamentos, e ambos seguem determinações específicas do Ministério da Saúde quanto à segurança, eficácia e qualidade. Quanto ao termo remédio, são os recursos ou meios utilizados para curar, aliviar sintomas e desconforto. Embora todo medicamento seja considerado remédio, nem todo remédio é considerado medicamento. Portanto, quanto aos chás ou diversos preparados caseiros que se utilizam de plantas medicinais estes são remédios, não sendo considerados medicamentos, por não seguirem as regulamentações do Ministério da Saúde (ANVISA, 2010).

A riqueza da biodiversidade da flora brasileira, associada à diversidade cultural dos indígenas, negros e europeus, produziu um vasto conhecimento sobre o uso de plantas medicinais. No entanto, são importantes estudos no reconhecimento das espécies, suas propriedades, formas de coleta, armazenamento, preparo e utilização; a fim de proporcionar a segurança na sua utilização (BRANDÃO, 1997). Nesse sentido, a valoração do saber popular, acumulado por gerações, relacionado ao uso de plantas medicinais, implica em uma melhor qualificação do autocuidado, proporcionando uma melhor qualidade de vida nas localidades rurais.

A Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares, a qual busca uma visão pluralista quanto aos cuidados em saúde, entre elas os fitoterápicos, tem como ação a prevenção de doenças, na promoção, manutenção e também na recuperação da saúde. Este modelo pauta-se na humanização, tendo como foco a integralidade do indivíduo, em 2001 o Ministério da Saúde realizou um importante fórum para discussões e planejamentos de uma Política Nacional de Plantas Medicinais e Medicamentos Fitoterápicos, sendo que, em 2003, ocorreu o Seminário Nacional de Plantas Medicinais, Fitoterápicos e Assistência Farmacêutica. Esses encontros foram relevantes para a formulação da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicas (BRASIL, 2015). A partir da Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares e da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicas, passos importantes se iniciaram, no sentido da valoração do uso de plantas com propriedades medicinais.

Diante do rico cenário da biodiversidade brasileira, o uso racional da flora oportuniza a pesquisa e o desenvolvimento de diversos medicamentos, entre eles, os fitoterápicos, o que pode contribuir para o avanço na competitividade do mercado nacional em relação ao mercado internacional no segmento farmacológico, também no sentido de possibilitar o seu acesso e, assim, os benefícios à saúde da população. Na construção do conhecimento fitoterápico, destaca-se a importância do conhecimento científico se somar à cultura e ao uso popular das plantas, o que contribui para evidenciar as propriedades farmacológicas das plantas, a fim de proporcionar uma maior efetividade de suas propriedades e segurança no seu uso (VILLAS BÔAS; GADELH, 2007).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo aponta o intenso costume na região do uso do chá e de diversas plantas com a finalidade curativa, evidenciando-se a tradição oral desses conhecimentos, várias vezes atribuída aos mais velhos, detentores desses saberes. Além disso, destaca-se a intensa simbologia quanto ao uso de ervas e plantas que embora sejam utilizadas de forma curativa não são reconhecidos como remédio, essa construção cultural pode ser devida à consideração do remédio como um produto industrializado, e o uso de ervas uma forma de preparo caseiro. Contudo, em simetria com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, em relação aos diversos preparados caseiros que se utilizam de plantas medicinais, estes são considerados remédios, por serem recursos com a finalidade curativa ou de mitigação do desconforto.

A riqueza da biodiversidade da flora brasileira, associada à valoração do saber popular, acumulado por gerações, relacionado ao uso de plantas medicinais, implica em uma melhor qualificação do autocuidado, proporcionando uma melhor qualidade de vida, tanto em realidades do campo como do meio urbano. Nesse sentido, a Unidade Básica de Saúde na região do estudo pode ser um dos meios de promover a construção de estudos sobre o uso de plantas medicinais. Associado à qualidade de vida, o uso de plantas medicinais, por sua valoração social, pode contribuir para a adesão e autonomia desse uso, ressaltando-se a importância de estudos quanto às formas de colher, armazenar e usá-las, de forma a proporcionar a segurança na sua utilização, potencializando o seu efeito benéfico, o que qualifica o autocuidado. Também é importante a geração de espaços, como as hortas ou hortos, com plantas de propriedades terapêuticas. Juntamente com o intercâmbio de conhecimentos, a troca de experiências, entre os mais velhos, os jovens e os profissionais de saúde, e com as políticas públicas sobre as plantas medicinais, no sentido de preservar o saber popular e agregar novos conhecimento, valorizando assim os saberes construídos por gerações. Também disponibilizando para a localidade o acesso a uma maior diversidade de espécies de plantas, dessa forma, uma maior autonomia, com baixo custo, para a saúde da população.

Em áreas de rurais, como a do Distrito de Santo Antônio, a qual possui considerável conhecimento sobre o uso de plantas para tratar os agravos à saúde, sendo também o costume local de apreciar essa modalidade na busca de qualidade de vida, está em simetria com as políticas de Práticas Integrativas e Complementares e Política Nacional de Plantas Medicinais, apontando assim as possibilidades da aproximação entre a saúde pública e o uso de plantas medicinais.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Vigilância sanitária. ANVISA. **O que devemos saber sobre medicamentos**. Brasília, 2010.

ALMEIDA, M. Z. **Plantas medicinais**. 3. ed. EDUFBA. Salvador, 2011.

BRANDÃO, M.G.L. **Quem sabe faz**. Pro reitoria de extensão. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Saúde da Família: avaliação da implementação em dez grandes centros urbanos: síntese dos principais resultados**. Saúde, 2. ed. atual. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Departamento de Atenção Básica. Política Nacional de Atenção Básica**. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução 466/ 2012. **Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos**. Brasília, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Política nacional de práticas integrativas e complementares no SUS: atitude de ampliação de acesso**. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

CASSOL, Paulo B. **Saúde interface meio ambiente na localidade de Santo Antônio – Santa Maria – RS**. Brasil, 2017. 87 f. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

GASPAR, L. *Plantas medicinais*. **Pesquisa Escolar Online**, Fundação Joaquim Nabuco, Recife, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Cidades**. 2010.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas 2003.

LUZ, M.T. As novas formas de saúde: práticas, representações e valores culturais na sociedade contemporânea. **Rev. Bras. Saude Família**, v.9, p.8-19, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. **Secretaria do Município da Saúde de Santa Maria**. Núcleo de Atenção Básica. Santa Maria, RS, 2014.

TURATO, E. R. **Tratado da metodologia da pesquisa clínico-qualitativa**: construção teórico-epistemológica, discussão comparada e aplicação nas áreas da saúde e humanas. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

VIERO, L. M. D. 2003. **Atlas Escolar Municipal**: evolução Política administrativa de Santa Maria, RS. Santa Maria, RS: Diário de Santa Maria, 2006.

VILLAS BÔAS, G.K.; GADELH, C.A.G. Oportunidades na indústria de medicamentos e a lógica do desenvolvimento local baseado nos biomas brasileiros: bases para a discussão de uma política nacional. *Cad. Saúde Pública* vol.23 no.6 Rio de Janeiro, 2007.

ABORDAGENS DE BIOINFORMÁTICA PARA VACINAS CONTRA O VÍRUS DA FEBRE AFTOSA NA AMÉRICA DO SUL

Mateus Gandra Campos

Universidade Federal de Viçosa, Departamento
de Bioquímica e Biologia Molecular
Viçosa – Minas Gerais

Giuliana Loreto Saraiva

Universidade Federal de Viçosa, Departamento
de Veterinária
Viçosa – Minas Gerais

Pedro Marcus Pereira Vidigal

Universidade Federal de Viçosa, Centro de
Ciências Biológicas e da Saúde, Núcleo de
Análise de Biomoléculas (NuBioMol)
Viçosa – Minas Gerais

Abelardo Silva Júnior,

Universidade Federal de Viçosa, Núcleo de
Biomoléculas
Viçosa – Minas Gerais

Márcia Rogéria de Almeida

Universidade Federal de Viçosa, Departamento
de Bioquímica e Biologia Molecular
Viçosa – Minas Gerais

RESUMO: A Febre Aftosa é uma doença economicamente devastadora e altamente contagiosa que afeta os animais com cascos fendidos. Essa doença é causada por um vírus de RNA de fita simples de sentido positivo e que pertence ao gênero *Aphthovirus* da família *Picornaviridae*. O vírus da Febre Aftosa é antigenicamente variável e consiste em sete

sorotipos sem imunidade cruzada entre si (A, O, C, Asia 1, SAT-1, SAT-2 e SAT-3) com muitas variedades dentro de cada sorotipo. Sua partícula viral tem formato icosaédrico e o genoma viral é composto por uma única fase aberta de leitura, organizada em duas regiões: proteínas estruturais (PEs) e proteínas não estruturais (PNEs). Devido à grande variedade de sorotipos, os estudos filogeográficos são imprescindíveis para uma melhor compreensão da movimentação e evolução das cepas virais frente as estratégias vigentes para combate da doença. Apesar de diversos estudos com essa abordagem já terem sido realizados, pouco ainda se sabe sobre os sorotipos com histórico de circulação no Brasil. Esse trabalho teve como proposta analisar espaço-temporalmente o genoma dos três sorotipos já reportados no Brasil: A24 Cruzeiro, C3 Indaial e O1 Campos. Os resultados seguem em acordo com a literatura ao demonstrar um desaparecimento do sorotipo “C” e uma regionalização do sorotipo “A”. Na América do Sul, esses dois sorotipos estão ligados muito provavelmente a um escape vacinal. No Brasil, o sorotipo “O” manteve-se conservado em relação ao seu ancestral europeu e, possivelmente, sua entrada no país foi como consequência do melhoramento genético do gado de corte.

PALAVRAS-CHAVE: Filogeografia, FMDV, sorotipo A, sorotipo O

ABSTRACT: Foot-and-mouth disease is an economically devastating and highly contagious disease that affects cloven-hoofed animals. This disease is caused by a positive-sense single-stranded RNA virus, which belongs to the *Aphthovirus* genus of the family *Picornaviridae*. The Foot-and-Mouth Disease virus is antigenically variable, reflected in seven serotypes without cross-reactivity (A, O, C, Asia 1, SAT-1, SAT-2 and SAT-3) and many variants within each serotype. The viral particle shape is icosahedral, and the viral genome is composed of a single open reading frame, organised in two principal regions: the structural proteins (SPs) and non-structural proteins (NSPs). The SPs are the proteins that will form the entire capsid shell structure. The NSPs are proteins that act on viral protein cleavage and other steps during viral replication and infection spread. Due to the great variety of serotypes, phylogeographic studies are essential for a better understanding of the viral strains movement and evolution facing the current strategies for disease prevention. Although several studies with this approach have already been released, little is known about the serotypes which were previously reported in Brazil. In this research, we propose the Spatio-temporal analysis of the three serotypes already reported in Brazil A24 Cruzeiro, C3 Indaial and O1 Campos. The results agree with the literature demonstrating serotype C seems to have all but disappeared and the serotype A regionalisation. In South America, these two serotypes are most likely linked to a vaccine escape. The serotype O remained conserved regarding its European ancestor and, possibly, the livestock genetic improvement was the reason for the virus entry.

KEYWORDS: Philogeography, FMDV, serotype A, serotype O

1 | INTRODUÇÃO

1.1 A Febre Aftosa e os programas de vacinação brasileiros

Febre Aftosa (do inglês *Foot-and-Mouth disease* – FMD) é uma doença viral que acomete animais de casco fendido e é responsável por grandes perdas financeiras, seja pela patologia causada, seja pelos embargos comerciais que um surto pode acarretar a um determinado país. (FAO, 2017).

O vírus da Febre Aftosa (FMDV) pertence ao gênero *Aphthovirus* e à família *Picornaviridae* e consiste em sete sorotipos denominados “O”, “A”, “C”, “SAT1”, “SAT2”, “SAT3” e “Asia1”. Seu genoma é composto por uma única fase aberta de leitura (ORF) composta por uma fita simples de RNA de polaridade positiva, com aproximadamente 8.500 nucleotídeos, e é organizado em duas regiões denominadas Proteínas Estruturais (PEs), divididas em VP1, VP2, VP3 e VP4, e Proteínas Não Estruturais (PNEs), divididas em L^{pro}, 2A,2B, 2C, 3A, 3B, 3C e 3D. Os sorotipos “O” e “A” são os mais comuns no mundo e não há imunidade cruzada entre os sete

sorotipos (YANG *et al.*, 2014).

A Febre Aftosa se disseminou por diversos países da América do Sul na década de 1920. A primeira iniciativa de controle da doença foi a criação do Centro Pan-Americano de Febre Aftosa (PANAFTOSA) na década de 1950. Essa organização tem como objetivo coordenar as ações de controle, diagnóstico e prevenção do FMD na América do Sul (NARANJO e COSIVI, 2013). A atuação da PANAFTOSA, aliada à realização de intensos programas de controle da doença levaram a uma grande redução no número de focos e alguns países receberam o reconhecimento de área livre de Febre Aftosa, como Chile (1988), Uruguai (1994), Argentina e Uruguai (1997) (NARANJO e COSIVI, 2013). As últimas notificações de focos registradas na Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) foram feitas no Paraguai (2011/sorotipo O), Venezuela (2011/sorotipo O e 2013/sorotipo A) e Colômbia (2017/sorotipo O) (FAO, 2017).

O atual reconhecimento pela OIE dos países vizinhos ao Brasil é: **não reconhecida**: Venezuela; **suspensão do status de FMD livre**: Colômbia; **livre com vacinação**: Argentina, Bolívia, Paraguai, Uruguai; **livre sem vacinação**: Guiana, Guiana Francesa, Peru Suriname; (OIE, 2019).

O efetivo combate a FMD no Brasil teve início na década de 1950 com a criação do PANAFTOSA. Nessa mesma época, iniciou-se a produção nacional, da vacina trivalente contra a doença (cepas O1 Campos, A24 Cruzeiro e C3 Indaial). Na década de 1960, o governo nacional iniciou a campanha de combate à doença. Na década de 1970 houve uma expansão do diálogo entre os países do Cone Sul em direção à erradicação da FMD (Comissão Sul-Americana para Erradicação da Febre Aftosa – COSALFA) (COSALFA, 2014).

A situação observada no Brasil no ano de 2019 é de 100% território nacional reconhecido como zona livre de FMD. Desde 2007 o estado de Santa Catarina é reconhecido como zona livre sem vacinação. Os demais estados são reconhecidos como zonas livres com vacinação (OIE, 2019). A última notificação de FMD no país ocorreu em 2006 (sorotipo O) nos estados do Mato Grosso do Sul e Paraná (CLAVIJO *et al.*, 2017)

O atual plano de vacinação vigente no Brasil é o trivalente, que protege o rebanho contra os sorotipos “A”, “C” e “O”. Nos últimos anos, mudanças provenientes de negociações comerciais têm direcionado alteração no modelo de vacinação que passará a ser bivalente, contendo apenas os sorotipos A e O e redução de 5 para 2mL. Devido ao extenso período sem indício de circulação do sorotipo C na América do Sul esse sorotipo deverá ser retirado do regime de vacinação. Essas mudanças fazem parte do plano de ação para retirada gradual da vacinação dos estados brasileiros até 2021, quando o país deverá ser reconhecido em toda sua extensão como zona livre de FMD sem vacinação (COMPRERURAL, 2019), o que aumenta a credibilidade do país como exportador de carne (CNABRASIL, 2019; MAPA, 2019)

1.2 Filogeografia molecular aplicada no estudo de doenças

Na filogeografia molecular, o material genético do organismo patogênico de interesse é analisado em um contexto espaço/temporal, podendo esses dados serem cruzados com diferentes fontes de informação, como relatórios comerciais de produtos de origem animal. Os estudos filogeográficos se baseiam nas técnicas computacionais da bioinformática, incluindo o alinhamento de sequências visando identificar variantes genéticas patogênicas (MILLER e KUMAR, 2001; MILLER *et al.*, 2003), as análises filogenéticas visando a reconstrução de genealogias (FELSENSTEIN, 1981) e a predição das sequências ancestrais (CAI *et al.*, 2004; HALL, 2004)2004; HALL, 2004.

Estudos filogeográficos têm associado surtos de FMD à migração de animais selvagens em determinadas regiões, enquanto em outras os fluxos de comércio são os maiores suspeitos. Por se tratar de uma doença em escala global o monitoramento dos avanços da doença e rastreamento de origem dos surtos, mesmo que antigos, têm grande importância, pois as especificidades do FMDV imprimem um caráter quase regional em suas abordagens de controle.

1.3 Justificativa e objetivos do trabalho

Nos tempos atuais, quando as possibilidades de comércio global se tornaram realidade, buscar medidas preventivas para diminuir as perdas econômicas de um país é uma estratégia altamente justificada e prioritária. Para a América do Sul, em especial o Brasil, evitar a reintrodução do FMDV em seu território é uma ação imprescindível para aumentar a credibilidade do país no comércio internacional de carne e derivados. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo usar as ferramentas de bioinformática para traçar um paralelo entre a abrangência imunológica do atual modelo vacinal baseado nos sorotipos “A”, “C” e “O” e o histórico da FMD no Brasil e na América do Sul.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparo do Banco de Dados e Alinhamento das Sequências

Foi montado um banco de dados com sequências de nucleotídeos de isolados virais já depositadas no *Genbank* (último acesso 01/09/2016), com tamanho mínimo de 6.500 nt e provenientes exclusivamente de infecções naturais. Para extração das regiões não codificantes 5' e 3' as sequências foram mapeadas por alinhamento de referência à sequência *Genbank* AY593818, utilizando as PNEs L^{pro} e 3D, respectivamente - programa Geneious® 10.2.3, (KEARSE *et al.*, 2012)2012,. As sequências que não alinhadas ou que não possuísem pelo menos parte da proteína 3D foram excluídas do banco de dados. Para alinhamento das sequências

foi utilizado o programa MAFFT 7 (G-INS-i, Bootstrap 100) – versão 7.310 (KATO e STANDLEY, 2013).

2.2 Construção da Árvore Filogenética

Para as hipóteses filogenéticas foi utilizada a Inferência Bayesiana (IB) com auxílio do programa MrBayes versão 3.2.5 (HUELSENBECK e RONQUIST, 2001). Com o intuito de evitar o excesso de parâmetros e agilizar a construção das árvores filogenéticas, o melhor modelo de substituição de nucleotídeos foi estimado usando o programa jModeltest versão 2.1.7 (DARRIBA *et al.*, 2012). As árvores filogenéticas foram calculadas usando o método *Bayesian Markov Chain Monte Carlo* (MCMC) até alcançar um desvio padrão médio das cadeias menor que 0,01.

2.3 Análise de Recombinação

A presença de isolados recombinantes foi avaliada por meio da predição de pontos de recombinação (*breakpoints*) para os bancos de dados utilizando o programa RDP® versão 4.50 (MARTIN *et al.*, 2010). Para realização dos testes, foram consideradas as análises realizadas pelas metodologias RDP, GENECONV®, Chimaera®, MaxChi, 3Seq® e análise secundária de BootScan® e SiScan®. As análises foram realizadas com as configurações padrões do programa com as seguintes alterações: análises de sequências lineares (HULO *et al.*, 2010) e valor de probabilidade ($P < 0,01$). Apenas as recombinações preditas por pelo menos dois métodos e que apresentaram informações completas das sequências parentais, foram consideradas válidas. As sequências recombinantes foram removidas dos bancos de dados para as análises subsequentes.

2.4 Rede de Haplótipos

Visando uma análise mais direcionada a América do Sul, em especial o Brasil, foram considerados para os estudos filogeográficos apenas os bancos de dados dos sorotipos “A”, “C” e “O”. Os sorotipos “O1 Campos” e “A24 Cruzeiro”, já reportados em território Brasileiro, estão entre os com a mais alta prioridade para os bancos de antígenos nacionais (ROTH e SPICKLER, 2014). Contudo, esse estudo não pode ser conduzido como sorotipo “C” devido ao baixo número de sequências disponíveis.

Para inferir possíveis ancestralidades, representar a distribuição geográfica e fornecer uma visão alternativa das relações genealógicas entre haplótipos do FMDV, dois bancos de dados secundários foram formados contendo, cada um, apenas as sequências codificantes das PEs de apenas um dos sorotipos “A” e “O”. Os nucleotídeos considerados inespecíficos (nomenclatura IUPAC) foram substituídos por um “gap”. Em seguida, os nucleotídeos das três posições dos códons de cada alinhamento foram separados (com exclusão dos gaps) para remoção das colunas de nucleotídeos quando violassem o modelo de sítios infinitos da evolução genômica

(KIMURA, 1969). O programa DnaSP v5 (LIBRADO e ROZAS, 2009) possibilitou analisar as sequências de cada uma das três posições dos códons quanto ao número de sítios segregantes. A posição que apresentou menor número de polimorfismo foi selecionada para construção da rede de haplótipos usando o programa NETWORK 5.0.0.1, algoritmo de união mediana (MJ) (BANDELT *et al.*, 1999).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Banco de Dados e Análise Filogenética

A busca por sequências do FMDV no *Genbank* encontrou 615 sequências (acesso em outubro de 2016). Após refinamento do banco de dados passou a compreender 238 sequências (A: 74; Asia1 = 30; C: 10; O: 89; SAT1: 14; SAT2: 13; SAT3: 8).

O melhor modelo de substituição indicado pelo programa jModeltest foi GTR+I+G. Essa abordagem forneceu os parâmetros para o programa MrBayes, calcular as árvores filogenéticas usando o método *Bayesian Markov Chain Monte Carlo* (MCMC), quatro corridas com 10.000.000 gerações e uma frequência de 1000 amostragens, atingindo, assim, um desvio padrão médio das cadeias de 0,006642. Posteriormente, 10% das árvores geradas foram eliminadas para produzir a árvore consenso.

Foi evidenciada uma probabilidade posterior de 98% para separar os grupos de sequências do sorotipo “SAT” 98% do sorotipo “A” e 99% para os sorotipos “C”, ASIA1 e “O” (material complementar). A árvore filogenética gerada está de acordo com a de diversos estudos envolvendo o FMDV (KNOWLES e SAMUEL, 2003; CHITRAY *et al.*, 2014; DI NARDO *et al.*, 2014). Apesar de indicada no *Genbank* como sorotipo “O”, a sequência JF749863 foi agrupada entre as sequências do sorotipo SAT-2 com probabilidade posterior de 99,7%.

Considerando a metodologia usada neste trabalho para construção dos bancos de dados, não foi possível obter sequências do sorotipo C em quantidade e variedade suficiente para estudo com sequência genômica do FMDV. Haja visto que a maior parte do banco de dados formado para esse vírus utiliza apenas a VP1 das PEs, completa ou parcial (5 a 10% do genoma viral), por conter o sítio mais imunogênico da sequência viral. Esta situação decorre do fato de o sítio hipervariável encontrado nessa proteína permite uma evidência precisa para estudos epidemiológicos, caracterização dos sorotipos virais e seus subtipos (CARRILLO *et al.*, 2005). Contudo, informações referentes aos sítios imunogênicos secundários em outras PEs (JAMAL e BELSHAM, 2013) (ou todos aqueles presentes nas PNEs) (BLANCO *et al.*, 2001) poderiam fornecer uma melhor análise das pressões exercidas por condições como a vacinação.

3.2 Sorotipo C

Como discutido por Knowles e Samuel (2003), o tipo C do FMDV tem uma distribuição muito limitada em comparação com os demais sorotipos. Historicamente, foi relatado na Europa, América do Sul, Leste asiático, norte da África, Angola e sul da Ásia. Contudo, nas últimas décadas parece estar limitado ao subcontinente indiano com aparições intermitentes. Ainda não está claro por quê o tipo C está, aparentemente, desaparecendo, embora a vacinação e campanhas de controle tenham sido responsáveis pela sua erradicação na Europa e América do Sul, onde os últimos surtos ocorreram em 1989 (Itália) e 1994 (Argentina), respectivamente. Segundo relatórios liberados pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o último surto de sorotipo C relatado ocorreu em 2004 (FAO, 2017).

Até o momento, sabe-se que o sorotipo C descrito na América do Sul (C_2) (em especial no Uruguai) tem relação com a vacinação. Em acréscimo, também há relatos desse subtipo no Reino Unido. A variedade encontrada na Alemanha (C_1) seria geneticamente muito distante dos dois casos mencionados e, mais ainda, do relatado no Brasil (C_3). A sequência brasileira apresenta semelhanças genéticas com a sequência vacinal em uso, sugerindo, então, que a vacinação foi a possível fonte dessa variedade ou teve influência no seu surgimento (KNOWLES e SAMUEL, 2003; KNOWLES *et al.*, 2006).

3.3 Rede de Haplótipos

Nenhum possível evento de recombinação foi predito na análise do sorotipo “A” e apenas um evento foi predito para o sorotipo “O”: O isolado KR401154 (Myanmar) seria um recombinante de KR401155 (Myanmar) e HM229661 (Hong Kong) e, por isso, não foi considerado na reconstrução da rede de haplótipos, seguindo os critérios propostos para as redes MJ (BANDELT *et al.*, 1999).

Os nucleotídeos da segunda posição foram selecionados por apresentarem menor polimorfismo: redução de 1067 para 340 (10,68%) para o sorotipo “A” e de 1009 para 369 (36,57%) para o sorotipo “O” (material complementar)

Os isolados do sorotipo “A” foram agrupados em 63 haplótipos, enquanto os isolados do sorotipo “O” foram agrupados em 75 haplótipos. Estes haplótipos representam grupos de isolados virais que são geneticamente próximos e estão relacionados em termos evolutivos.

3.4 Sorotipo A

A rede de haplótipos (Figura 1) mostra uma proximidade entre as sequências já encontradas na América do Sul e em território europeu. Um possível ancestral comum a esses dois grupos seria o haplótipo 5 (GBR,1932). Para a árvore filogenética (material complementar) este sorotipo se divide em 5 ramificações em

que as sequências referentes à América do Sul e à Europa estão agrupadas em uma mesma ramificação.

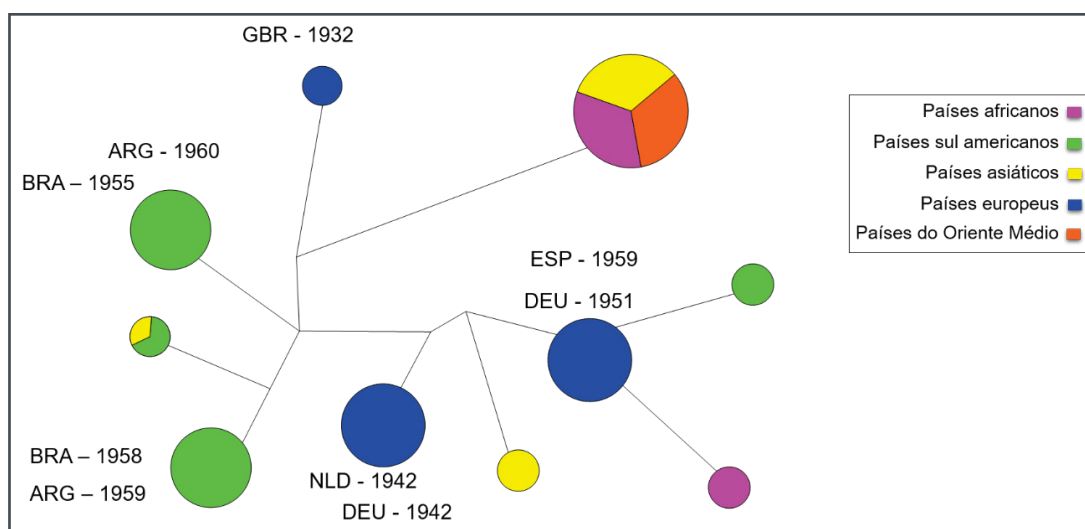


Figura 1 – Rede de haplótipos do sorotipo “A”. As setas marcadas em preto e cinza indicam expansões de ramificações,

Com auxílio do site UN Comtrade (<https://comtrade.un.org/>) foram realizadas buscas que envolvessem a transação comercial entre essas duas regiões. Contudo, o site só fornece registros a partir do ano de 1995, impossibilitando, assim, um melhor esclarecimento dessa hipótese. Desde a saída do continente Europeu, década de 1932, até a chegada na América do Sul, década de 1955, seguem mais de duas décadas, janela de resolução que o atual banco de dados não pode fornecer. Assim, torna-se necessária uma readequação dos parâmetros de construção do banco de dados como uso de apenas as PNEs ou uso de apenas a proteína estrutural VP1.

O sorotipo A sempre foi considerado aquele com maior diversidade genética, apresentando, até o início da década de 1970, 32 subtipos (DAVIE, 1964). Apesar de alguns subtipos terem sido provados como geneticamente distintos (ex.: A22 e A24), muitos outros ainda não foram estudados. De toda forma, esse sorotipo ainda é considerado extremamente divergente quanto a sua capacidade antigênica e diversidade genética (KNOWLES e SAMUEL, 2003).

Em um livro intitulado “Febre Aftosa”, Olascoaga e colaboradores (1999) discutiram sobre a chegada do FMDV no continente americano em 1870. Segundo o autor, os surtos aconteceram associados à importação de gado, quase ao mesmo tempo, em muitos países do continente. No Brasil, o primeiro caso foi reportado em 1895, em Uberaba, Minas Gerais. Entretanto, o autor não fornece maiores informações como sorotipo e país de origem do fomite.

Publicado no ano de 2000, Piccone e colaboradores abordaram, em um estudo multi-centro, a extensiva diversidade desse sorotipo em um período de 44 anos (1955 – 1998) e em seis países sul americanos. Os autores encontraram grande similaridade entre as sequências virais em uma mesma região, mas nem sempre

entre regiões distintas.

Araújo e colaboradores (2002) e König e colaboradores (2001) relataram grande variedade do sorotipo A isolados no estado de São Paulo, Brasil (1994/1995) e na Argentina (1961/1992), respectivamente. Contudo, a sequência vacinal americana A24/Cruzeiro/Brasil/55 se apresentou geneticamente diversa em ambos os casos.

Maradei e colaboradores (2011) abordaram em seu estudo possíveis falhas no entendimento do comportamento do sorotipo “A” na América do Sul. Os pesquisadores abordaram a questão de uma reduzida variabilidade genética desse sorotipo no continente e a falta de correlação entre dados sorológicos e genéticos. Sobre essa segunda questão, os autores concluíram que provavelmente deve ser devido ao fato de que nem todas as mudanças genéticas afetam uniformemente o comportamento antigênico e, ou, imunogênico, destacando as limitações enfrentadas até hoje em derivar o comportamento imunológico de dados genéticos.

No contexto desse estudo, essas informações sugerem duas hipóteses:

- a. Assim como elucidado para o sorotipo C3/Indaial, o sorotipo A24/Cruzeiro seria proveniente ou estaria associado a vacina de vírus inativado;
- b. A sequência A24/Cruzeiro, por ser usada como insumo vacinal, teria ocasionado um “efeito gargalo” na variabilidade genética das sequências descendentes e favorecido o rápido desaparecimento de sequências geneticamente mais próximas.

Para responder essas e outras questões relacionadas ao sorotipo A, um redimensionamento do banco de dados deve ser realizado para aplicação da janela de leitura do espaço e tempo envolvendo os surtos com esse sorotipo.

3.5 Sorotipo O

Para o sorotipo “O”, a rede de haplótipos (Figura 2) mostra uma estreita relação entre as sequências encontradas na América do Sul (região ampliada) com algumas sequências provenientes de países europeus. Essa mesma informação é observada na árvore filogenética, uma vez que todas essas sequências ficaram agrupadas em uma mesma ramificação (totalidade das sequências do sorotipo “O”).

O haplótipo 52 resgata a identidade entre as sequências O1/Campos/1958, usada nas vacinas inativadas no Brasil, com uma sequência isolada na Polônia em 1959. A análise dos haplótipos 61 (Itália 1947), 59 (Argentina 1959) e 54 Bélgica 1973) sugerem um ancestral comum que circulou ao mesmo tempo na América do Sul e na Europa. É possível encontrar referências (EUROPEIAS, 1985) de que os países europeus praticaram a vacinação massiva desde o fim da segunda guerra mundial até o ano de 1991 com a finalidade de levar a erradicação do FMD no continente. Tal fato explica uma redução da variabilidade genética no sorotipo O circulante no continente europeu entre os anos de 1947 e 1973 e, com isso, uma maior distância genética entre as sequências do haplótipo 71 e 52. Estas possibilidades convergem

para o mesmo ponto discutido por Carvalho e colaboradores (2015). Em seu trabalho, o grupo sugeriu que a dispersão do sorotipo O na América do Sul ocorreu a partir de meados do século 20 e que o Brasil teve uma função chave nesse processo de dispersão.

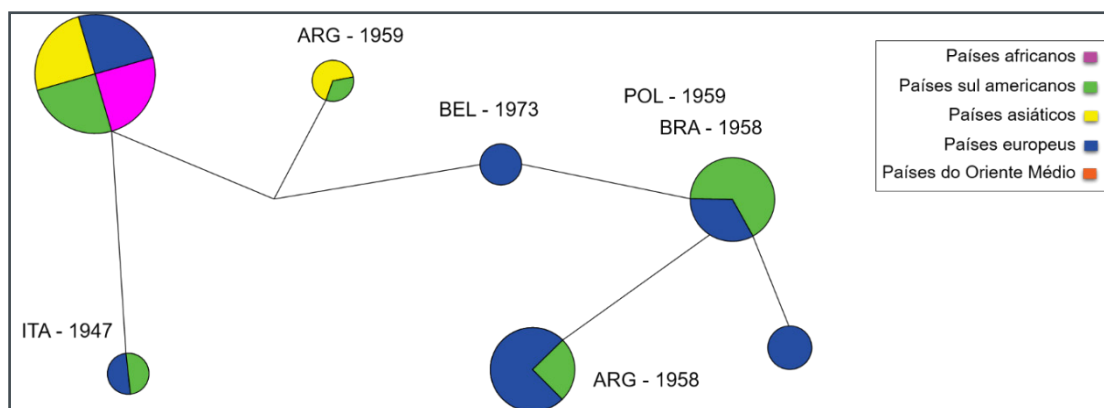


Figura 2 – Rede de haplótipos do “O”. As setas marcadas em cinza indicam a ramificação expandida da rede principal. Nesta ramificação estão as sequências europeias e sul americanas mais relacionadas ao Brasil

Beck e Strohmaier (1987) demonstraram que muitas variedades do sorotipo O isolados de surtos europeus entre 1970 e 1980 estavam intimamente relacionadas com vacinas do sorotipo “O1” usadas naquele tempo. Knowles e Samuel (2003) relataram que o sorotipo “O” pode ser dividido formalmente em cerca de 11 subtipos antigênicos. Em contrapartida, a diversidade genética do sorotipo é muito grande, permitindo classificá-lo em muitas linhagens distintas. König e colaboradores (2001) reportaram que isolados do sorotipo “O” provenientes da Argentina, entre 1977 e 1994, estavam quase que em sua totalidade intimamente relacionados com uma ou duas cepas vacinais sul americanas (O1/Campos/Brasil/58 ou O1/Caseros/Argentina/67).

Wright e colaboradores (2013) abordaram o surto de Febre Aftosa no Reino Unido entre os anos de 1967-1968 apresentando a suspeita, não confirmada, de que a importação de carne contaminada da América do Sul tenha causado esse surto. Essa análise segue na mesma direção de um ancestral comum (não muito distante) entre as sequências reportadas na América do Sul e na Europa. Como apresentado pelos autores, os isolados do surto tinham proximidade com isolados mais recentes em território sul americano (em especial O1/Campos/58).

4 | CONCLUSÃO

O desenvolvimento de novas estratégias de prevenção da Febre Aftosa torna-se mais eficiente quando discutido dentro de cada particularidade regional. Para o Brasil e América do Sul, o sorotipo C merece, de fato, menor atenção que os demais sorotipos devido à sua baixa importância em termos de ocorrência de surtos ou

presença de relatórios que indiquem elevado nível de virulência. Para o sorotipo “A”, a familiaridade da cepa atualmente utilizada no programa nacional de vacinação com as já reportadas no continente, justificam sua manutenção no programa. A vasta ramificação que a rede de haplótipos apresenta para esse sorotipo permite concluir que, para a consideração de uma nova cepa vacinal, esta deveria apresentar uma maior semelhança às observadas nos últimos focos de FMD reportados na América do Sul. Contudo, os resultados do presente estudo demonstram não haver cepas com esse grau de semelhança, sendo necessário assim manter o uso de cepas regionais. Para o sorotipo “O”, as poucas variedades favorecem a cobertura desse sorotipo, principalmente pelo fato de a sequência usada na vacina atual ser um elo entre a variedade que surgiu na América do Sul e suas derivações.

A ausência de grandes variedades de amostras com genoma completamente sequenciado impossibilitou um estudo mais aprofundado dos diversos sítios imunogênicos presentes nos sorotipos do FMD na América do Sul, em especial o Brasil. Para um refinamento nas análises o banco de dados deverá ser reestruturado de forma que contenha apenas as quatro proteínas estruturais ou, em último caso, apenas a região hipervariável de VP1, como já vem sendo utilizado em vários estudos. Com esse novo formato, possivelmente uma melhor compreensão de ancestralidade Brasil / país no exterior poderá ser feita. Contudo, uma análise envolvendo dinâmica populacional poderá ficar comprometida, caso (e normalmente ocorre) a análise de recombinação não consiga definir com precisão a ancestralidade e os pontos em que possivelmente ocorreu a recombinação.

MATERIAL COMPLEMENTAR

As sequências utilizadas nesse estudo, **árvores** filogenéticas construídas, as tabelas de polimorfismo e o quadro com sequências referentes às redes de haplótipos do sorotipo A e O estão disponíveis em http://bit.ly/cap_comp.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, J.; MONTASSIER, H.; PINTO, A. **Extensive antigenic and genetic variation among foot-and-mouth disease type A viruses isolated from the 1994 and 1995 foci in Sao Paulo, Brazil.** Veterinary microbiology, v. 84, n. 1, p. 15-27, 2002.
- BANDELT, H.-J.; FORSTER, P.; RÖHL, A. **Median-joining networks for inferring intraspecific phylogenies.** Molecular biology and evolution, v. 16, n. 1, p. 37-48, 1999.
- BECK, E.; STROHMAIER, K. **Subtyping of European foot-and-mouth disease virus strains by nucleotide sequence determination.** Journal of Virology, v. 61, n. 5, p. 1621-1629, 1987.
- BLANCO, E. et al. **Identification of T-cell epitopes in nonstructural proteins of foot-and-mouth disease virus.** Journal of virology, v. 75, n. 7, p. 3164-3174, 2001.

CAI, W.; PEI, J.; GRISHIN, N. V. **Reconstruction of ancestral protein sequences and its applications**. BMC evolutionary biology, v. 4, n. 1, p. 33, 2004.

CARRILLO, C. et al. **Comparative genomics of foot-and-mouth disease virus**. Journal of virology, v. 79, n. 10, p. 6487-504, May 2005.

CARVALHO, L. M. et al. **Spatio-temporal dynamics of foot-and-mouth disease virus in South America**. arXiv preprint arXiv:1505.01105, 2015.

CHITRAY, M. et al. **Genetic heterogeneity in the leader and P1-coding regions of foot-and-mouth disease virus serotypes A and O in Africa**. Archives of virology, v. 159, n. 5, p. 947-961, 2014.

CLAVIJO, A. et al. **Current Status and Future Prospects to Achieve Foot-and-Mouth Disease Eradication in South America**. Transboundary and emerging diseases, v. 64, n. 1, p. 31-36, 2017.

CNABRASIL. Faeg discute retirada de vacina contra febre aftosa até 2021. Maio, 2019 2019. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/noticias/retirada-da-vacinacao-contra-febre-aftosa-no-parana-sera-antecipada> >. Acesso em: Agosto, 2019.

COMPRERURAL. QUANDO SERÁ A RETIRADA DA AFTOSA EM CADA ESTADO. Abril, 2019 2019. Disponível em: < <https://www.comprerural.com/quando-sera-a-retirada-da-aftosa-em-cada-estado/> >. Acesso em: Agosto, 2019.

COSALFA. **COSALFA 41**. 2014.

DARRIBA, D. et al. **jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing**. Nature methods, v. 9, n. 8, p. 772-772, 2012.

DAVIE, J. **A complement fixation technique for the quantitative measurement of antigenic differences between strains of the virus of foot-and-mouth disease**. Epidemiology & Infection, v. 62, n. 4, p. 401-411, 1964.

DI NARDO, A. et al. **Phylogenetic reconstruction of O CATHAY topotype foot-and-mouth disease virus epidemics in the Philippines**. Veterinary research, v. 45, n. 1, p. 90, 2014.

EUROPEIAS, O. C. D. C. 85/511/CEE. 1985. Disponível em: < <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1447818129733&uri=CELEX:31985L0511> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:31985L0511&qid=1447818129733&from=EN> >.

FAO. **Monthly Report Foot-and-Mouth Disease Situation (July 2017)**. 2017. (July 2017)

FELSENSTEIN, J. **Evolutionary trees from DNA sequences: a maximum likelihood approach**. Journal of molecular evolution, v. 17, n. 6, p. 368-376, 1981.

HALL, B. G. **Comparison of the accuracies of several phylogenetic methods using protein and DNA sequences**. Molecular Biology and Evolution, v. 22, n. 3, p. 792-802, 2004.

HUELSENBECK, J. P.; RONQUIST, F. **MRBAYES: Bayesian inference of phylogenetic trees**. Bioinformatics, v. 17, n. 8, p. 754-755, 2001.

HULO, C. et al. **ViralZone: a knowledge resource to understand virus diversity**. Nucleic acids research, v. 39, n. suppl_1, p. D576-D582, 2010.

JAMAL, S. M.; BELSHAM, G. J. **Foot-and-mouth disease: past, present and future**. Veterinary research, v. 44, n. 1, p. 116, 2013.

- KATOH, K.; STANDLEY, D. M. **MAFFT multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability**. Molecular biology and evolution, v. 30, n. 4, p. 772-780, 2013.
- KEARSE, M. et al. **Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data**. Bioinformatics, v. 28, n. 12, p. 1647-1649, 2012.
- KIMURA, M. **The rate of molecular evolution considered from the standpoint of population genetics**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 63, n. 4, p. 1181-1188, 1969.
- KNOWLES, N.; SAMUEL, A. **Molecular epidemiology of foot-and-mouth disease virus**. Virus research, v. 91, n. 1, p. 65-80, 2003.
- KNOWLES, N. J. et al. Global molecular epidemiology of foot-and-mouth disease virus type C. Proc. 14th Meeting of the European Study Group on the Molecular Biology of Picornavirus, 2006.
- KÖNIG, G. et al. **Phylogenetic analysis of foot-and-mouth disease viruses isolated in Argentina**. Virus Genes, v. 23, n. 2, p. 175-181, 2001.
- LIBRADO, P.; ROZAS, J. **DnaSP v5: a software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data**. Bioinformatics, v. 25, n. 11, p. 1451-1452, 2009.
- MAPA. Retirada da vacinação contra febre aftosa no Paraná será antecipada. Abril 2019 2019. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/noticias/retirada-da-vacinacao-contra-febre-aftosa-no-parana-sera-antecipada> >. Acesso em: Agosto 2019.
- MARADEI, E. et al. **Characterization of foot-and-mouth disease virus from outbreaks in Ecuador during 2009–2010 and cross-protection studies with the vaccine strain in use in the region**. Vaccine, v. 29, n. 46, p. 8230-8240, 2011.
- MARTIN, D. P. et al. **RDP3: a flexible and fast computer program for analyzing recombination**. Bioinformatics, v. 26, n. 19, p. 2462-2463, 2010.
- MILLER, M. et al. **Quantifying the intragenic distribution of human disease mutations**. Annals of human genetics, v. 67, n. 6, p. 567-579, 2003.
- MILLER, M. P.; KUMAR, S. **Understanding human disease mutations through the use of interspecific genetic variation**. Human molecular genetics, v. 10, n. 21, p. 2319-2328, 2001.
- NARANJO, J.; COSIVI, O. **Elimination of foot-and-mouth disease in South America: lessons and challenges**. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences, v. 368, n. 1623, p. 20120381, 2013.
- OIE. Foot & Mouth Disease - Questions & Answers (World Organization for Animal Health). 2019. Disponível em: < http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Media_Center/docs/pdf/Disease_cards/Q_A-FMD-EN.pdf >. Acesso em: 11/04/2014.
- OLASCOAGA, R. C. et al. **Fiebre aftosa**. Centro Panamericano de Fiebre Aftosa, 1999.
- ROTH, J. A.; SPICKLER, A. R. **FMD Vaccine Surge Capacity for Emergency Use in the United States**. 2014.
- WRIGHT, C. F. et al. **Reconstructing the origin and transmission dynamics of the 1967–68 foot-and-mouth disease epidemic in the United Kingdom**. Infection, Genetics and Evolution, v. 20, p. 230-238, 2013.

YANG, M. et al. **Characterization of monoclonal antibodies against foot-and-mouth disease virus serotype O and application in identification of antigenic variation in relation to vaccine strain selection.** Virol J, v. 11, p. 136, 2014.

ADUBAÇÃO NITROGENADA E MOLÍBDICA DA CULTURA DA SOJA: INFLUÊNCIA SOBRE A PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E TEORES DE NITROGÊNIO NAS FOLHAS

Lucio Pereira Santos

Pesquisador; Embrapa Amazônia Ocidental;
Manaus, Amazonas.

Clibas Vieira

Professor; Universidade Federal de Viçosa –
Departamento
de Fitotecnia (*in memoriam*)

RESUMO: Instalaram-se quatro experimentos com soja em Viçosa e Coimbra, Zona da Mata de Minas Gerais. Em 1995/96, utilizou-se um fatorial (4 x 4) + (1 x 4), quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg/ha), aplicadas parceladamente em cobertura, combinadas com quatro doses de Mo (0, 40, 80 e 120 g/ha), em aplicação foliar aos 27 dias após a emergência das plantas, mais quatro tratamentos adicionais: 40-20, 40-40, 40-60 e 40-80 de N (kg/ha) e Mo (g/ha), o primeiro aplicado parceladamente em cobertura e o segundo, nas sementes. Em 1996/97, apenas as combinações N-Mo dos tratamentos adicionais foram diferentes: 0-40, 0-80, 40-40 e 40-80. Todas as parcelas receberam uma adubação básica de 120 kg/ha de P_2O_5 e 60 kg/ha de K_2O . As sementes foram inoculadas com duas estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*. A soja CAC-1 foi semeada em fileiras espaçadas de 0,6 m, com 15 plantas/m. Os resultados mostraram que: 1) Em três experimentos o Mo aumentou o rendimento da soja e a dose mais

favorável variou de 76 a 100 g/ha; 2) Em dois experimentos o N incrementou a produtividade, sendo 120 kg/ha a dose mais favorável; 3) Sozinho, o Mo trouxe aumentos de produção que variaram de 20 a 32%, enquanto o efeito isolado do N foi de 11%; 4) Quando houve efeito conjunto de N e Mo, o aumento foi de 69%; 5) Para o rendimento, não houve diferença entre a aplicação do Mo nas folhas ou nas sementes ou, então, a aplicação nas sementes foi algo mais eficiente; 6) Em geral, o Mo aumentou o teor de N-total nas folhas; e, 7) A inoculação das sementes com rizóbio, associada à aplicação do micronutriente, é mais indicada que a adubação nitrogenada.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, rendimento, nitrogenase, redutase do nitrato, *Bradyrhizobium*.

NITROGEN AND MOLYBDENUM
FERTILIZATION OF THE SOYBEAN CROP:
INFLUENCE ON THE PRODUCTIVITY
GRAINS AND CONTENT OF LEAF
NITROGEN

ABSTRACT: Soybean experiments were carried out in Viçosa and Coimbra in the “agricultural year” of 1995/96 and repeated in both localities in 1996/97. In the first year a (4 x 4) + (1 x 4)

factorial was used, in which the factors were four doses of N (0, 40, 80 and 120 kg/ha) x four doses of Mo (0, 40, 80 and 120 g/ha). The nitrogenous fertilizer was applied parcelled as side dressing, while the molybdcic fertilizer was sprayed on the leaves 27 days after plant emergence. The four additional treatments comprised the following combinations of N (kg/ha) and Mo (g/ha): 40-20, 40-40, 40-60 and 40-80, in which the first was applied parcelled as side dressing and the second at the seeds. In the second year, only the N-MO combinations of the additional treatments were different: 0-40, 0-80, 40-40 and 40-80. All plots received a basic fertilization of 120 kg/ha of P_2O_5 and 60 kg/ha of K_2O . Seeds were inoculated with two strains of *Bradyrhizobium japonicum*. Soybean cultivar CAC-1 was planted in rows 0,6 m apart at the density of 15 plants/m. The results showed that: 1) In three experiments Mo increased the soybean yield, and the most favorable dose varied from 76 to 100 g/ha; 2) In two experiments N increased the yield, and 120 kg/ha was the most favorable dose; 3) Mo alone brought yield increases from 20 to 32%, while the N alone caused 11% of yield increase; 4) When N and Mo had a combined effect, yield increase reached 69%; 5) In relation to yield, either no difference was found between Mo application on leaves and seeds or application on seeds was somewhat more efficient; 6) Generally, leaf total N was increased by the micronutrient; e, 7) Seed inoculation with rhizobia plus Mo application is more indicated than N fertilization.

KEYWORDS: *Glycine max*, yield, nitrogenase, nitrate reductase, *Bradyrhizobium*.

1 | INTRODUÇÃO

A principal função do Mo, nas leguminosas, é atuar como componente das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato. A nitrogenase catalisa a redução do N_2 atmosférico a NH_3 nos nódulos radiculares. Por esta razão, leguminosas deficientes em molibdênio freqüentemente apresentam sintomas de deficiência de nitrogênio. O molibdênio é necessário para as plantas quando o nitrogênio é absorvido na forma de NO_3^- porque é componente da enzima redutase do nitrato que cataliza a redução do NO_3^- a NO_2^- , primeiro passo para a redução e assimilação do nitrogênio (Dechen et al., 1991). Alto teor de nitrato é, portanto, indicativo de deficiência de Mo.

Como o metabolismo do N se constitui em um processo fundamental para que a planta possa expressar seu máximo potencial produtivo, o estudo da influência do nitrogênio e do molibdênio sobre os teores foliares de N e sobre a produtividade da soja se reveste de interesse.

Com esse objetivo estudou-se, num grupo de quatro experimentos de soja, os efeitos da combinação de doses de N e Mo sobre a produtividade de grãos e sobre os teores de nitrogênio total (N-total) nas folhas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no ano agrícola 1995/96, em Viçosa e Coimbra, e foram repetidos em 1996/97, nos mesmos municípios, com plantios realizados sempre na primavera. Amostras de solo retiradas da área experimental, a 0-20 cm de profundidade, foram caracterizadas (Quadro 1).

Características químicas	1995/96		1996/97	
	Viçosa	Coimbra	Viçosa	Coimbra
pH em água (1:2,5)	6,0	5,7	5,5	5,6
P disponível ¹ (mg/dm ³)	4,3	4,5	3,4	6,0
K disponível ¹ (mg/dm ³)	29	13	75	43
Ca ²⁺ +troável ² (cmol _c /dm ³)	2,3	2,0	2,4	2,4
Mg ²⁺ +troável ² (cmol _c /dm ³)	1,2	0,8	1,2	1,1
Al ³⁺ +troável ² (cmol _c /dm ³)	0,0	0,0	0,0	0,0
Textura	Argilosa	Argilosa	Muito argilosa	Muito argilosa

Quadro 1 - Resultados das análises química e textural das amostras de solo colhidas nos locais dos experimentos(*)

¹ Extrator de Mehlich – 1.

² KCl 1 mol/L.

(*) Análises realizadas no Departamento de Solos da UFV.

Em 1995/96, utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições, em que os tratamentos obedeceram a um arranjo fatorial (4 x 4) + (1 x 4), ou seja, quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg/ha) x quatro doses de Mo (0, 40, 80 e 120 g/ha) e quatro tratamentos adicionais: 40-20, 40-40, 40-60 e 40-80 de N (kg/ha) e Mo (g/ha). Em 1996/97, houve uma modificação apenas nos tratamentos adicionais, que passaram a ser as combinações: 0-40, 0-80, 40-40 e 40-80 de N (kg/ha) e Mo (g/ha), ou seja, utilizou-se um fatorial (4 x 4) + 2². O nitrogênio, na forma de sulfato de amônio, foi empregado em cobertura do seguinte modo: a dose de 40 kg/ha foi parcelada em duas de 20 e aplicadas aos 15 e 25 dias após a emergência (DAE); a dose de 80 kg/ha foi fracionada em duas de 30 e uma de 20 e aplicadas aos 15, 25 e 35 DAE; a dose de 120 kg/ha foi dividida em três de 40 e aplicadas aos 15, 25 e 35 DAE. O Mo foi aplicado nas folhas, na forma de molibdato de sódio diluído em água, aos 27 DAE. Nos tratamentos adicionais, o N foi parcelado em duas aplicações de 20 kg/ha, aos 15 e 25 DAE, e o Mo aplicado nas sementes por ocasião do plantio, utilizando-se uma solução com 200 g de açúcar para cada litro de água, com o objetivo de facilitar a distribuição e aderência do molibdato na superfície das sementes.

Cada parcela foi constituída de quatro fileiras de 6,0 m de comprimento, espaçadas de 0,6 m, com cerca de 15 plantas do cultivar CAC-1 por metro de sulco, após desbaste. Aproveitaram-se, como área útil, os 6,0 m² centrais de cada parcela.

O preparo do solo consistiu de uma aração seguida de duas gradagens. Todas as parcelas receberam, nos sulcos de plantio, 120 kg/ha de P_2O_5 , na forma de superfosfato simples, e 60 kg/ha de K_2O , na forma de cloreto de potássio. Os tratamentos culturais foram os normais.

Antes do plantio, as sementes foram inoculadas com uma mistura (1:1) de duas estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*: 5080 (CPAC 7) e 5079 (CPAC 15), com uma concentração acima de 10 milhões de células viáveis por grama de inoculante, na proporção de 25 g/kg de sementes. Utilizou-se a mesma solução empregada para distribuir o molibdato nas sementes, visando a aderência do inoculante nelas.

Foram avaliadas as características: produtividade de grãos e teores de N-total nas folhas.

No período da floração plena, correspondente ao estágio R2 da escala de Fehr & Caviness (1977), coletaram-se folhas para determinação dos teores de N. Para tanto, foram feitas coletas da quarta folha trifoliolada completamente desenvolvida, a partir do topo, em 20 plantas tomadas ao acaso, na área útil de cada parcela. As folhas coletadas foram secadas em estufa de ventilação forçada a 70 °C até atingirem peso constante, moídas em moinho tipo Wiley, com peneira de 20 malhas por polegada e homogeneizadas.

O N-orgânico foi determinado após digestão sulfúrica (Lindner, 1944), seguida de avaliação colorimétrica, utilizando-se o reagente de Nessler (Jackson, 1965), com leitura a 480 nm em espectrofotômetro. O N-nitrato foi extraído em tubos de ensaio com água, em recipiente submetido a banho-maria, à temperatura de 45 °C, por uma hora. Após o resfriamento do material, o extrato foi obtido pela adição de carvão ativado aos tubos seguida de agitação e filtração lenta. O teor de N-nitrato no extrato foi dosado, utilizando-se ácido salicílico 5 dag/L, dissolvido em ácido sulfúrico concentrado, e NaOH 2 mol/L, com leitura de absorbância da solução básica a 410 nm, em espectrofotômetro (Cataldo et al., 1975). O teor de N-total foi obtido pela soma N-orgânico + N-nitrato.

Os dados, obtidos em cada experimento, foram submetidos à análise de variância conjunta. Quando houve diferenças significativas entre os tratamentos em que se empregou o Mo por via foliar e por via das sementes, fizeram-se cortes nas superfícies de resposta para comparar as formas de aplicação do Mo. Para que essas comparações fossem realizadas em bases iguais, nos experimentos do ano agrícola de 1995/96 fixou-se o N na dose de 40 kg/ha e, nos do ano de 1996/97, nas doses de 0 e 40 kg/ha.

Na análise de variância dos tratamentos adicionais (Mo aplicado nas sementes) dos experimentos de 1995/96, incluiu-se o tratamento $N_{40}Mo_0$ do fatorial (Mo aplicado via foliar); na dos ensaios de 1996/97, incluíram-se os tratamentos N_0Mo_0 e $N_{40}Mo_0$ do fatorial principal.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produtividade de Grãos

Em Viçosa, os rendimentos foram mais altos que os de Coimbra nos dois anos (Quadro 2), diferença cuja explicação não é fácil, porquanto química e texturalmente os solos são muito semelhantes (Quadro 1), além de terem recebido a mesma adubação PK básica.

Em razão de terem sido significativas as interações locais x anos ($P < 0,01$), locais x tratamentos ($P < 0,05$) e anos x tratamentos ($P < 0,01$), apresentar-se-ão, em seguida, os resultados das análises de regressão por experimento.

N (kg/ha)	Mo (g/ha)	Viçosa		Coimbra	
		1995/96	1996/97	1995/96	1996/97
0	0	2.608	3.524	1.723	1.663
0	40	3.025	3.146	2.637	2.372
0	80	3.350	3.450	2.646	2.319
0	120	3.472	3.392	2.732	1.993
40	0	3.019	3.439	2.096	2.061
40	40	3.335	3.363	2.579	2.501
40	80	3.419	3.267	2.702	2.577
40	120	3.596	3.332	2.781	2.513
80	0	3.010	3.524	2.075	2.168
80	40	3.603	3.623	2.580	2.881
80	80	3.183	3.596	2.733	2.728
80	120	3.467	3.531	2.533	2.599
120	0	2.904	3.583	2.329	2.471
120	40	3.363	3.697	2.727	2.958
120	80	3.627	3.841	2.546	2.656
120	120	3.365	3.706	2.896	3.034
40 (0)	20* (40)*	3.281	2.688	2.394	2.367
40 (40)	40* (40)*	3.469	3.447	2.710	2.188
40 (0)	60* (80)*	3.505	3.401	2.342	2.607
40 (40)	80* (80)*	3.411	3.010	2.621	2.604

Quadro 2 - Produtividade média de grãos (kg/ha), em função de doses de N e Mo, em Viçosa e Coimbra, nos anos agrícolas 1995/96 e 1996/97

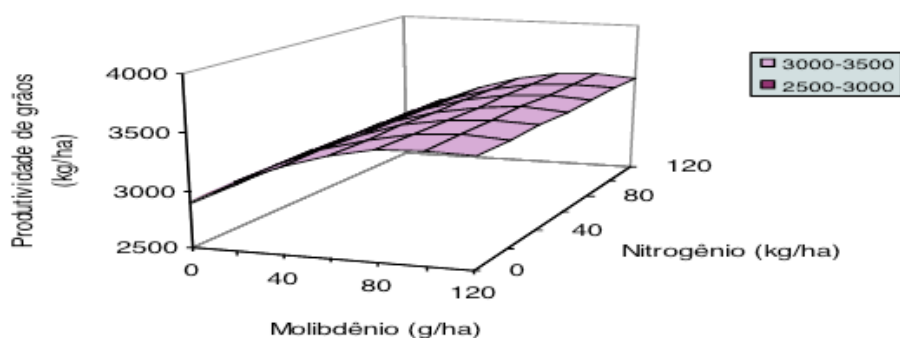
* Tratamentos adicionais em que o Mo foi aplicado nas sementes e não nas folhas.

Entre parênteses, as doses usadas em 1996/97.

Em Viçosa, em 1995/96, houve efeito significativo apenas do Mo ($\hat{Y} = 2.905,44 + 11,4398 \cdot Mo - 0,05717 \cdot Mo^2$; $R^2 = 0,96$), com a produção máxima estimada (3.478 kg/ha) proporcionada por 100 g/ha de Mo via foliar, um incremento de 19,7% em relação à não-aplicação do micronutriente (Figura 1).

Os tratamentos adicionais foram analisados, incluindo-se o tratamento $N_{40}Mo_0$ do fatorial principal. Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Observou-se apenas tendência de aumento do rendimento com as maiores doses de Mo (Quadro 2). Tampouco se encontrou significância ($P > 0,05$)

nas diferenças entre as aplicações, foliar e nas sementes, das combinações $N_{40}Mo_{40}$ e $N_{40}Mo_{80}$.



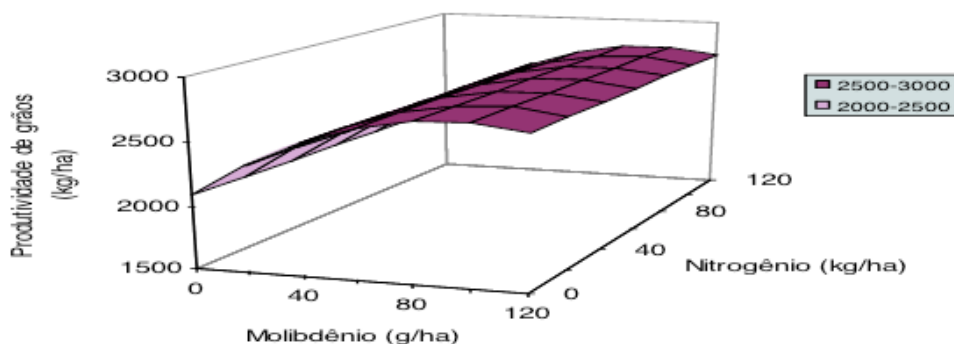
$$\hat{Y} = 2905,44 + 11,4398 ** Mo - 0,05717 * Mo^2 \quad R^2 = 0,96$$

* e ** Significativo em nível de 5 e 1%, respectivamente, pelo teste t.

Figura 1 - Produtividade de grãos em função de doses de nitrogênio em cobertura e de molibdênio via foliar, em Viçosa, no ano agrícola de 1995/96.

Em Coimbra (1995/96), também houve influência significativa apenas do Mo ($\hat{Y} = 2.085,84 + 14,4720 ** Mo - 0,07758 ** Mo^2$; $R^2 = 0,94$). A produtividade máxima estimada (2.761 kg/ha) foi obtida com 93 g/ha de Mo em aplicação foliar, um incremento de 32,4% em relação à não-aplicação de Mo (Figura 2).

Os comentários relativos aos tratamentos adicionais feitos para o experimento de Viçosa (1995/96) são também válidos para o de Coimbra do mesmo ano agrícola.



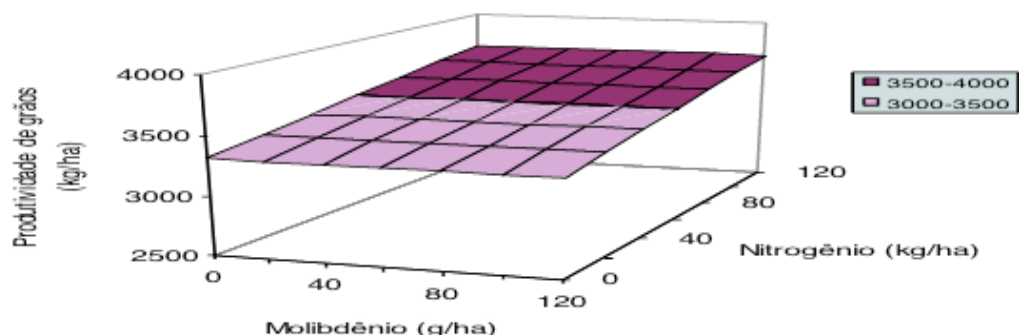
$$\hat{Y} = 2085,84 + 14,4720 ** Mo - 0,07758 * Mo^2 \quad R^2 = 0,94$$

** Significativo em nível de 1%, pelo teste t.

Figura 2 - Produtividade de grãos em função de doses de nitrogênio em cobertura e de molibdênio via foliar, em Coimbra, no ano agrícola de 1995/96.

Em 1996/97, em Viçosa, os resultados diferiram dos do ano anterior. Desta vez, houve efeito significativo apenas das doses de N, que elevaram linearmente o

rendimento da soja ($\hat{Y} = 3.320,09 + 3,0130 \cdot N$; $R^2 = 0,86$). A maior dose (120 kg/ha) aumentou a produtividade em 10,9% em relação à dose 0 do N (Figura 3). Choveu fortemente após a aplicação foliar do Mo, o que talvez explique por que ele não teve efeito neste experimento.

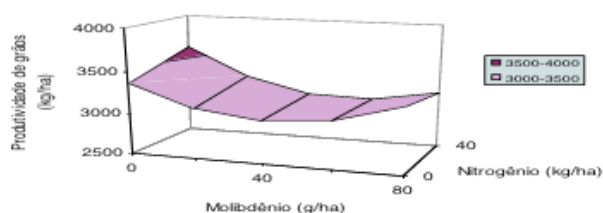


$$\hat{Y} = 3320,09 + 3,0130 \cdot N \quad r^2 = 0,86$$

** Significativo em nível de 1%, pelo teste t.

Figura 3 - Produtividade de grãos em função de doses de nitrogênio em cobertura e de molibdênio via foliar, em Viçosa, no ano agrícola de 1996/97.

Quanto aos tratamentos adicionais, sua análise estatística foi realizada com a inclusão de N_0Mo_0 e $N_{40}Mo_0$ do fatorial principal. O micronutriente aplicado às sementes teve efeito ligeiramente depressivo ($\hat{Y} = 3.361,62 + 6,0066 N - 16,4880 \cdot Mo + 0,1941 \cdot Mo^2 - 0,1104 \cdot N \cdot Mo$; $R^2 = 0,42$), atingindo o rendimento mínimo (3.039 kg/ha) com a dose estimada de 54 g/ha, um decréscimo de 9,6% em relação à não-aplicação de Mo (Figura 4).



$$\hat{Y} = 3361,62 + 6,0066 \cdot N - 16,4880 \cdot Mo + 0,1941 \cdot Mo^2 - 0,1104 \cdot N \cdot Mo \quad R^2 = 0,42$$

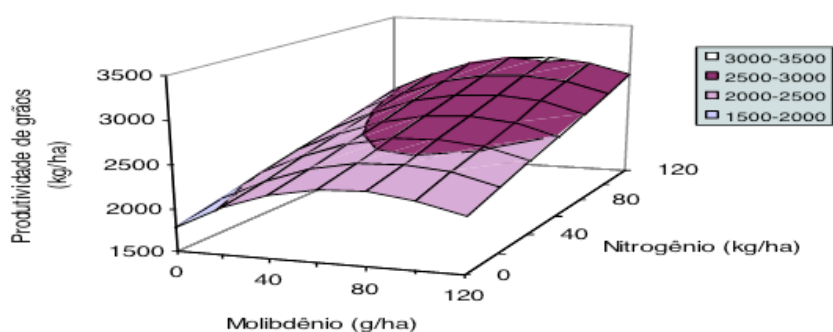
* Significativo em nível de 5%, pelo teste t.

Figura 4 - Produtividade de grãos em função de doses de nitrogênio em cobertura e de molibdênio via sementes, em Viçosa, no ano agrícola de 1996/97.

Quando se compararam os modos de aplicação do micronutriente nas combinações N_0Mo_{40} , N_0Mo_{80} , $N_{40}Mo_{40}$ e $N_{40}Mo_{80}$, verificou-se que somente na primeira combinação houve diferença significativa ($P < 0,05$), propiciando a aplicação foliar

uma vantagem de 458 kg/ha sobre a aplicação nas sementes, ou seja, uma vantagem de 17%.

Em Coimbra (1996/97), tanto o N como o Mo influenciaram significativamente a produtividade da soja ($\hat{Y} = 1.790,25 + 5,6494 \cdot N + 14,7380 \cdot Mo - 0,09732 \cdot Mo^2$; $R^2 = 0,84$). A produtividade máxima estimada (3.026 kg/ha) foi alcançada com 120 kg/ha de N associada à dose de 76 g/ha de Mo aplicada via foliar, um incremento de 69,0% em relação à não-aplicação de N e Mo (Figura 5).

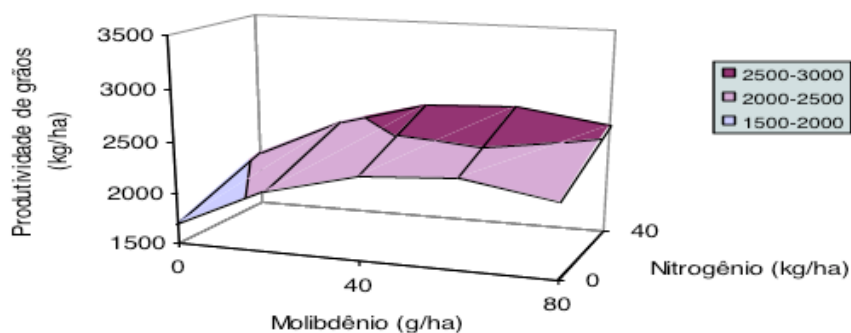


$$\hat{Y} = 1790,25 + 5,6494 \cdot N + 14,7380 \cdot Mo - 0,09732 \cdot Mo^2 \quad R^2 = 0,84$$

** Significativo em nível de 1%, pelo teste t.

Figura 5 - Produtividade de grãos em função de doses de nitrogênio em cobertura e de molibdênio via foliar, em Coimbra, no ano agrícola de 1996/97.

A análise estatística dos tratamentos adicionais obedeceu ao que foi feito com o experimento de Viçosa do mesmo ano agrícola. Desta vez, porém, tanto o N (em cobertura) como o Mo (via sementes) incrementaram significativamente o rendimento da soja ($\hat{Y} = 1.686,49 + 8,7799 \cdot N + 24,5762 \cdot Mo - 0,2237 \cdot Mo^2$; $R^2 = 0,98$). A combinação de 40 kg/ha de N com 55 g/ha de Mo proporcionou a produtividade máxima estimada de 2.713 kg/ha, um aumento de 61,0% em relação à não-aplicação de N e Mo (Figura 6).



$$\hat{Y} = 1686,49 + 8,7799 \cdot N + 24,5762 \cdot Mo - 0,2237 \cdot Mo^2 \quad R^2 = 0,98$$

** Significativo em nível de 1%, pelo teste t.

Figura 6 - Produtividade de grãos em função de doses de nitrogênio em cobertura e de molibdênio via sementes, em Coimbra, no ano agrícola de 1996/97.

Comparando os modos de aplicação do Mo em Coimbra (1996/97), obtiveram-se diferentes curvas de regressão (Figura 7).

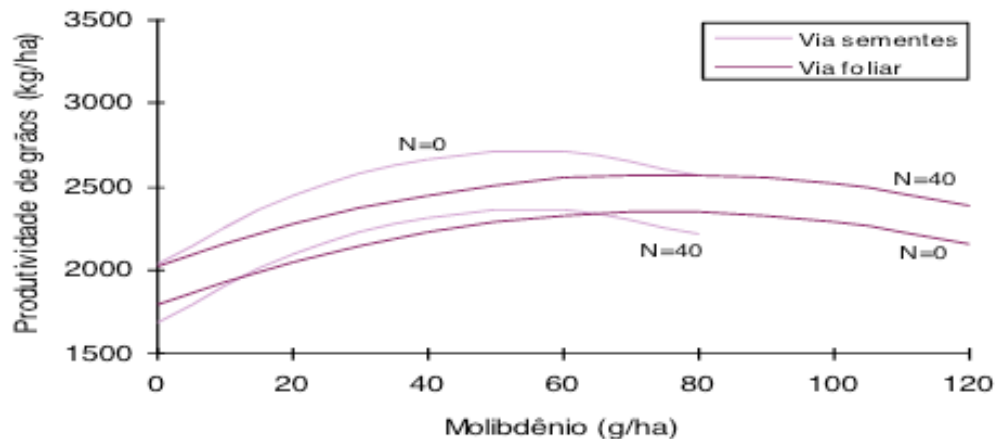


Figura 7 - Cortes nas superfícies de resposta da produtividade de grãos em função das doses de 0 e 40 kg/ha de N em cobertura e de Mo via sementes, $y = 1686,49 + 8,7799^{**}N + 24,5762^{**}Mo - 0,2237^{**}Mo^2$ ($R^2 = 0,98$), e via foliar, $y = 1790,25 + 5,6494^{**}N + 14,7380^{**}Mo - 0,09732^{**}Mo^2$ ($R^2 = 0,84$), em Coimbra, no ano agrícola de 1996/97.

** Significativo em nível de 1% de probabilidade, pelo teste t.

Nota-se que a aplicação do micronutriente nas sementes, com 40 kg/ha de N, foi algo mais eficiente que a aplicação foliar, porquanto com menor dose de Mo atingiu-se maior produção da soja (2.713 kg/ha com 55 g/ha de Mo “versus” 2.574 kg/ha com 76 g/ha de Mo). Com zero (0) kg/ha de N houve pouca diferença de produtividade, mas a aplicação de Mo nas sementes também foi mais eficiente, em vista da menor dose necessária do micronutriente.

Fazendo uma análise conjunta dos quatro experimentos, verifica-se que em três deles a aplicação foliar do Mo aumentou a produção da soja. As doses mais proveitosas foram de 76 a 100 g/ha, praticamente as mesmas que possibilitaram a Berger et al. (1996) obterem as mais altas produções de feijão (*Phaseolus vulgaris*) nos mesmos municípios do presente estudo. Os aumentos (20 a 32%) conseguidos somente com o Mo na soja foram, entretanto, modestos quando comparados aos obtidos na cultura do feijão: por vezes mais de 100% (Amane et al., 1994; Berger et al., 1996; Vieira et al., 1992). Ressalte-se que quando houve efeito conjunto do N e do Mo, como ocorreu em Coimbra, em 1996/97, a produção da soja subiu mais de 60%. Outros autores (Lantmann et al., 1989; Santos et al., 1986; Tanaka et al., 1993; Vitti et al., 1984; Zambolim et al., 1975) obtiveram, com a cultura da soja, aumentos de rendimento, por ação da adubação molíbdica, que variaram de 22 a 29%. A maior

resposta do feijão à aplicação de Mo já havia sido ressaltada por Jacob-Neto e Franco (1995).

Somente no experimento de 1996/97, em Coimbra, a nodulação radical foi fraca, o que explicaria o efeito do N observado. Entretanto, no mesmo ano agrícola, em Viçosa, somente o N teve efeito, embora de modo relativamente modesto, apesar da boa nodulação. Nos experimentos de 1995/96, não houve efeito da adubação nitrogenada aparentemente porque os rizóbios conseguiram torná-la dispensável.

Quanto aos modos de aplicação do Mo (nas folhas ou nas sementes), os quatro experimentos mostraram que não houve diferença de efeito ou a aplicação nas sementes foi algo mais eficiente. Trabalhando com feijão, Berger et al. (1995) constataram que, para o cultivar Ouro, a aplicação foliar do Mo foi mais vantajosa que o seu emprego nas sementes, enquanto para o cv. Ouro Negro não houve diferença. Assim, parece que a eficiência de um ou outro método depende também do cultivar. Os autores nacionais (Lantmann et al., 1989; Santos & Estefanel, 1986; Tanaka et al., 1993; Vitti et al., 1984; Zambolim et al., 1975) que obtiveram sucesso com a adubação molíbdica da soja aplicaram o micronutriente por intermédio das sementes, por vezes não obtendo efeito significativo sobre o rendimento, podendo-se supor que as altas doses aplicadas (100 a 400 g/ha de Mo) e (ou) a sua utilização talvez prematura sejam responsáveis por tal resultado.

3.2 Teor de N-total nas folhas (Quadro 3)

Em razão de ter sido significativa a interação locais x anos x tratamentos ($P < 0,01$), apresentar-se-ão, em seguida, os resultados das análises de regressão por experimento.

N (kg/ha)	Mo (g/ha)	Viçosa		Coimbra	
		1995/96	1996/97	1995/96	1996/97
0	0	4,20	4,49	4,08	3,05
0	40	4,45	4,37	4,69	3,09
0	80	4,55	4,66	4,59	3,12
0	120	4,46	4,50	4,74	3,11
40	0	4,68	4,05	3,96	3,05
40	40	4,55	4,43	4,69	2,88
40	80	4,66	4,70	4,57	3,07
40	120	4,64	4,49	4,53	2,73
80	0	4,45	4,29	4,31	3,07
80	40	4,80	4,43	4,59	2,98
80	80	4,84	4,73	4,50	3,07
80	120	4,95	4,67	4,34	2,89
120	0	4,63	4,88	4,25	3,14
120	40	5,03	5,16	4,55	3,16
120	80	4,67	4,83	4,19	3,05
120	120	4,85	5,03	4,51	3,26
40 (0)	20* (40)*	4,64	4,54	4,43	3,20
40 (40)	40* (40)*	4,89	4,76	4,43	3,32
40 (0)	60* (80)*	4,85	4,50	4,20	2,78

40 (40)	80* (80)*	4,54	4,30	4,27	3,10
---------	-----------	------	------	------	------

Quadro 3 - Teor médio de N-total nas folhas (dag/kg), em função de doses de N e Mo, em Viçosa e Coimbra, nos anos agrícolas 1995/96 e 1996/97

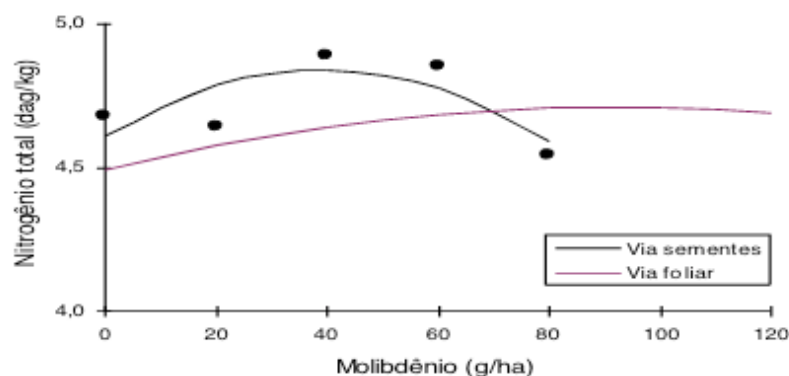
* Tratamentos adicionais em que o Mo foi aplicado nas sementes e não nas folhas. Entre parênteses, as doses usadas em 1996/97.

Viçosa (1995/96)

Houve efeito significativo do N e do Mo ($\hat{Y} = 4,27 + 0,006631^{**} N - 0,00002868^{\circ} N^2 + 0,004895^{**} Mo - 0,00002692^{\circ} Mo^2$; $R^2 = 0,71$), e a associação 116 kg/ha de N + 91 g/ha de Mo via foliar proporcionou um teor máximo estimado de N-total nas folhas de 4,88 dag/kg, um incremento de 14,3% em relação a N_0Mo_0 . Entretanto, o teor de N-total (4,49 dag/kg) associado à produtividade máxima (3.478 kg/ha) (Figura 1), foi obtido com 100 g/ha de Mo, independentemente da aplicação de N. Os dados obtidos para este local, neste ano (Quadro 3) estão todos dentro da faixa considerada adequada por Weir (1983), citado por Reuter (1986), que é de 4,2 – 5,4 dag/kg de N-total nas folhas. Paí et al. (1976), citados por Reuter (1986), obtiveram, em condições experimentais, 4,0 – 4,5 dag/kg de N-total para produção máxima de grãos.

Em relação aos tratamentos adicionais, houve efeito significativo do Mo ($\hat{Y} = 4,61 + 0,01173 Mo - 0,0001504^{*} Mo^2$; $R^2 = 0,60$), com o máximo estimado (4,84 dag/kg) proporcionado por 39 g/ha de Mo nas sementes, um incremento de 5,0% em relação ao estimado com o tratamento $N_{40}Mo_0$. Contudo, isso não se refletiu na produtividade, tendo mostrado apenas uma tendência em aumentá-la. Outros autores (Parker & Harris, 1962; Ruschel & Eira, 1969; Vitti et al., 1984) também obtiveram aumentos nos teores de N nas folhas quando aplicaram Mo nas sementes.

Comparando as formas de aplicação de 40 g/ha de Mo, nota-se (Figura 8) que o emprego do micronutriente nas sementes, com 40 kg/ha de N em cobertura, foi 4,3% mais eficiente que a aplicação foliar (4,84 e 4,64 dag/kg, respectivamente).



Via sementes: $\hat{Y} = 4,61 + 0,01173\text{Mo} - 0,0001504 \cdot \text{Mo}^2 \quad R^2 = 0,60$

Via foliar: $\hat{Y} = 4,49 + 0,004895 \cdot \text{Mo} - 0,00002692 \cdot \text{Mo}^2 \quad R^2 = 0,71$

° * e ** Significativo em nível de 10, 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Figura 8 - Teores de N-total nas folhas em função de doses de Mo via sementes e via foliar, com 40 kg/ha de N em cobertura, em Viçosa, no ano agrícola de 1995/96.

Coimbra (1995/96)

Houve influência significativa do N e do Mo ($\hat{Y} = 4,27 - 0,001145 \cdot N + 0,01007^{**} \text{Mo} - 0,00006386^{**} \text{Mo}^2$; $R^2 = 0,50$). Constatou-se pequeno efeito depressivo das doses de N sobre o teor de N-total nas folhas. A provável ação da interação N x S do fertilizante (sulfato de amônio) e, ou, a acidificação da rizosfera provocada por ele, aumentando a disponibilidade de alguns micronutrientes, teriam elevado a produção de matéria seca, resultando na diluição dos teores de N-total nas folhas. Com 79 g/ha de Mo em aplicação foliar, na ausência da aplicação de N, obteve-se um máximo estimado de 4,66 dag/kg de N-total nas folhas, um incremento de 9,1% em relação ao tratamento $N_0 \text{ Mo}_0$. Por sua vez, o teor de N-total (4,65 dag/kg) correspondente à produção máxima (2.761 kg/ha), foi obtido com 93 g/ha de Mo, independentemente da aplicação de N.

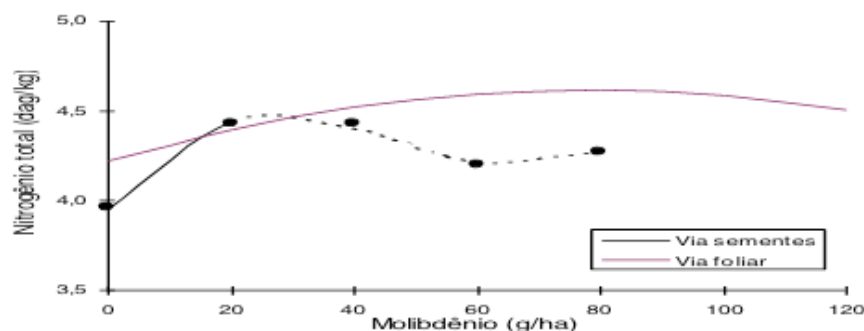
Com o emprego de doses crescentes de Mo nas sementes, constatou-se uma resposta cúbica do teor de N-total nas folhas, fenômeno de difícil explicação biológica ($\hat{Y} = 3,96 + 0,04431 \text{ Mo} - 0,001151 \cdot \text{Mo}^2 + 0,000008078 \cdot \text{Mo}^3$; $R^2 = 0,99$). Considerando apenas o ponto de máximo, 27 g/ha de Mo possibilitou 4,47 dag/kg de N-total, um incremento de 12,9% em relação ao tratamento $N_{40} \text{ Mo}_0$. Entretanto, esses tratamentos não influenciaram significativamente a produtividade.

Comparando as formas de aplicação do Mo, na presença de 40 kg/ha de N, observa-se (Figura 9) que, com menor dose do micronutriente empregado nas sementes (27 g/ha), atingiu-se o máximo estimado de 4,47 dag/kg, enquanto a aplicação foliar possibilitou maior teor de N-total (4,62 dag/kg), mas, para isso,

requeriu maior dose de Mo (79 g/ha).

Viçosa (1996/97)

Houve efeito significativo do N e do Mo, com ação depressiva do N, até a dose estimada de 37,0 kg/ha, sobre o teor de N-total nas folhas, possivelmente devido a efeito de diluição, conforme discutido anteriormente.



Via sementes: $\hat{Y} = 3,96 + 0,04431 \text{ Mo} - 0,001151 * \text{Mo}^2 + 0,000008078 * \text{Mo}^3 \quad R^2 = 0,99$

Via foliar: $\hat{Y} = 4,22 + 0,01007 * \text{Mo} - 0,00006386 * \text{Mo}^2 \quad R^2 = 0,50$

** e * Significativo em nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

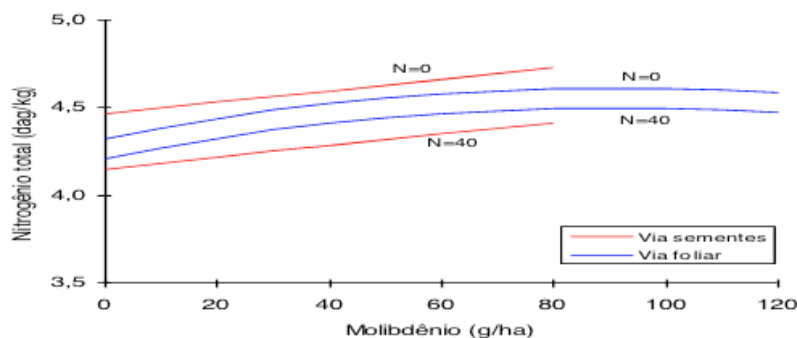
Figura 9 - Teores de N-total nas folhas em função de doses de Mo via sementes e via foliar, com 40 kg/ha de N em cobertura, em Coimbra, no ano agrícola de 1995/96.

Contudo, acima dessa dose observou-se aumento desse teor ($\hat{Y} = 4,32 - 0,006150^{**}N + 0,00008311^{**}N^2 + 0,006342^{**}Mo - 0,00003476 * Mo^2$; $R^2 = 0,79$). Quando se associaram 120 kg/ha de N com 91 g/ha de Mo por via foliar, o teor máximo estimado foi de 5,07 dag/kg, representando acréscimos de 10,0%, 6,0% e 17,4% em relação a N_0Mo_{91} , $N_{120}Mo_0$ e N_0Mo_0 , respectivamente, mostrando que o N incrementou mais o teor de N-total nas folhas do que o Mo. Todavia, o Mo não influenciou significativamente a produtividade, mas ela foi elevada linearmente pelas doses de N, e à dose de 120 kg/ha do macronutriente correspondeu o teor de N-total de 4,78 dag/kg.

Com a aplicação do Mo nas sementes, o teor de N-total nas folhas cresceu linearmente e a dose de 80 g/ha de Mo, na ausência da aplicação de N, promoveu um teor estimado de 4,73 dag/kg, um incremento de 6,0% em relação a N_0Mo_0 ($\hat{Y} = 4,46 - 0,007810^{**}N + 0,003297 * Mo$; $R^2 = 0,75$). O N (sulfato de amônio) provocou um efeito depressivo, assemelhando-se ao resultado obtido com os tratamentos do fatorial principal, possivelmente devido à diluição do teor de N-orgânico nas folhas com o aumento de produção de matéria seca. Em relação ao rendimento, o micronutriente provocou resposta diferente, pois, 54 g/ha de Mo, na ausência da aplicação de N, determinou uma produtividade mínima de 3.039 kg/ha, um decréscimo de 9,6% em relação ao tratamento N_0Mo_0 . Por outro lado, a dose de 40 kg/ha de N, na ausência

da aplicação de Mo, aumentou a produção (+ 241 kg/ha), com 4,15 dag/kg de N-total.

Comparando as formas de aplicação de 80 g/ha de Mo, nota-se (Figura 10) que, na ausência da aplicação de N, o teor de N-total nas folhas foi 2,8% superior com a aplicação do Mo nas sementes do que com sua pulverização nas folhas (4,73 dag/kg e 4,60 dag/kg, respectivamente). Na presença de 40 kg/ha de N, ocorreu o contrário, isto é, o emprego do Mo nas sementes resultou em menor concentração (4,41 dag/kg e 4,49 dag/kg, diferença de 2%).



Via sementes: $\hat{Y} = 4,46 - 0,007810 \cdot N + 0,003297 \cdot Mo$ $R^2 = 0,75$

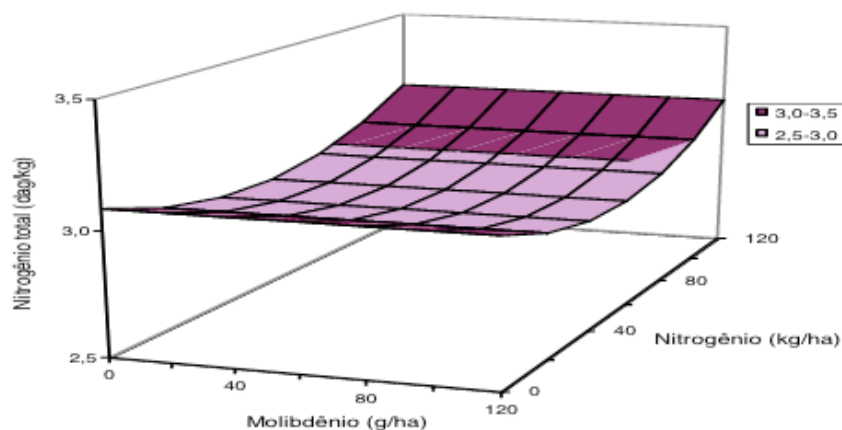
Via foliar: $\hat{Y} = 4,32 - 0,006150 \cdot N + 0,00008311 \cdot N^2 + 0,006342 \cdot Mo - 0,00003476 \cdot Mo^2$ $R^2 = 0,79$

** e * Significativo em nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Figura 10 - Cortes nas superfícies de resposta do teor de N-total nas folhas, nas doses de 0 e 40 kg/ha de N em cobertura, em função de Mo via sementes e via foliar, em Viçosa, no ano agrícola de 1996/97.

Coimbra (1996/97)

O N, até a dose estimada de 54 kg/ha, reduziu o teor de N-total nas folhas e, acima desse nível, passou a apresentar efeito positivo. Com o emprego de 120 kg/ha de N, independentemente da aplicação foliar de Mo, o teor foi de 3,16 dag/kg, um acréscimo de 2,3% em relação à ausência da aplicação de N ($\hat{Y} = 3,09 - 0,005265^{**} N + 0,00004905^{**} N^2$; $R^2 = 0,96$) (Figura 11). Por ocasião da coleta de folhas para análise, observou-se pequena nodulação das plantas em todos os tratamentos, provavelmente devido à presença no solo de algum fator desfavorável ao desenvolvimento das estirpes de *Bradyrhizobium* inoculadas. Isso pode ter contribuído para o não-efeito do Mo. Diferentemente, a associação de 120 kg/ha de N com 76 g/ha de Mo determinou a produtividade máxima estimada de 3.026 kg/ha (Figura 5), um incremento de 69,0% em relação a N_0Mo_0 . Deve-se salientar que as médias observadas neste local, para este ano (Quadro 3) encontram-se dentro da faixa considerada deficiente por Weir (1983), citado por Reuter (1986), que é de 2,2 – 3,2 dag/kg de N-total nas folhas.



$$\hat{Y} = 3,09 - 0,005265 * N + 0,00004905 * N^2 \quad R^2 = 0,96$$

** Significativo em nível de 1% de probabilidade, pelo teste t.

Figura 11 - Teores de N total nas folhas em função de doses de N em cobertura e de Mo via foliar, em Coimbra, no ano agrícola de 1996/97.

Quanto aos tratamentos adicionais, as doses de Mo, quando aplicadas nas sementes, também não mostraram efeito significativo sobre o teor de N-total nas folhas (Quadro 3), provavelmente por causa dos mesmos motivos apresentados para a sua aplicação por via foliar. Entretanto, a dose de 40 kg/ha de N, em relação à ausência de sua aplicação, elevou em 5,0% esta característica, lembrando ainda que, a combinação de 40 kg/ha de N com 55 g/ha de Mo proporcionou uma produtividade máxima estimada de 2.713 kg/ha (Figura 6), um incremento de 61,0% em relação a $N_0 Mo_0$.

3.3 Análise Geral

O rendimento da soja foi geralmente aumentado pela aplicação do Mo e, por vezes, pelo N. Isso demonstra que, em viçosa e Coimbra, a cultura da soja não deve receber adubo nitrogenado por ser mais caro. Ela deve ser inoculada com *Bradyrhizobium* e adubada com Mo, aplicado nas sementes ou nas folhas, por ser mais econômico.

Examinando os resultados dos quatro experimentos, verifica-se que o Mo, tanto em aplicação foliar como nas sementes, somente não trouxe aumentos significativos dos teores de N-total em Coimbra (1996/97).

Quanto à aplicação de N, ela provocou aumento ou ligeiro efeito depressivo de N-total nas folhas, neste segundo caso, muito provavelmente, devido ao efeito de diluição.

4 | CONCLUSÕES

Em três experimentos o Mo aplicado por via foliar aumentou o rendimento da soja e a dose mais favorável variou de 76 a 100 g/ha.

Em dois experimentos o N aplicado em cobertura incrementou a produtividade, sendo 120 kg/ha a dose mais favorável.

Sozinho, o Mo trouxe aumentos de produção que variaram de 20 a 32%, enquanto o efeito isolado do N foi de 11%.

Quando houve efeito conjunto de N e Mo, aumento produção foi de 69%.

Para o rendimento, não houve diferença entre a aplicação do Mo nas folhas ou nas sementes ou, a aplicação nas sementes foi algo mais eficiente.

Em geral, o molibdênio aumentou o teor de N-total nas folhas.

A inoculação das sementes com *Bradyrhizobium* e a aplicação de molibdênio, por via foliar ou nas sementes, são mais indicadas que a adubação nitrogenada.

HOMENAGEM PÓSTUMA

Ao saudoso professor e amigo **Clibas Vieira**, orientador desta pesquisa, rendemos o nosso mais profundo respeito e reconhecimento pela brilhante e dedicada carreira que desempenhou, e pelos exemplos de profissionalismo e competência que marcaram sua trajetória.

REFERÊNCIAS

AMANE, M. I. V.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A. A.; ARAÚJO, G.A. de A. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) às adubações nitrogenada e molíbdica. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 41, p. 202-216, 1994.

BERGER, P.G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G. A. de A. Efeitos de doses e épocas de aplicação do molibdênio sobre a cultura do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 473-480, 1996.

BERGER, P.G.; VIEIRA, C. & ARAÚJO, G. A. de A.; CASSINI, S.T.A. Peletização de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com carbonato de cálcio, rizóbio e molibdênio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 42, p. 562-574, 1995.

CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHARDER, M.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitrification of salicylic acid. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.**, v. 6, p. 71-81, 1975.

DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A.C. Mecanismos de absorção e de translocação de micronutrientes. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 1, 1988, Jaboticabal. **Anais...Piracicaba: Potafos/CNPq**, 1991. p.79-97.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. Stages of soybean development. Special Report 80. **Co-operative Extension Service**. Ames, Iowa: Iowa State University, 1977. 11 p.

JACKSON, C.M. **Soil chemical analysis**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1965. P. 195-196.

JACOB NETO, J.; FRANCO, A.A. Adubação de molibdênio em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 25, Viçosa, 1995. **Resumos expandidos...** Viçosa, SBCS, 1995. p. 1213-1215.

LANTMANN, A.F.; SFREDO, G.J.; BORKERT, C..M.; OLIVEIRA, M.C.N. de. Resposta da soja a

molibdênio em diferentes níveis de pH do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, p. 45-49, 1989.

LINDNER, R.C. Rapid analytical methods for some of the more common inorganic constituents of plant tissues. **Plant Physiologi**, v. 19, p. 76-89, 1944.

PARKER, M.B.; HARRIS, H.B. Soybean response to molybdenum and lime and the relationship between Yield and chemical composition. **Agronomi Journal**, v. 54, p. 480- 483, 1962.

REUTER, D.J. Temperate and sub-tropical crops. In: REUTER, D.J., ROBINSON, J. B. (Eds.). **Plant analysis**. Sydney: Melbourne, 1986. p. 38-99.

RUSCHEL, A.P.; EIRA, P.A. Fixação simbiótica do nitrogênio na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) : influência da adição de cálcio ao solo e molibdênio ao revestimento da semente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 4, p. 103-107, 1969.

SANTOS, O.S. dos; ESTEFANEL, V. Efeito de micronutrientes e do enxofre aplicados nas sementes de soja. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria/RS, v. 16, p. 5-17, 1986.

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; BULISANI, E.A.; CAMPIDELLI, C.; DIAS, O.S. Resposta da soja ao molibdênio aplicado em solo arenoso de cerrado de baixa fertilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 253-256, 1993.

VIEIRA, C.; NOGUEIRA, A. O.; ARAÚJO, G. A. de A. Adubação nitrogenada e molíbdica na cultura do feijão. **Revista de Agricultura**, v. 67, p. 117-124, 1992.

VITTI, G.C.; FORNASIERI FILHO, D.; PEDROSO, P.A.C.; CASTRO, R.S.A. Fertilizante com molibdênio e cobalto na cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 8, p. 349-352, 1984.

ZAMBOLIM, L.; SEDIYAMA, C.S.; RIBEIRO, A.C.; CHAVES, G. M. Efeito de fungicidas protetores e sistêmicos e molibdênio na emergência, produção e fixação simbiótica do nitrogênio em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 22, p. 440-448, 1975.

ALLELOPATHIC EFFECTS OF AQUEOUS EXTRACTS OF *LEUCAENA LEUCOCEPHALA* (LAM) OF WIT. ON LETTUCE (*LACTUCA SATIVA* L.) SEEDS

Cláudio Brito Coêlho

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Maria Eduarda Batista Vieira Fernandes

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Emmanoella Costa Guaraná Araujo

Universidade Federal do Paraná

Thiago Cardoso Silva

Universidade Federal do Paraná

Cibelle Amaral Reis

Universidade Federal do Paraná

Tarcila Rosa da Silva Lins

Universidade Federal do Paraná

Letícia Siqueira Walter

Universidade Federal do Paraná

Júlia Andresa Freitas da Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Anderson Oliveira de Lima

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Iaci Dandara Santos Brasil

Universidade Federal do Paraná

Marks Melo Moura

Universidade Federal do Paraná

Ernandes Macedo da Cunha Neto

Universidade Federal do Paraná

Tarcísio Viana de Lima

Universidade Federal Rural de Pernambuco

environment, the allelopathic effect is one form of interference related to the secondary metabolites. The aim of this study was to assess the allelopathic effects of aqueous extracts parts of *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.) on the germination of lettuce (*Lactuca sativa* L.). The parts of *Leucaena* collected originated extracts with different concentrations, using distilled water as the control treatment. Germination percentage (%G), speed of germination index (SGI), mean germination time (MGT, in days) and mean germination speed (MGS, in days), were analyzed. The completely randomized factorial design, composed of five concentrations (0%, 25%, 50%, 75%, 100%) of the extracts (factor 1) and three parts of *Leucaena* (leaves, fruits peels and seeds) (factor 2), with four replicates of 20 seeds each. Was made analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 95% of probability and regression analysis. No interactions were observed between the concentrations and the different parts of *Leucaena* for the %G. The fruit peel extracts in 75% and 100% reduced SGI and increase MGT. Leaf and fruit peels extracts at 100% concentration reduced the MGS. The regression analyzes presented high correlations of the seed extracts in relation to %G and extracts of leaves and fruit peels in relation to SGI, MGT and MGS. Therefore, aqueous extracts of *Leucaena*

ABSTRACT: In their search for resources for its growing and development, the plants make interactions with other beings and the

interfere in the germination of lettuce.

KEYWORDS: Allelopathy, plants, germination test.

EFEITOS ALELOPÁTICOS DE EXTRATOS AQUOSOS DE OF *LEUCAENA LEUCOCEPHALA* (LAM) OF WIT. SOBRE SEMENTES DE LETTUCE (*LACTUCA SATIVA* L.)

RESUMO: Na busca de recursos para o seu crescimento e desenvolvimento, as plantas interagem com outros seres e com o meio ambiente, sendo o efeito alelopático uma forma de interferência relacionada aos metabólitos secundários. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos alelopáticos dos extratos aquosos de partes de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.) Na germinação de alface (*Lactuca sativa* L.). As partes de *Leucaena* coletadas originaram extratos com diferentes concentrações, utilizando água destilada como tratamento controle. Foram analisados o percentual de germinação (% G), o índice de velocidade de germinação (VG), o tempo médio de germinação (TMG, em dias) e a velocidade média de germinação (VMG, em dias). O delineamento fatorial foi inteiramente casualizado, composto por cinco concentrações (0%, 25%, 50%, 75%, 100%) dos extratos (fator 1) e três partes de *Leucaena* (folhas, cascas e sementes de frutas) (fatorcom), com quatro repetições de 20 sementes cada. Foi feita análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 95% da análise de probabilidade e regressão. Não foram observadas interações entre as concentrações e as diferentes partes de *Leucaena* para o % G. Os extratos de casca de frutas em 75% e 100% reduziram a VG e aumentaram o TMG. O extrato de cascas de folhas e frutas na concentração de 100% reduziu a VMG. As análises de regressão apresentaram altas correlações dos extratos de sementes em relação a %G e extratos de folhas e cascas de frutos em relação a VG, TMG e VMG. Portanto, extratos aquosos de *Leucaena* interferem na germinação de alface.

PALAVRAS-CHAVE: Alelopatia, plantas, teste de germinação.

1 | INTRODUCTION

In their search for resources for its growing and development, the plants make interactions with other beings and the environment and those interactions could be of chemical nature, like the release of compounds that could interfere in the nourishment balance of the soil, rhizosphere acidification process and in the outflow of substances (Gurevitch et al., 2009).

The allelopathic effect is one form of interference related to the secondary metabolites, those organic compounds do not have a direct effect on the plant development, but are essential for its continuity in the habitat and can be released by alive or deceased material (Taiz et al., 2017; Moura et al., 2018).

Those effects can act as defense mechanism by regulating the populations, changing the species density pattern and restraining harmful plants infestations

(Souza Filho and Alves, 1998). In this perspective the knowledge about the synergic and antagonistic effects that the individuals could perform on one another is required since this could lead to a maximization in the production of combined plantations (Silva et al., 2018). The allelochemicals can be found in different vegetal organs and its concentration varies during their life cycle (Souza Filho et al., 2010).

Commonly known as Leucaena, the *Leucaena leucocephala* (Lam) of Wit. is an arboreal species originated from Central America that has a wide spatial distribution, multiple uses, fast growing, drought tolerance and fast dehiscence of its pod type fruits (Franco and Souto, 1986).

Being a member of the legume family, it is widely used in the recovery of degraded areas and in association with yearly crops, such roles highlights the significance of knowing its influence among others individuals. Under controlled conditions the Leucaena showed effectiveness in the management of invasive plants without undermine the main crop, being its use suggested in the natural control (Pires et al., 2001; Mauli et al., 2009). Therefore, the aim of this study was to try out the allelopathic effects of aqueous extracts of Leucaena on the germination and initial development of lettuce.

2 | METHODS

2.1 Bioassays and allelopathic effects

The experiment was conducted in laboratory under controlled conditions of temperature and humidity (25°C e 72% UR). The Leucaena vegetal material was collected in the city of Recife, Pernambuco state, Brazil, lat 08° 03' 14" S e long 34° 52' 52" W.

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) seeds with about 99% of germination rate were used as bioindicators for the germination analysis.

The location where the experiment took place and the material used were sterilized using alcohol 70%. A solution of 10% sodium hypochlorite was used for the seeds asepsis during five minutes after which the material was properly washed in flowing water.

An amount of 250g of each part of the plant- fresh material (seed, leaf and fruit peel) was crushed in a blender with 100 mL of distilled water to obtain the aqueous extracts (Cruz et al., 2000). After filtration process, the resulting extract was considered as 100%. Dilutions with distilled water were made from the absolute extract to originate solutions with 75%; 50% and 25% of concentration. The control treatment was characterized by distilled water only.

For the germination bioassays 4 repetitions with 20 seeds each disposed in *gerbox*® recipients underlaid with *germitest*® paper were used after appropriately sterilization with 90% alcohol for the first ones and in heating chamber the last ones,

following the Rules for Seeds Analysis (Brasil, 2009).

2.2 Analyzed Variables

a) Germination Percentage (G%)

The daily count of seeds, always in the same time schedule, was performed to obtain the germination percentage (G%). The germinated seeds were those that showed 2mm of radicular protrusion (Yamagushi; Gusman; Vestena, 2011). According to the seeds analysis standards (Brasil, 2009):

$$\%G = \frac{NG}{NT} \times 100 \quad (1)$$

Where:

NG = number of germinated seeds; and

NT = number of total germinated seeds per treatment

b) Speed of Germination Index (SGI)

The speed of germination index was calculated based on Maguire (1962) methodology:

$$IGS = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn} \quad (2)$$

Where:

G = number of germinated seeds in each day; and

N = number of days of seed counting

c) Mean Germination Time (MGT in days)

The mean time was established based on the Ferreira and Borghetti (2004) methodology:

$$T = \sum_{i=1}^k ni \times ti \div \sum_{i=1}^k ni \quad (3)$$

Where:

ni = number of germinated seeds in a defined period of time t.

d) Mean Germination Speed (MGS in days⁻¹)

The mean speed was computed accordingly with the Ferreira and Borghetti (2004) methodology:

$$S = \frac{1}{T} \quad (4)$$

2.3 Experimental design and statistical analysis

The experimental design was entirely randomized, composed by 4 lettuce treatments, with 4 repetitions of 20 seeds each resulting in a total of 80 seeds per treatment.

The data was submitted to variance analysis (ANOVA) and the means were compared by Tukey Test at 95% of probability, assisted by the Assistat software version 7.7 (Silva and Azevedo, 2016), being also performed regression analysis through graphics generated in the Microsoft Office Excel®.

3 | RESULTS

Interactions between the aqueous extracts concentrations and the distinct parts of *Leucaena* for the percentage of lettuce seeds germination under those extracts were not observed, showing no significant difference.

This behavior has diverged from the one related by Mauli et al. (2009) on which the leaves extracts over 20% of concentration already exhibit disturbance in the lettuce seeds germination percentage. Also, in the referred study there was no significant difference for the *Leucaena* extracts in soybean seeds (*Glycine max* (L.) Merrill) and morning glory (*Ipomoea grandifolia* (Dammer) O' Donell). Pires et al. (2001) observed that aerial portions (leaves and stem) aqueous extracts of *Leucaena* intervened as well in the decrease of germination percentage of railway beggarticks (*Bidens pilosa* L.) seeds. Besides that, Prates et al. (2000) noticed that aqueous extracts of *Leucaena* did not interfere in the germination of corn (*Zea mays* L.) seeds. Thus, the allelopathic potential of *Leucaena* with regard to germination percentage is observed accordingly to the species exposed to the extracts.

It was observed that when compared, the plant sections showed significant difference in the aqueous extracts of fruits peels in the 75% and 100% concentration in what concerns the SGI (Table 1), expressing a decrease in the index. When comparing the aqueous extracts of each portion of the plant, the treatment with 75% and 100% concentrations had a negative effect on the seeds, especially the absolute one whom was responsible for the SGI decrease on the seeds exposed to leaves extracts. A significant difference was not observed for the seeds extracts.

Extract concentration (%)	Plant portion			Means
	Leaves	Fruits peels	Seeds	
0	17,66 aAB	17,66 aA	17,66 aA	17,66
25	18,09 aA	19,40 aA	18,83 aA	18,78
50	18,81 aA	17,29 aA	17,97 aA	18,02
75	16,83 aAB	13,52 bB	17,12 aA	15,83
100	15,27 aB	11,27 bB	17,08 aA	14,54

Means	17,33	15,83	17,73
CV (%)		8,10	

Table 1. Speed of Germination Index (SGI) of lettuce seeds (*Lactuca sativa* L.) germination under distinct aqueous extracts concentrations of leaves, fruits peels and seeds of *Leucaena leucocephala* (Lam.) of Wit).

Means followed by the same letter do not statistically differ between them, by the Tukey Test under 95% of probability. Capital letters for column comparison and lowercase letters for line comparison.

The mean time of lettuce seeds germination (Table 2) increased when they were treated under the extracts of fruits peels of 75% and 100% concentration, displaying also a significant difference between the treatments with leaves and seeds extracts.

Extract concentration (%)	Plant portion			Means
	Leaves	Fruits peels	Seeds	
0	1,34 aA	1,34 aB	1,34 aA	1,34
25	1,19 aA	1,14 aB	1,10 aA	1,14
50	1,14 aA	1,26 aB	1,32 aA	1,24
75	1,32 bA	1,81 aA	1,29 bA	1,47
100	1,51 bA	2,21 aA	1,35 bA	1,69
Means	1,30	1,55	1,28	
CV (%)		14,45		

Table 2. Mean Germination Time (MGT, in days) of lettuce seeds (*Lactuca sativa* L.) germination under distinct concentrations of aqueous extracts of *Leucaena leucocephala* (Lam.) of Wit) leaves, fruits peels and seeds.

Means followed by the same letter do not statistically differ between them, by the Tukey Test under 95% of probability. Capital letters for column comparison and lowercase letters for line comparison.

The treatment with leaf extract and fruit peels in the 100% concentration decreased the lettuce seeds germination speed (Table 3). When comparing the *Leucaena* portions, the fruit peels reduced the mean germination speed in the extracts of 75% and 100% concentrations.

Extract concentration (%)	Partes da planta			Means
	Leaves	Fruits peels	Seeds	
0	0,76 aAB	0,76 aAB	0,76 aA	0,76
25	0,85 aAB	0,89 aA	0,91 aA	0,88
50	0,88 aA	0,80 aA	0,76 aA	0,81
75	0,76 aAB	0,57 bBC	0,79 aA	0,71
100	0,67 aB	0,46 bC	0,75 aA	0,63
Means	0,78	0,70	0,79	
CV (%)		12,70		

Table 3. Mean Germination Speed of lettuce (*Lactuca sativa* L.) seed under distinct aqueous

extracts concentrations of leaves, fruits peels and seeds of *Leucaena leucocephala* (Lam.) of Wit).

Means followed by the same letter do not statistically differ between them, by the Tukey Test under 95% of probability. Capital letters for column comparison and lowercase letters for line comparison.

For the leaves aqueous extracts, Rosa et al. (2007) and Mauli et al. (2009) noted the higher is the concentration, higher will be the time and lower will be the lettuce seed germination speed. This pattern was also observed in this study adding the fact that the fruits peels had a negative interference in those variables as well, accordingly with the regression analysis of the extracts influence in the lettuce seeds germination (Figure 01).

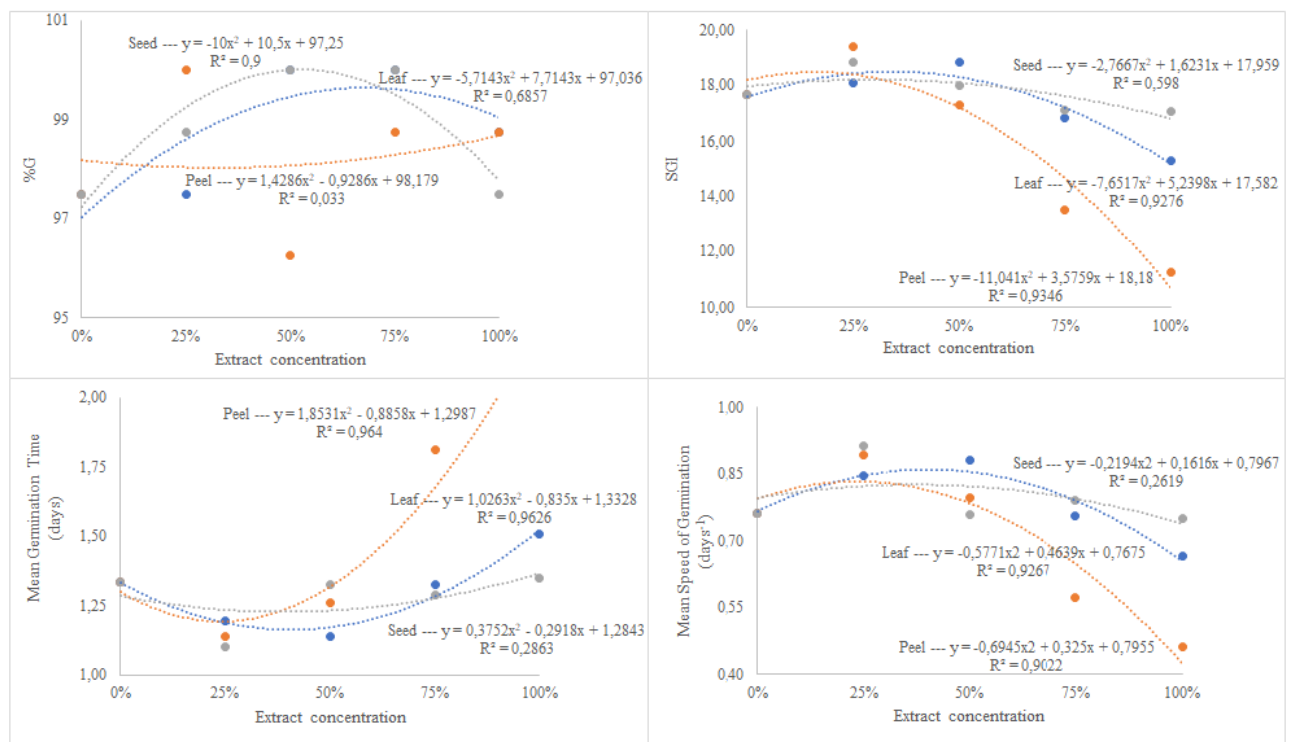


Figure 01 – Regression graphics of Germination Percentage (%G), Speed of Germination Index (SGI), Mean Germination Time (MGT, in days), Mean Germination Speed (MGS in days) of germination of lettuce seeds (*Lactuca sativa* L.) under distinct concentrations of aqueous extracts of leafes, fruits peels and seeds of *Leucaena leucocephala* (Lam.) of Wit).

Observing the regression analysis, there was high correlations between the seeds extracts and the germination percentage and between the leaves extracts and fruits peels as well in relation to SGI, MGT and MGS.

4 | CONCLUSIONS

The aqueous extracts of leaves, fruits peels and seeds of *Leucaena* exhibited interference on the germination and development of lettuce seeds, thus being suggested new studies with other seeds of economic or ecologic value.

REFERENCES

- Brasil. (2009) - Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para Análise de Sementes (RAS)*. Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal, Departamento de Defesa Vegetal. 395p.
- Cruz, M. E. S., Nozaki, M. H. & Batista, M. A. (2000) - Plantas medicinais e alelopatia. - *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, Brasília, n. 15, p. 28-34. <http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio15/15>
- Ferreira, A. G., Borghetti, F. (2004) - *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 324p.
- Franco, A. A., Souto, S. M. (1986) - *Leucaena leucocephala: uma leguminosa com múltiplas utilidades para os trópicos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa – Uapnpps. 7p.
- Gurevitch, J., Scheiner, S. M., Fox, G. A. (2009) - *Ecologia Vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 592p.
- Magure, J. D. (1962) - Speed of germination-aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigor. - *Crop Science*, Madson, v. 2, n. 1, p. 176-177. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- Mauli, M. M., Forte, A. M. T., Rosa, D. M., Picollo, G., Marques, D. S., Corsato, J. M., Leszczynski, R. (2009) - Alelopatia de leucena sobre soja e plantas invasoras. - *Revista Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 30, n. 1, p. 55-62. <http://hdl.handle.net/11449/42493>
- Moura, D. R., Araujo, E. C. G., Silva, T. C., Leão, S. L. M., Lima, T. V. (2018) - Efeitos alelopáticos de extratos de *Tradescantia zebrina* na germinação de *Lactuca sativa*. *Revista Ecologia e Nutrição Florestal*, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 45-50. <http://dx.doi.org/10.5902/2316980X30681>
- Pires, N. M., Prates, H. T., Pereira Filho, I. A. P., Oliveira Junior, R. S. O., Faria, T. C. L. (2001) - Atividade alelopática de Leucena sobre espécies de plantas daninhas. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 61-65. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162001000100011>
- Prates, H. T., Paes, J. M. V., Pires, N. M., Pereira Filho, I. A., Magalhães, P. C. (2000) - Efeito do extrato aquoso de leucena na germinação e no desenvolvimento do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 5, p. 909-914. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000500007>
- Rosa, D. M., Fortes, A. M. T., Mauli, M. M., Palma, D., Marques, D. S., Corsato, J. M., Leszczynski, R. (2007) - Potencial alelopático de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit sobre a germinação de sementes de plantas invasoras e soja. *Nota Científica. Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 525-527.
- Silva, F. A. S., Azevedo, C. A. V. (2016) - 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. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11522>
- Silva, M. C., Araujo, E. C. G., Silva, T. C., Araujo, A. B., Lins, T. R. S., Leão, S. L. M., Lima, T. V. (2018) - Alelopathic effects of *Tectona grandis* L.F. in the germination and initial development of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Agricultural Science*, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 382-387. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n1p382>
- Souza Filho, A. P. S., Alves, S. M. (1998) - *Alelopatia em ecossistema de pastagem cultivada*. Documentos, 109. Belém: Embrapa – Cpatu. 72 p.
- Souza Filho, A. P. S., Gurgel, E. S. C., Queiroz, M. S. M., Santos, J. U. M. (2010) - Atividade alelopática de extratos brutos de três espécies de Copaifera (Leguminosae-Caesalpinioideae). *Planta Daninha*, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 743-751. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582010000400006>
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., Murphy, A. (2017) - *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto

Alegre: Artmed, 858 p.

Yamagushi, M. Q., Gusman, G. S., Vestena, S. (2011) - Efeito alelopático de extratos aquosos de *Eucalyptus globulus* Labill. e de *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, n. 4, p.1361-1374. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n4p136>

ALLELOPATHIC EFFECTS OF *CORYMBIA TORELLIANA* ON THE GERMINATION AND INITIAL DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL AND FOREST SPECIES

Lucas Araújo Moura

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Emmanoella Costa Guaraná Araujo

Universidade Federal do Paraná

Thiago Cardoso Silva

Universidade Federal do Paraná

Antonio Leonardo Sousa Modesto

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Tarcila Rosa da Silva Lins

Universidade Federal do Paraná

Letícia Siqueira Walter

Universidade Federal do Paraná

Cibelle Amaral Reis

Universidade Federal do Paraná

Iaci Dandara Santos Brasil

Universidade Federal do Paraná

Ernandes Macedo da Cunha Neto

Universidade Federal do Paraná

Jade Cristynne Franco Bezerra

Universidade Federal do Paraná

Marks Melo Moura

Universidade Federal do Paraná

Tarcísio Viana de Lima

Universidade Federal do Paraná

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the allelopathic effects of aqueous extracts of *Corymbia torelliana* produced from leaves, bark and fruit. Seeds of *Lactuca sativa* L. and *Moringa oleifera* L. were tested, representing

agricultural and forestry seeds, respectively. The germitest paper was used as substrate, it was moistened with distilled water, and aqueous extract in concentrations of 100%, 75%, 50%, 25% and 0% (distilled water). The extracts were homogeneously deposited on twenty seeds evenly distributed in gerbox-type boxes. The material used was submitted to the asepsis procedure, being sterilized previously with alcohol (70%). A completely randomized experimental design with four replicates was used and the experiment was conducted under natural conditions of temperature and humidity. The experiment was carried out in the laboratory, being monitored daily for 10 days and the observed variables were Germination Percentage (%G), Speed of Germination Index (SGI), Mean germination time (MGT) and Mean speed of germination (MSG). The data were submitted to Analysis of Variance and, where necessary, compared by Tukey test considering 95% of probability. It was observed that the extract produced from the leaves of the species studied, most of the time, caused negative interference in the variables studied for both species. On the other hand, the peel and the fruits contributed to decrease the average germination time of lettuce seeds, accelerating the process. It was concluded that aqueous extracts of leaves of *C. torelliana* had inhibitory potential in relation to the variables studied.

Thus, *C. torelliana* is not indicated for intercropping with lettuce.

KEYWORDS: *Eucalyptus*, inhibition, intercropping, *Moringa oleifera*.

EFEITOS ALELOPÁTICOS DE *CORYMBIA TORELLIANA* NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE ESPÉCIE AGRÍCOLA E FLORESTAL

RESUMO: Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos alelopáticos de extratos aquosos de *Corymbia torelliana* produzidos a partir de folhas, cascas e frutos. Foram testadas sementes de *Lactuca sativa* L. e *Moringa oleifera* L., representando sementes agrícolas e florestais, respectivamente. O papel germiteste foi utilizado como substrato, umedecido com água destilada e extrato aquoso nas concentrações de 100%, 75%, 50%, 25% e 0% (água destilada). Os extratos foram depositados homogeneamente sobre vinte sementes distribuídas uniformemente em caixas do tipo gerbox. O material utilizado foi submetido ao procedimento de assepsia, sendo esterilizado previamente com álcool (70%). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, e o experimento foi conduzido sob condições naturais de temperatura e umidade. O experimento foi realizado em laboratório, sendo monitorado diariamente por 10 dias e as variáveis observadas foram Porcentagem de Germinação (% G), Índice de Velocidade de Germinação (SGI), Tempo Médio de Germinação (MGT) e Tempo Médio de Germinação (MSG). Os dados foram submetidos à Análise de Variância e, quando necessário, comparados pelo teste de Tukey considerando 95% de probabilidade. Observou-se que o extrato produzido a partir das folhas das espécies estudadas, na maioria dos casos, apresentou interferência negativa nas variáveis estudadas para ambas as espécies. Por outro lado, a casca e os frutos contribuíram para diminuir o tempo médio de germinação das sementes de alface, acelerando o processo. Concluiu-se que extratos aquosos de folhas de *C. torelliana* apresentaram potencial inibitório em relação às variáveis estudadas. Assim, *C. torelliana* não é indicado para consórcio com alface.

PALAVRAS-CHAVE: *Eucalyptus*, inibição, consórcio, *Moringa oleifera*.

1 | INTRODUCTION

The planting of fast-growing species, such as those of the genera *Eucalyptus* and *Corymbia*, contribute to the expansion and diversification of timber and non-timber forest production, besides presenting high adaptability to the most diverse soil and climatic conditions (Ferreira et al., 2017).

However, pure plantations can cause a number of environmental problems due to high export of nutrients from the soil during harvesting, edaphic exposure, low ecological diversity and high loss of moisture. In this way, intercropped plantations appear as an alternative to mitigate the impacts caused by the production systems in monocultures, being essential to know the interaction between the organisms implanted in the system (Liu et al., 2015).

Consortium systems can be established with tree and/or agricultural crops, which leads to a greater diversification of production, allowing the production of food and wood, for example. Thus, several species can be used in a consortium. Studies carried out in Brazil highlight the species *Corymbia torelliana*, due to its potential for timber, consequently, the species arouses interest in further studies regarding its performance in different regions of the country (Reis et al., 2014).

The wood of *C. torelliana* presents desirable characteristics for the civil construction, furniture and sawmill. This species also has good growth characteristics, as well as tolerance to adverse environmental conditions and resistance to dry wood termites (Reis et al., 2014).

Another species worth highlight is the *Moringa oleifera* Lam., that belongs to the family *Moringaceae*. It is characterized as perennial arboreal species, alternating and composite leaves, inflorescences with white flowers (Pérez et al., 2010; Oliveira Neto et al., 2007). Besides being an alternative for integrated plantations, it can be cultivated in tropical and subtropical areas of the world, not counting its use as source of human and animal food supplement, water treatment, biodiesel production, ornamental use, in folk medicine, among other utilities (Rolof, 2009; Pérez, et al., 2010; Nascimento et al., 2015).

Plant species have properties that are closely related to the characteristics of the substrate in which they develop (Pinto et al., 2016) such organic compounds are produced in the secondary metabolism and exert influence on the other organisms that can be beneficial or not, favoring the individual that produces them (Kerbaudy, 2012; Taiz et al., 2017).

In nature, living organisms interact in a natural way, and phenomena such as competition, indirect interference and allelopathy can occur, in which competition consists of the dispute over the resources present in the environment. Allelopathy is the process in which the vegetable releases its secondary metabolites inhibiting the establishment and development of other plant species (Sousa & Cardoso, 2013). In the genus *Eucalyptus* are cyanogenic glycosides, triterpenes and monoterpenes as components of the essential oils, responsible for the allelopathic effects on other species, interfering in the germination and growth (Tomaz et al., 2014)

Such studies are important to subsidize weed management and control techniques, reduce the use of herbicides, and understand their behavior on commercial crops, allowing the use of more efficient agroecological systems (Moura et al., 2015).

In this context, this research aimed to evaluate the allelopathic effects in different concentrations of extracts of leaves, fruits and bark of *Corymbia torelliana* on germination and the initial development of *Moringa oleifera* L. e *Lactuca sativa* L.

2 | METHOD

The experiment was carried out in a laboratory with controlled hygrothermal conditions (25°C and 75% relative humidity), the *Corymbia tolieriana* plant material used in the preparation of the extracts was collected in the city of Recife-PE.

For the germination test, the *M. oleifera* (moringa) seeds, were collected from 10 matrices from the rural area of the city of Macaparana-PE and *L. sativa* (lettuce) obtained commercially. The fruits were harvested and the damaged seeds were removed.

The material used for the experiment was sterilized with alcohol (70%). The seed asepsis was performed with water and detergent solution, immersed for five minutes and then washed with running water (BRASIL, 2009).

The aqueous extracts were obtained from the bark, leaf and fruit. In which, 250 g of each part of the plant was crushed in a blender with one liter of distilled water for three minutes (Cruz et al., 2000). The extract was filtered and represented the 100% concentration, from which dilutions were made with distilled water for 75%, 50% e 25%. These extracts were used to irrigate the seeds, replacing the distilled water and, for the control, only distilled water.

Four replicates with twenty seeds were used for each treatment, arranged evenly in boxes of the Gerbox® type. As substrate was used a greenhouse sterilized germitest paper sheet, according to the Rules for Seed Analysis (Brasil, 2009). The seeds were counted daily to obtain the data, during 10 days.

The variables analyzed at the time were percentage of germination (%G), speed germination index (SGI), average time of germination (ATG) and the average speed of germination (ASG). To the %G, were considered germinated those that presented 2 mm of radicular protrusion, and calculated from the formula suggested by Yamagushi; Gusman; Vestena (2011):

$$\%G = \left(\frac{NG}{NT} \right) \times 100 \quad (1)$$

Where,

NG = number of germinated seeds; NT = total number of seeds per treatment

Speed of Germination Index (SGI), was calculated by the methodology of Maguire (1962):

$$SGI = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn} \quad (2)$$

Where,

G1, G2, ... Gx = number of daily germinated seeds; N1, N2, ... Nx = number of count days.

To the ATG, the methodology suggested by Ferreira and Borghetti (2004) was used:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^k n_i \times t_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (3)$$

Where,

n_i = number of seeds germinated in a certain time interval t_i .

And the ASG, caracterizada como o inverso do tempo médio de germinação, foi calculada a partir da fórmula sugerida por Ferreira and Borghetti (2004):

$$ASG = \frac{1}{t} \quad (4)$$

The experiment was installed under a completely randomized design, analyzed in a 3 x 5 x 4 factorial scheme (three parts of the plant, five dilutions and four replicates). The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5% of significance, with the aid of software Assistat version 7.6 beta (Silva & Azevedo, 2016).

3 | RESULTS

In general, *C. torelliana* extract affected the germination of lettuce seeds, especially when the results obtained from leaf extract data (Table 1). Fruit extract showed the highest interference only at 100% concentration.

Concentration of the extract (%)	Parts of the plant			Average
	Leaves	Barks	Fruits	
0	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA	100,00
25	76,25 aB	83,75 aAB	76,25 aB	78,75
50	50,00 bC	76,25 aB	71,25 aB	65,83
75	50,00 bC	70,00 aBC	58,75 abB	59,58
100	32,50 bC	55,00 aC	31,25 bC	39,58
Average	61,75	77,00	67,50	
CV (%)		12,84		

Table 1. Percentage of germination of *Lactuca sativa* seeds submitted to different concentrations of extracts made from leaves, bark and fruits of *Corymbia torelliana*.

Means followed by the same letter do not differ statistically from each other, by the Tukey test at 95% probability. Capital letters for comparison in columns and lowercase letters for comparison in rows.

According to Table 2, the leaf extracts at all concentrations differed from the control, but from the concentration 50% there was no statistical difference between the concentrations. In the barks extracts, the greatest reduction in SGI occurred at 50% and 100% concentrations, being more expressive in that latter.

Concentration of the extract (%)	Parts of the plant			Average
	Leaves	Barks	Fruits	
0	8,03 aA	8,03 aA	8,03 aA	8,03
25	4,37 bB	6,38 aB	5,50 abB	5,41
50	2,31 bC	5,36 aBC	4,89 aBC	4,19
75	2,24 cC	6,03 aB	4,02 bC	4,10
100	1,26 bC	4,45 aC	2,41 bD	2,70
Average	3,64	6,05	4,97	
CV (%)		14,39		

Table 2. Speed germination index of *Lactuca sativa* seeds submitted to different concentrations of extracts made from leaves, bark and fruits of *Corymbia torelliana*.

Means followed by the same letter do not differ statistically from each other, by the Tukey test at 95% probability. Capital letters for comparison in columns and lowercase letters for comparison in rows.

By observing the different parts of the plants, the leaf extracts presented greater interference, increasing the ATG from the concentration 50% (Table 3), the increase in concentrations was inversely proportional to the mean germination time. The extracts produced from fruits and barks accelerated the process, reducing the average time of germination from the concentration 75%. This effect is also evident in Table 4, where the average speed of germination increases from the same point.

Concentration of the extract (%)	Parts of the plant			Average
	Leaves	Barks	Fruits	
0	3,27 aC	3,27 aA	3,27 aA	3,27
25	3,93 aBC	3,60 aA	3,38 aA	3,63
50	4,57 aAB	3,34 bA	3,44 bA	3,78
75	4,72 aAB	2,91 bA	3,27 bA	3,64
100	5,13 aA	2,97 bA	2,99 bA	3,70
Average	4,32	3,22	3,27	
CV (%)		13,81		

Table 3. Average time of germination of *Lactuca sativa* seeds submitted to different concentrations of extracts made from leaves, bark and fruits of *Corymbia torelliana*

Means followed by the same letter do not differ statistically from each other, by the Tukey test at 95% probability. Capital letters for comparison in columns and lowercase letters for comparison in rows.

Concentration of the extract (%)	Parts of the plant			Average
	Leaves	Barks	Fruits	
0	0,31 aA	0,31 aA	0,31 aA	0,31
25	0,25 aAB	0,29 aA	0,30 aA	0,28

50	0,22 bB	0,30 aA	0,29 aA	0,27
75	0,21 bB	0,34 aA	0,31 aA	0,29
100	0,21 bB	0,34 aA	0,34 aA	0,30
Average	0,24	0,31	0,31	
CV (%)		11,53		

Table 4. Average speed of germination of *Lactuca sativa* seeds submitted to different concentrations of extracts made from leaves, bark and fruits of *Corymbia torelliana*

Means followed by the same letter do not differ statistically from each other, by the Tukey test at 95% probability. Capital letters for comparison in columns and lowercase letters for comparison in rows.

From the forest species assessment, no significant differences were found between the extracts from different parts (Table 5). However, when the concentrations were observed, it was possible to perceive that the ones that exerted most influence on the germination percentage of the moringa seeds were those of 75% and 100% of the extracts produced from the leaves. There was inhibition of more than 22% of the material when compared to the control. No significant differences were observed in factor 1 or in F1 x F2 interaction. Therefore, it was not necessary to perform the means test for these variables.

Concentration of the extract (%)	Parts of the plant			Average
	Leaves	Barks	Fruits	
0	92,50	92,50	92,50	92,50 a
25	86,25	92,50	72,50	83,75 ab
50	77,50	75,00	72,50	75,00 bc
75	68,75	73,75	73,75	72,08 cd
100	58,75	68,75	66,25	64,58 d
Average	76,75	80,50	75,50	
CV (%)		10,45		

Table 5. Percentage of germination of *Moringa oleifera* seeds submitted to different concentrations of extracts made from leaves, bark and fruits of *Corymbia torelliana*.

Means followed by the same letter do not differ statistically from each other, by the Tukey test at 95% probability. Capital letters for comparison in columns and lowercase letters for comparison in rows.

In relation to the rate of germination, it was verified that the bark had a lower influence of the seeds of moringa. In contrast, SGI decreases proportionally with the increase in the concentration of the extract produced from the leaves. As the F of the interaction was not significant, the mean comparison test (Table 6) was not applied.

Concentration of the extract (%)	Parts of the plant			Average
	Leaves	Barks	Fruits	
0	5,05	5,05	5,05	5,05 a
25	4,71	5,11	4,28	4,71 a
50	4,11	4,19	3,71	4,00 b

75	3,35	4,13	4,01	3,83 b
100	2,58	3,46	3,24	3,10 c
Average	3,96 b	4,39 a	4,06 ab	
CV (%)		11,70		

Table 6. Speed germination index of *Moringa oleifera* seeds submitted to different concentrations of extracts made from leaves, bark and fruits of *Corymbia torelliana*.

Means followed by the same letter do not differ statistically from each other, by the Tukey test at 95% probability. Capital letters for comparison in columns and lowercase letters for comparison in rows.

The mean germination time of the moringa seeds increased proportionally with the percentage of leaf extract concentration. On the other hand, the fruit extract only interfered in the concentration of 100% (Table 7)

Concentration of the extract (%)	Parts of the plant			Average
	Leaves	Barks	Fruits	
0	3,85 aC	3,85 aA	3,85 aBC	3,85
25	3,95 aBC	3,78 aA	3,60 aC	3,78
50	4,01 abBC	3,82 bA	4,24 aAB	4,03
75	4,34 aB	3,72 bA	3,90 bBC	3,99
100	4,81 aA	4,16 bA	4,50 abA	4,49
Average	4,19	3,87	4,02	
CV (%)		5,76		

Table 7. Average time of germination of *Moringa oleifera* seeds submitted to different concentrations of extracts made from leaves, bark and fruits of *Corymbia torelliana*

Means followed by the same letter do not differ statistically from each other, by the Tukey test at 95% probability. Capital letters for comparison in columns and lowercase letters for comparison in rows.

The mean germination speed of the moringa seeds was slightly affected by extracts of *C. torelina* (Table 8).

Concentration of the extract (%)	Parts of the plant			Average
	Leaves	Barks	Fruits	
0	0,26 aA	0,26 aA	0,26 aAB	0,26
25	0,25 bAB	0,26 abA	0,28 aA	0,27
50	0,25 abAB	0,26 aA	0,24 bBC	0,25
75	0,23 bBC	0,27 aA	0,26 aAB	0,25
100	0,21 bC	0,24 aA	0,22 abC	0,22
Average	0,24	0,26	0,25	
CV (%)		5,53		

Table 8. Average speed of germination of *Moringa oleifera* seeds submitted to different concentrations of extracts made from leaves, bark and fruits of *Corymbia torelliana*.

Means followed by the same letter do not differ statistically from each other, by the Tukey test at 95% probability. Capital letters for comparison in columns and lowercase letters for comparison in rows.

Considering the regressions obtained from the studied variables, in both cases, it is perceptible that the extracts produced with leaves of *C. torelliana* had the highest values of R^2 , which may suggest a high correlation between the concentration of the extract and its potential allelopathic (Figures 1 and 2). It is possible to correlate this information with the tables, since the extracts produced from the leaves were the ones that presented the greatest inhibition for the germination of the seeds.

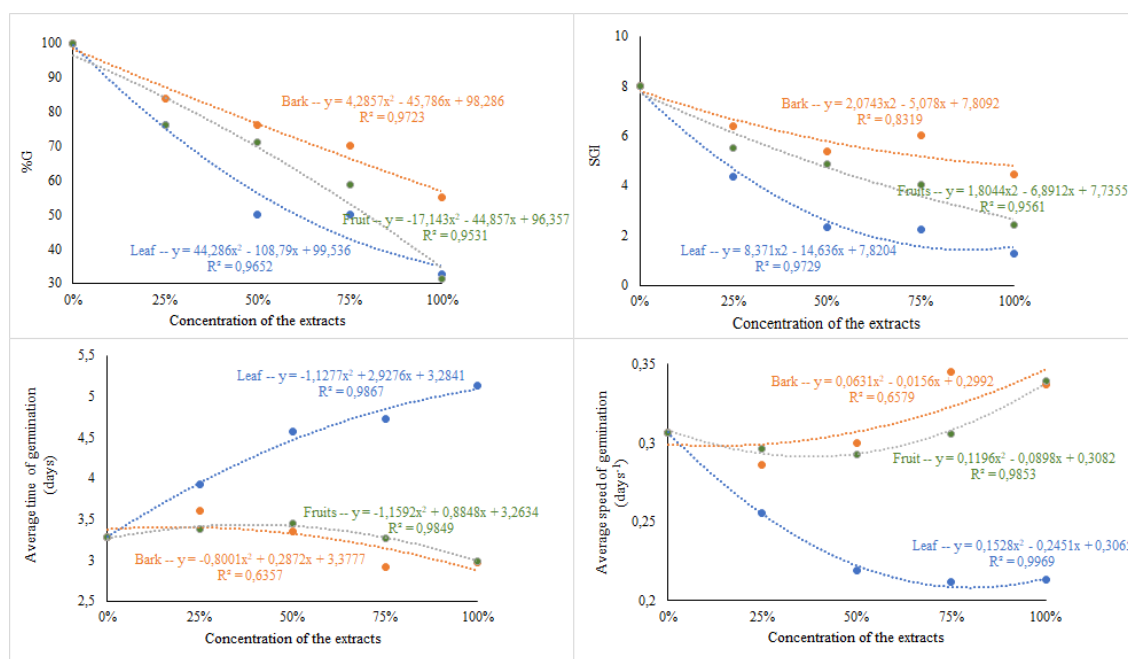


Figure 1. Regression graphs of percentage of germination (%G), Speed of Germination Index (SGI), Average time of germination (ATG, in days) and Average speed of germination (ASG, in days⁻¹) of germination of *Lactuca sativa* seeds submitted to different concentrations of aqueous extract of *Corymbia torelliana*.

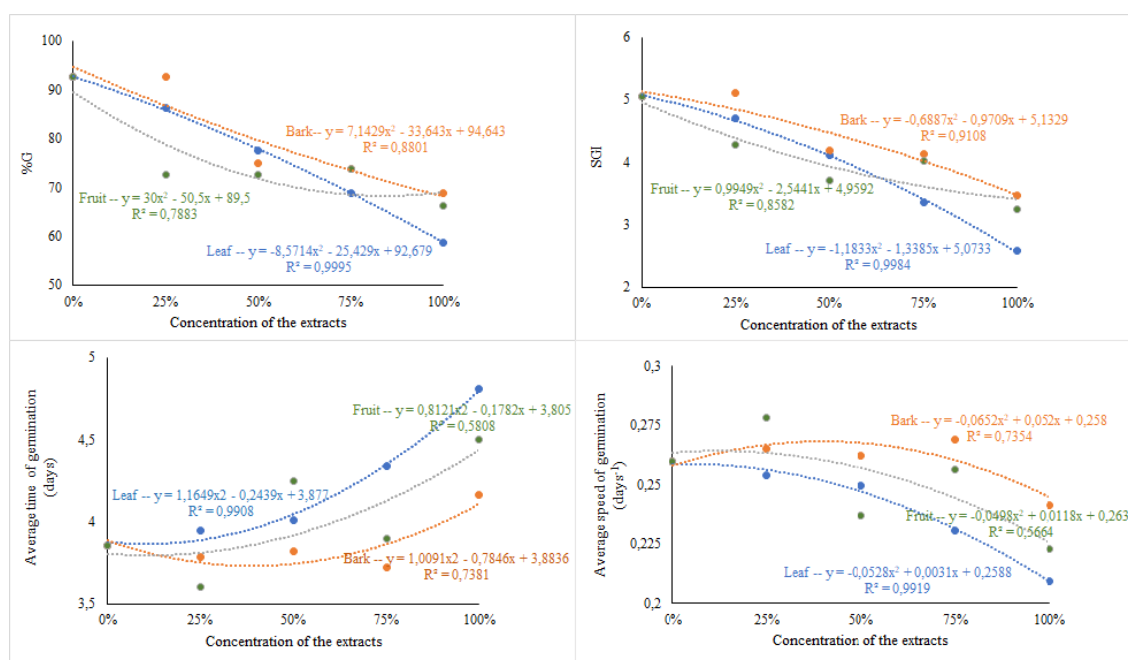


Figure 2. Regression graphs of percentage of germination (%G), Speed of Germination Index (SGI), Average time of germination (ATG, in days) and Average speed of germination (ASG, in days⁻¹) of germination of *Moringa oleifera* seeds submitted to different concentrations of aqueous extract of *Corymbia torelliana*.

4 | DISCUSSION

There are few records in the literature that discuss the allelopathic potential of this species. This type of information is important when combining forest and agricultural crops to support the choice of species to be combined or to help combat unwanted plants.

The combination of vegetable cultivation with *Eucalyptus* species in agroforestry systems (SAFs) has been frequent among growers. As these forest species produce allelopathic substances, which may interfere with the germination, growth and development of these vegetables, it is important to know their level of interference in these variables. In a study with *Eucalyptus citriodora*, the authors Bedin et al (2006) found that in extracts produced with dry leaves of this species, in concentrations 3 and 5%, presented negative effects on the speed of germination of tomato seeds (*Lycopersicum esculentum*), which ratifies the results found for the germination of lettuce in this study.

Carvalho et al. (2015), in a study to evaluate the allelopathic effect of aqueous extracts of *Eucalyptus* leaves on *Urochloa decumbens* and *Panicum maximum*, indicate the existence of allelopathic potential of *E. urograndis* on the species mentioned above, with the highest effects observed at concentrations of 50% and 100% of the *Eucalyptus* leaf extract. The germination speed index and radicle length were the most affected characteristics at all concentrations, corroborating with the results found for lettuce under the conditions of this study.

In a study using extracts produced with leaves of *Eucalyptus grandis* to test their allelopathic potential in the germination of lettuce, broccoli and cabbage, the authors Goetze e Thomé (2004) verified that there was interference mainly of the extracts produced from dry leaves, that inhibited the germination of the seeds. There was still influence on the length of the aerial part and the root of the seedlings, presenting smaller sizes than the witnesses. The seeds of broccoli presented the final fresh weight affected in the situation in which it was put to germinate in extract elaborated from dry leaves of *Eucalyptus*.

Yamagushi, Gusman and Vestena (2011) verified that the extracts of eucalypt leaves reduced and inhibited the percentage of germination, where from the 70% concentration the greatest inhibition was verified. They also emphasized in their study that, regardless of the aqueous extract, the percentage of germination was reduced with the increase of the higher concentrations.

On the other hand, the aqueous extract of *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson didn't affect the germination and vigor of the seeds nor the initial growth of the tomato seedlings in the study developed by Ferraz et al. (2014).

No significant allelopathic action was identified between the extracts of *C. torelliana* and *M. oleífera*, o which indicates that the extracts can affect the productivity of agricultural species, however, species of arboreal size are not affected. Thus, the

consortium between *C. torelliana* and other trees can easily succeed, however, some care must be taken when using the species in agroforestry systems.

5 | CONCLUSIONS

The extract produced from the leaves of the species studied, most of the time, caused negative interference in the variables studied for both species. On the other hand, the bark and the fruits contributed to decrease the average time of germination of *Lactuca sativa* seeds, accelerating the process.

In this way, aqueous extracts produced by leaves of *C. torelliana* had inhibitory potential in relation to the variables studied. Thus, *C. torelliana* is not indicated for intercropping with lettuce, due to the deposition of leaves in the litter that could damage the initial phases of these species.

However, if there is an interest in consociating *C. torelliana* with other species, tests with these species should be carried out to confirm if there is an inhibitory effect or if they are compatible.

REFERENCES

- Bedin, C., Mendes, L. B., Trecento, V. C., Silva, J. M. S. (2006) Efeito alelopático de extrato de *Eucalyptus citriodora* na germinação de sementes de tomate (*Lycopersicum esculentum* M.). *Revista Científica Eletônica De Agronomia*, (10).
- Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal, Departamento de Defesa Vegetal, 2009. 395p.
- Carvalho, F. P., Melo, C. A. D., Machado, M. S., Dias, D. C. F. S., Alvarenga, E. M. (2015). The allelopathic effect of eucalyptus leaf extract on grass forage seed. *Planta Daninha*, 33(2), 193-201. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-83582015000200004>
- Cruz, M. E. S., Nozaki, M. H., Batista, M. A. (2000). Plantas medicinais e alelopatia. *Biotechnology Ciência e Desenvolvimento*, (15), 28- 34.
- Ferraz, A. P. F., Pinto M. A. D. da S. C., Coelho Júnior, L. F., Calado T. B., Araújo, A. V. de. (2014). Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de eucalipto na germinação e no crescimento inicial da cebola e do tomateiro. *Enciclopédia biosfera*, 10 (19), 1-14.
- Ferreira, A.G., Borghetti, F. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 324p.
- Ferreira, D. H. A. A., Leles, P. S. S., Neto, S. N. O., Paula, T. R., Coutinho, R. P., Silva, R. L. (2017). Crescimento e Produção de Eucalipto na Região do Médio Paraíba do Sul, RJ. *Floresta Ambiente*, 24, 1-9. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.131315>
- Goetze, M., Thomé, G. C. H. (2004). Efeito alelopático de extratos de *Nicotiana tabacum* e *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de três espécies de hortaliças. *Revista Brasileira de Agrociência*, 10 (1), 43-50. <http://dx.doi.org/10.18539/cast.v10i1.686>
- Kerbaudy, G. B. Fisiologia vegetal. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 431 p.

- Liu, J., Mooney, H., Hull, V., Davis, S. J., Gaskell, J., Hertel, T., Lubchenco, J., Seto, K. C., Gleick, P., Kremen, C., Li, S. (2015) Systems integration for global sustainability. *Science*, 347 (6225), 963-974. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1258832>
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2(1), 176-177. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- Moura, G. S., Jardinetti, V. A., Nocchi, P. T. R., Schwan-Estrada, K. R. F., Franzener, G. (2015). Potencial alelopático do óleo essencial de plantas medicinais sobre a germinação e desenvolvimento inicial de picão-preto e pimentão. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 17 (2), 51-62. <http://dx.doi.org/10.17921/1415-6938.2013v17n2p%25p>
- Nascimento, V. R., Biagi, J. D., Oliveira, R. D. (2015). Modelagem matemática da secagem convectiva com radiação infravermelha de grãos de *Moringa oleífera*. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, 19(7), 686-692. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n7p686-692>
- Oliveira Neto, S. N., Reis, G. G. (2007). Eucalipto: as questões ambientais e seu potencial para Sistemas Agrossilvipastoris. In: Fernandes, E. N. et al. (Org.). Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 245-282.
- Pérez, A., Sánchez, T., Armengol, N., Reys, F. (2010). Características y potencialidades de *Moringa oleífera*, Lamark: una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 33(4).
- Pinto, H. C. A., Barreto-Garcia, P. A. B., Gama-Rodrigues, E., Oliveira, F. G. R. B., Paula, A., Amaral, A. R. (2016). Decomposição da serapilheira foliar de floresta nativa e plantios de *Pterogyne nitens* e *Eucalyptus urophylla* no sudoeste da Bahia. *Ciência Florestal*, 26(4), 1141-1153. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509825105>.
- Reis, C. A. F., Assis, T. F., Santos, A. M., Paludzyszyn Filho, E. (2014). *Ocymybia torelliana*: estado da arte de pesquisas no Brasil. *Documentos* 261. Colombo: Embrapa Florestas.
- Roloff, A., Weisgerber, U., Lang, U., Stimm, B. (2009) *Moringa oleífera* Lam, 1785. *Enzyklopadie der Holzgewachse Handbuch und Atlas der Dendrologie*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. 2009.
- Silva, F. A. S., Azevedo, C. A. V. (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, 11(39), 3733-3740. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2016.11522>.
- Sousa, V. M., Cardoso, S. B. (2013). Efeito alelopático do extrato de folhas de *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de *Lactuca sativa* L. (alface) e *Phaseolus vulgaris* L. (feijão). *Revista Eletrônica de Educação e Ciência*, 3(2), 01-06.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., Murphy, A. (2017). Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 858p.
- Tomaz, M. A., Costa, A. V., Rodrigues, W. N., Pinheiro, P. F., Parreira, L. A., Rinaldo, D., Queiroz, V. T. (2014). Composição química e atividade alelopática do óleo essencial de eucalipto. *Bioscience Journal*, 30, 475-483.
- Yamagushi, M. Q., Gusman, G. S., Vestena S. (2011). Efeito alelopático de extratos aquosos de *Eucalyptus globulus* Labill. e de *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas. *Semina: Ciências Agrárias*, 32(4), 3p. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n4p1361>

ALTERAÇÕES NO METABOLISMO DE NITROGÊNIO E CARBONO EM PLANTAS DE ARROZ SUBMETIDAS A DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES

Erinaldo Gomes Pereira

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

Albiane Carvalho Dias

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

Camilla Santos Reis de Andrade da Silva

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

Liliandra Barreto Emídio Gomes

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

Lorraine Cristina Henrique Almeida

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

Natália dos Santos Ferreira

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

Otávio Augusto Queiroz dos Santos

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

Octávio Vioratti Telles de Moura

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Solos

Seropédica – Rio de Janeiro

Cássia Pereira Coelho Bucher

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

Carlos Alberto Bucher

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

Everaldo Zonta

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

Manlio Silvestre Fernandes

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

RESUMO: O metabolismo de nitrogênio (N) é naturalmente regulado durante o desenvolvimento das plantas, e a intensidade dessa regulação depende da demanda metabólica e de fatores ambientais. Deficiências nutricionais podem afetar de forma negativa a absorção e assimilação de N e, conseqüentemente, o crescimento das plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da deficiência de nitrogênio, fósforo e potássio no metabolismo de N e carbono em plantas de arroz. As plantas foram cultivadas

em solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950), a 1/2 força iônica e 2 mM de NO_3^- , durante 14 dias após a germinação. Em seguida foram transferidas para soluções deficientes em N, P e K, respectivamente, permanecendo nessas condições por 15 dias. A solução foi trocada em intervalos de três dias. Alterações na massa fresca de raízes, bainhas e folhas, nos teores de nitrato, amônio, aminoácidos totais, açúcares solúveis, atividade da nitrato redutase (NR) e crescimento radicular foram avaliadas. Plantas sob deficiência de N e K apresentaram grande redução na atividade da NR, menor produção de massa fresca de raízes, bainhas e folhas, além de menor volume radicular. Plantas sob deficiência de fósforo apresentaram maior produção de raízes, caracterizada por maior comprimento total de raízes, área de projeção, área de superfície, volume radicular e número de pontas. Acúmulo de amônio, aminoácidos totais e açúcares solúveis ocorreu em plantas sob deficiência de K. Os resultados sugerem que a intensidade da alteração no metabolismo de nitrogênio e carbono, em plantas de arroz, depende diretamente da deficiência nutricional imposta.

PALAVRAS-CHAVE: Nitrogênio, Fósforo, Potássio.

CHANGES IN NITROGEN AND CARBON METABOLISM IN RICE PLANTS

SUBMITTED TO MACRONUTRIENT DEFICIENCY

ABSTRACT: Nitrogen (N) metabolism is naturally regulated during plant development, and one of the cycles dependent on metabolic demand and environmental factors. Nutritional deficiencies can affect the absorption and assimilation of N, and consequently, plant growth. The objective of this work was to evaluate the effect of nitrogen, phosphorus and potassium deficiency on N and carbon metabolism in rice plants. The plants were grown in Hoagland and Arnon (1950) nutrient solution at an ionic strength and 2mM of NO_3^- for 14 days after germination. They were then transferred to solutions deficient in N, P and K, respectively, remaining under these conditions for 15 days. A solution was changed at three day intervals. Changes in fresh root, sheath and leaf mass, nitrate, ammonium, total amino acids, soluble sugars, nitrate reductase activity (NR) and root growth were evaluated. Plants under N e K deficiency greatly reduced NR activity, reduced fresh mass production of roots, sheaths and leaves, and reduced root volume. Plants under phosphorus deficiency the longest root length, longest root length, surface area, root volume and number of tips. Ammonium accumulation, amino acids and soluble products resulting in K deficient plants. The results obtained indicate that nitrogen and carbon metabolism in rice plants directly depends on the nutritional deficiency imposed.

KEYWORDS: Nitrogen, Phosphorus, Potassium.

1 | INTRODUÇÃO

Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) são macronutrientes essenciais para as plantas, sendo requeridos em grandes quantidades para o crescimento e

desenvolvimento. A deficiência de um desses elementos prejudica o metabolismo das plantas, afetando o crescimento, produção e qualidade nutricional (EPSTEIN; BLOOM, 2004). Além do papel nutricional estes elementos podem desempenhar funções de sinalização, ativação enzimática, controle osmótico, entre outros. Desse modo, um desequilíbrio no fornecimento de um desses nutrientes pode interferir na absorção de outros presentes no meio ou até mesmo interferir na ação destes nos diferentes tecidos vegetais (BERGMAN, 1992). Entender a assimilação de um elemento específico, na deficiência de outros elementos (desequilíbrio) se faz necessário, para que um manejo adequado dos nutrientes seja adotado durante o ciclo de cultivo.

O N é um dos nutrientes que mais limita a produção agrícola, possui um papel essencial como regulador de processos fisiológicos e bioquímicos, como expansão foliar e desenvolvimento radicular (BOUGUYON et al., 2012). É constituinte de biomoléculas essenciais, por exemplo, aminoácidos, proteínas e nucleotídeos, além de outros constituintes celulares, como clorofila, membranas e hormônios vegetais (SOUZA; FERNANDES, 2018). Plantas com deficiência de N geralmente diminuem os níveis de aminoácidos, proteínas, e outros compostos nitrogenados, e aumentam os níveis de amido, flavonoides específicos e fenilpropanoides (FRITZ et al., 2006).

O fósforo (P) é um elemento essencial para a síntese de moléculas relacionadas a aquisição, estocagem e utilização de energia nas plantas, como o ATP e o NADPH., além disso está presente no DNA, RNA e fosfolipídeos. Participa de processos essenciais nas plantas, como respiração, fotossíntese, metabolismo de carbono, fixação de N_2 e ativação de proteínas. Em solos de regiões tropicais, como é o caso de grande parte dos solos do Brasil, este elemento encontra-se adsorvido pelos óxidos e hidróxidos de ferro (Fe) e alumínio (Al), principais constituintes da fração argila da maioria desses solos (NOVAIS; SMYTH, 1999). Especialmente nos solos pobres em P a maior parte desse elemento fica retida nos horizontes superficiais (TAIZ; ZEIGER, 2006). Plantas sob deficiência de P possuem uma tendência de reciclar P de fontes orgânicas (YUAN; LIU, 2008).

O potássio, apesar de não fazer parte de nenhuma estrutura ou molécula orgânica na planta (MENGEL, 1997), atua em inúmeros processos fisiológicos. Atua na translocação e armazenamento de fotoassimilados, na manutenção de água nos tecidos vegetais, além de ativar mais de 60 sistemas enzimáticos (MEURER; TIECHER; MATIELLO, 2018). Segundo Malavolta (2005), o K é o cátion mais abundante na maioria das culturas, está presente nos tecidos, e em sua grande maioria encontra-se na forma solúvel em água. É o elemento mais móvel dos nutrientes na planta, e também no sistema solo-planta-atmosfera. Plantas deficientes em K apresentam acúmulo de açúcares solúveis, aminoácidos neutros e básicos, além de um ligeiro aumento no teor de outros aminoácidos e de algumas proteínas (ARMENGAUD et al., 2009).

De acordo com o que foi apresentado acima é provável que assimilação e

absorção de um elemento específico seja afetada quando houver um desequilíbrio de outros nutrientes no meio. Sendo assim, foi hipotetizado que a deficiência de P e K altera o metabolismo de N e C, refletindo na atividade da enzima nitrato redutase, na síntese e/ou no uso de compostos nitrogenados, como NO_3^- , NH_4^+ , aminoácidos totais, e açúcares solúveis. Alterações na morfologia do sistema radicular e na produção de biomassa de raízes, bainhas e folhas também foi analisada.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Condições de cultivo

O experimento foi conduzido em câmara de crescimento do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas (LNMP), localizado no Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

Sementes de arroz, variedade Piauí, foram desinfestadas em hipoclorito de sódio 2,5 %, germinadas sob gases em vasos contendo água destilada, e transferidas para solução nutritiva modificada de Hoagland e Arnon, 1950, a 1/2 de força iônica, 1,5 mM de NO_3^- mais 0,5 mM de NH_4^+ e pH 5.8, por duas semanas antes do início do tratamento. As plantas foram cultivadas a uma temperatura de 28 °C/24 °C (dia/noite), fotoperíodo de 14h/10h (luz/escuro), fluxo de fótons fotossintético de 400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e umidade relativa de 70%. A solução nutritiva foi substituída a cada três dias. Para gerar deficiência individual dos macronutrientes em estudo, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ e KNO_3 foram retirados para deficiência de N, KH_2HPO_4 e K_2HPO_4 foram retirados para deficiência de P, KNO_3 , K_2SO_4 , KH_2HPO_4 e K_2HPO_4 foram substituídos por $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ para deficiência de K. As plantas permaneceram 15 dias nessas condições, com troca de solução a cada três dias. Passado esse período as plantas foram coletadas, seccionadas em raízes bainhas e folhas, e pesadas para determinação da massa fresca.

2.2 Determinação da atividade da Nitrato Redutase

A determinação da atividade da enzima nitrato redutase foi realizada em 0,2 gramas de raízes e folhas, de acordo com Jaworski (1971).

2.3 Determinação de frações solúveis

Durante a coleta 0,5 gramas de raízes, bainhas e folhas foram armazenados em 20 mL de etanol 80%, particionadas de acordo com Fernandes (1984), e utilizadas para determinação dos teores de NO_3^- , NH_4^+ , aminoácidos totais e açúcares solúveis, de acordo com Miranda et al, 2001, Felker, 1977, Yemm e Cocking, 1995, Yemm e Willis, 1954, respectivamente.

2.4 Determinação de parâmetros radiculares

Uma raiz intacta, de cada repetição, foi separada e armazenada em etanol 50% para determinação dos parâmetros radiculares. Estas raízes foram scaneadas em scanner de mesa e analisadas com o auxílio do programa WinRHIZO 2012b, o qual identificou e quantificou os seguintes parâmetros: comprimento total de raízes, área de superfície radicular, área de projeção, volume radicular, diâmetro médio, número de pontas, bifurcamento e número de cruzamentos.

2.5 Análises estatísticas

A ordenação dos dados foi realizada pela análise de componentes principais e via mapa de calor. As análises dos dados foram realizadas nos programas Past3 e no Excel, 2016.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Crescimento das plantas

Plantas de arroz cultivadas em solução nutritiva deficiente em um macronutriente específico (N, P ou K), quando comparadas ao tratamento controle (solução completa), apresentaram diferentes valores de massa fresca em todas para todas as partes analisadas, bem como diferente relação parte aérea/raiz (P.A/R) (Tabela 1).

Tratamentos	Raiz (g)	Bainha (g)	Folha (g)	Razão P.A/R
Controle	0,77	0,80	0,56	1,76
(-) Nitrogênio	0,53	0,29	0,23	0,97
(-) Fósforo	0,97	0,64	0,51	1,19
(-) Potássio	0,39	0,48	0,41	2,31

Tabela 1. Massa fresca e razão parte aérea/raiz (P.A/R) de plantas de arroz, variedade Piauí, submetidas a deficiência de Nitrogênio, Fósforo e Potássio.

A deficiência de N resultou menores valores de massa fresca de bainha e folha, porém o sistema radicular mais afetado foi o das plantas sob deficiência de K. A deficiência de P também levou a redução na massa fresca de bainha e folha, porém com menor intensidade se comparada a deficiência de N e K.

Plantas sob deficiência de fósforo apresentaram maior massa de raízes, maior até mesmo do que o tratamento controle. Sabe-se que plantas sob deficiência de macronutrientes específicos, como o N e P, investem em um maior desenvolvimento do sistema radicular, como estratégia para melhorar a captação de nutrientes, o que possivelmente ocorreu nas plantas deficientes em N e P. Porém as plantas sob deficiência de N tiveram uma redução de massa fresca total, enquanto as plantas

sob deficiência de P tiveram um aumento total. Como consequência do estresse ocasionado pela deficiência nutricional e, maior necessidade de investimento em raízes, a parte aérea foi a mais prejudicada, pois parte dos recursos foram drenados pelas raízes.

Devido ao papel na ativação de inúmeras enzimas, a deficiência de K tenha sido a mais prejudicial para o desenvolvimento radicular, uma vez que pode ter prejudicado tanto a absorção quanto o uso de diversos nutrientes, incluindo o N e P.

3.2 Atividade da Nitrato Redutase

Plantas sob deficiência de fósforo, comparadas ao tratamento controle, não diferiram na atividade da enzima NR (Figura 1), demonstrando que o tempo de exposição a deficiência desse nutriente não foi suficiente para afetar a atividade dessa enzima. Já a deficiência de potássio ocasionou a menor atividade da NR nas raízes, entre todos os tratamentos em estudo, indicando ser esse nutriente essencial para o funcionamento adequado dessa enzima. Mesmo sob deficiência de N as plantas apresentaram, mesmo que bem pequena, atividade da NR, fato que pode ser creditado ao uso de NO_3^- estocado nos vacúolos durante o período que foi realizado o fornecimento de N.

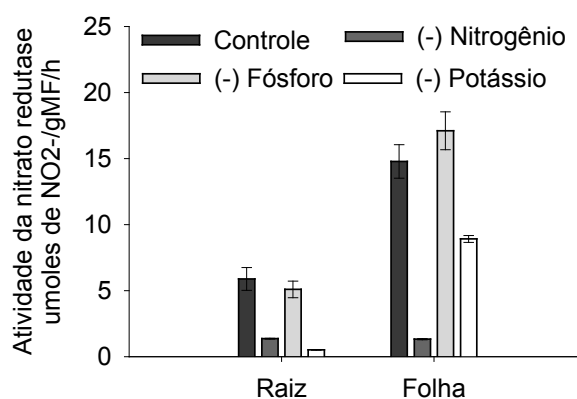


Figura 1. Atividade da enzima Nitrato Redutase em plantas de arroz, variedade Piauí, submetidas a deficiência de Nitrogênio, Fósforo e Potássio.

3.3 Metabólitos solúveis

Como pode ser visualizado no mapa de calor (Figura 2), menores teores de nitrato foram encontrados nas raízes de plantas sob deficiência de K, porém nas bainhas e nas folhas os teores foram semelhantes ao tratamento controle. As cores mais fortes demonstram acúmulo de açúcares solúveis nas raízes, de amônio nas raízes e folhas, e acúmulo de aminoácidos nas bainhas e folhas, demonstrando que sob deficiência de K, apesar da planta absorver grande parte do N fornecido, ela encontra dificuldade em converter o N absorvido em proteínas e outros compostos

orgânicos, resultando em acúmulo de formas reduzidas como o amônio, bem como no acúmulo de aminoácidos totais. Como consequência desta dificuldade de destinação do N fornecido, ocorre o acúmulo de açúcares solúveis, uma vez que esses fotossintatos passam a ser menos requeridos para a assimilação do N.

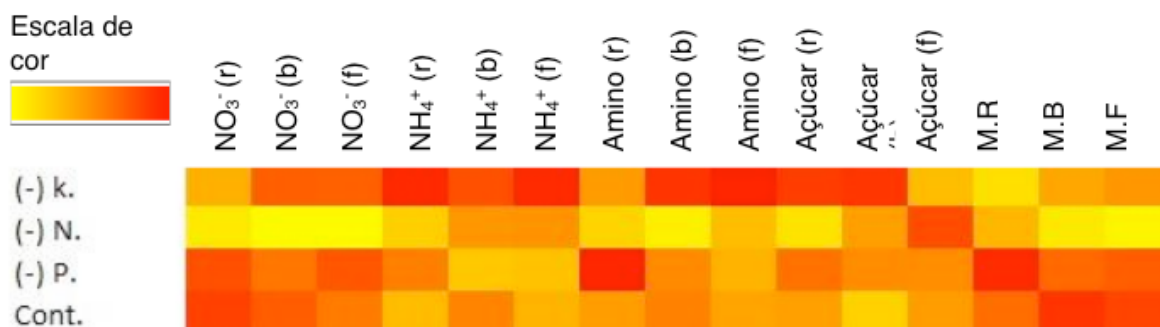


Figura 2. Teores de metabólitos solúveis e massa fresca de raízes, bainha e folhas, em plantas de arroz, variedade Piauí, submetidas a deficiência de Nitrogênio, Fósforo e Potássio. Cores mais fortes (vermelha) representam os maiores valores.

Sob deficiência de P as plantas apresentaram maiores teores de NH₄⁺, aminoácidos e açúcares solúveis nas raízes, quando comparadas ao controle. A alocação de carbono para as raízes, representado pelos açúcares solúveis totais, é uma resposta de plantas sob deficiência de P (HERMANS et al., 2006). Uma vez que a atividade da NR não foi prejudicada, os acúmulos de metabólitos podem estar associados a um direcionamento de recursos para sustentar o maior desenvolvimento radicular, como demonstrado anteriormente.

A deficiência de N resultou em menores teores de NO₃⁻, NH₄⁺ e aminoácidos totais em todas as partes, e maior teor de açúcares nas folhas. CHAPETA et al (2018) verificaram que plantas de arroz da variedade Piauí quando submetidas a baixa dose de N (0,2 mM de NH₄⁺) também apresentaram maior teor de NH₄⁺ nas raízes e nas folhas, quando comparadas a plantas da mesma variedade sobre dose normal de N (1 mM de NH₄⁺). Sob condições de deficiência de N as plantas podem utilizar o N presente no vacúolo, porém quando esgotada essa reserva passam a aumentar a atividade de proteólise para conseguirem manter, mesmo que de forma precária, os processos metabólicos e fisiológicos dependentes desse elemento. Como consequência desses processos ocorre o aumento no teor de açúcares solúveis, devido ao menor uso para assimilação direta do N, e aos esqueletos de carbono liberados durante a atividade de proteólise.

3.4 Parâmetros radiculares

A disponibilidade de nutrientes tem um grande efeito sobre a arquitetura do sistema radicular devido à alteração no número, comprimento, ângulo e comprimento das raízes (OSMONT et al., 2007). A deficiência de N, P e K levou a produção de raízes de menor diâmetro e mais bifurcadas, quando comparadas ao tratamento controle,

demonstrando ser estratégia comum de plantas sob essas condições (Figura 3). Os maiores valores de comprimento, área de projeção, área de superfície, volume radicular e número de pontas foram observados em plantas sob deficiência de P, demonstrando o grande investimento em todos os parâmetros radiculares, no intuito de minimizar os efeitos deletérios da ausência desse nutriente. Uma das primeiras respostas morfológicas à escassez de P nas plantas é a alteração no crescimento e arquitetura do sistema radicular, permitindo que as raízes aumentem o volume do solo explorado e encontrem regiões mais ricas em P (LÓPEZ-BUCIO et al., 2003), melhorando assim a capacidade de exploração do solo.

De forma análoga, porém menos significativa, as plantas sob deficiência de N aumentaram o comprimento radicular total e o número total de pontas, o que não resultou em maior volume e área radicular.

Os parâmetros radiculares de plantas sob deficiência de K ou não diferiram do controle, como foram os valores do comprimento total e número de pontas, ou foram inferiores, como pode ser observado para os valores de área de superfície, área de projeção e volume radicular.

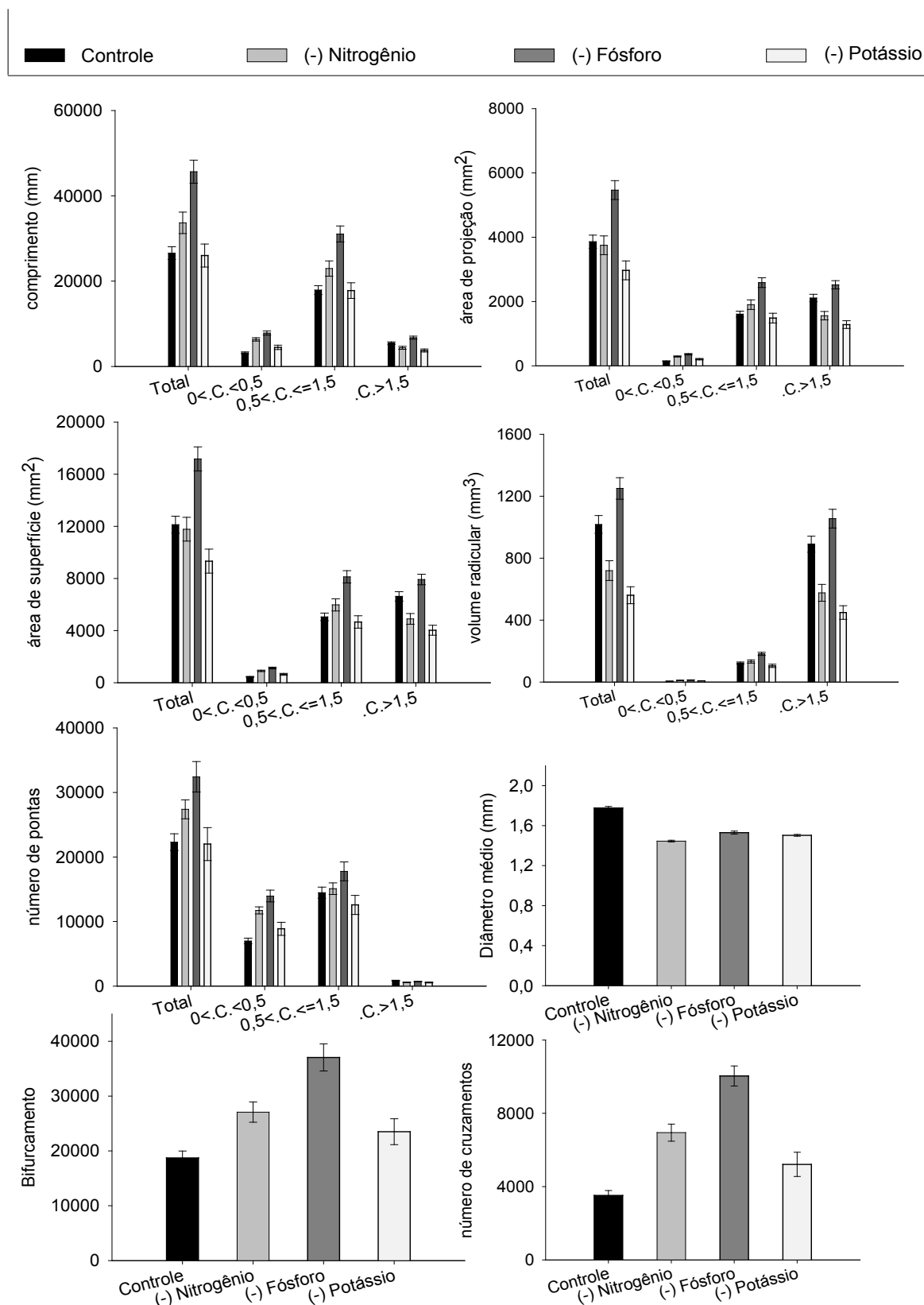
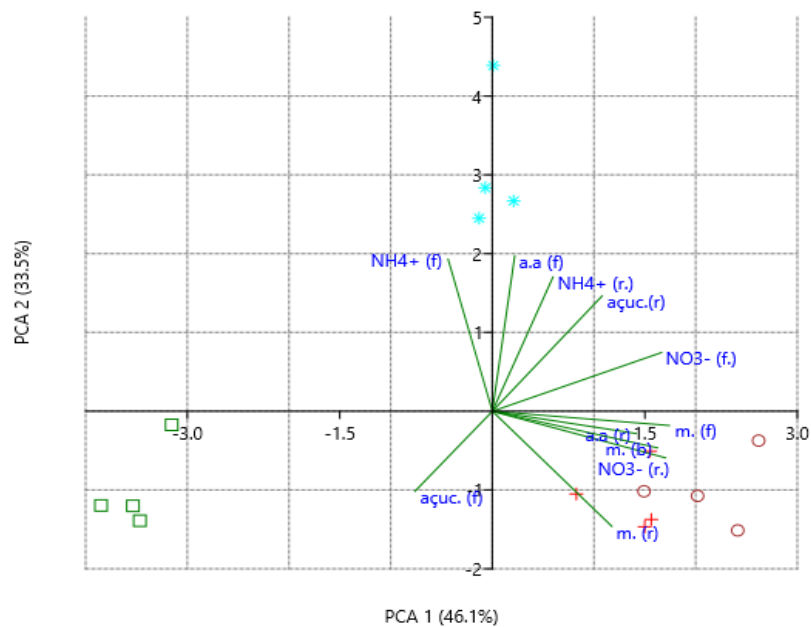


Figura 3. Parâmetros radiculares de plantas de arroz, variedade Piauí, submetidas a deficiência de Nitrogênio, Fósforo e Potássio.

3.5 Análise de componentes principais

A análise de componentes principais explicou 79,6% do total de variação nos dois primeiros componentes (Figura 5), com 46,1% da variação explicada por PC1 e 33,5% explicada por PC2. As plantas que passaram por deficiência de P se agruparam



Os pontos do tratamento de deficiência de fósforo e do controle, se agruparam

Deficiência de P estimula o desenvolvimento radicular e afeta menos

Código Productivo 5 Capítulo 3 3

resultam em plantas com menor atividade enzimática e menor desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ARMENGAUD, P., SULPICE, R., MILLER, A. J., STITT, M., AMTMANN, A., GIBON, Y. (2009): **Multi-level analysis of primary metabolism provides new insights into the role of potassium nutrition for glycolysis and nitrogen assimilation in Arabidopsis thaliana roots.** Plant Physiol. 150, 772–785.

BERGMAN, W. (1992): **Nutritional Disorders of Plants. Development, Visual, and Analytical Diagnosis.** Gustav Fischer Verlag, Jena,

BOUGUYON, ELÉONORE; GOJON, ALAIN; NACRY, PHILIPPE. **Nitrate sensing and signaling in plants.** In: Seminars in cell & developmental biology. Academic Press, 2012. p. 648-654.

CHAPETA, A.C.O.; PEREIRA, E.G.; BUCHER, C.A.; FERNANDES, M.S.; BUCHER, C.P.C. **Avaliação da resposta de três cultivares de arroz (Oryza sativa) submetidas a diferentes doses de amônio.** Solos nos Biomas Brasileiros, v.1, p. 66-75, Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.

EPSTEIN, I., BLOOM, E. J. (2004): **Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives**, 2nd Ed. Sinauer Ass., Sunderland, MA, USA.

FELKER, P. **Micro determination of nitrogen in seed protein extracts.** Analytical Chemistry, v.49, 1977.

FERNANDES, M. S. **N-carriers, light and temperature influences on uptake and assimilation of nitrogen by rice.** Turrialba, San Jose, CR, v.34, p.9-18, 1984.

FERNANDES, M. S., SOUZA, S. R., SANTOS, L. A. **Nutrição Mineral de Plantas**, 2ª edição. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2018.

FRITZ, C., PALACIOS-ROJAS, N., FEIL, R., STITT, M. (2006): **Regulation of secondary metabolism by the carbon-nitrogen status in tobacco: nitrate inhibits large sectors of phenylpropanoid metabolism.** Plant J. 46, 533–548.

HAMMER, Øyvind et al. **PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis.** Palaeontologia electronica, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

HERMANS, CHRISTIAN ET AL. **How do plants respond to nutrient shortage by biomass allocation?** Trends in plant science, v. 11, n. 12, p. 610-617, 2006.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-culture method for growing plants without soil.** California Agricultural of Experimental Station Bull, v.347, p.1-32, 1950.

LÓPEZ-BUCIO, JOSÉ; CRUZ-RAMIREZ, ALFREDO; HERRERA-ESTRELLA, LUIS. **The role of nutrient availability in regulating root architecture.** Current opinion in plant biology, v. 6, n. 3, p. 280-287, 2003.

MALAVOLTA, E. **Potássio – Absorção, transporte e redistribuição na planta.** In YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Ed). Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: Instituto da Potassa e dp Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, 2005.p. 179-230.

MENGEL, K. **Impact of potassium on crop yield and quality with regard to economical and ecological aspects.** In: Proceedings of the IPI Regional Workshop on: Food Security in the WANA Region, the Essential Need for Balanced Fertilization, held at Bornova, Izmir, Turkey. 1997. p. 26-30.

MEURER, E. J.; TIECHER, T.; MATIELLO, L. em: **Nutrição Mineral de Plantas**, 2ª edição. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2018.

MIRANDA, K.M.; ESPEY, M.G.; WINK, D.A. **A rapid, simple spectrophotometric method for simultaneous detection of nitrate and nitrite**. Nitric Oxide v.5, p.62–71, 2001.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

OSMONT, KAREN S.; SIBOUT, RICHARD; HARDTKE, CHRISTIAN S. **Hidden branches: developments in root system architecture**. Annu. Rev. Plant Biol., v. 58, p. 93-113, 2007.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M.S. **N na biosfera**. em: **Nutrição Mineral de Plantas**, 2ª edição. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2018.

TAIZ, L., ZEIGER, E., MOLLER, I. M., MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ª edição. Artmed, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: ARTMED, 719 P., 2006.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. **The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone**. Biochemical journal, v. 57, n. 3, p. 508, 1954.

YEMM, E.W. & COCKING, E. C. **The determination of amino-acid with ninhydrin**. Analytical Biochemistry, v.80, p.209-213, 1955.

APTIDÃO AGRÍCOLA DOS SOLOS: METODOLOGIA DE APLICAÇÃO

Karla Nayara Santos de Almeida

Mestre em Solos e Nutrição de Plantas,
Universidade Federal do Piauí, *Campus*
Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus – PI

João Batista Lopes da Silva

Universidade Federal do Sul da Bahia, *Campus*
Paulo Freire, Instituto de Humanidades, Artes e
Ciências, Teixeira de Freitas – BA

Júlio César Azevedo Nóbrega

Universidade Federal do Recôncavo Baiano,
Campus Cruz das Almas, Cruz das Almas – BA

Rafael Felipe Ratke

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul,
Campus Chapadão do Sul, Chapadão do Sul –
MS

Kaíse Barbosa de Souza

Doutoranda em Ciência Florestal, Universidade
Federal do Espírito Santo, *Campus* Alegre, Alegre
– ES

RESUMO: Neste trabalho fez-se uma revisão sobre os sistemas de classificação de aptidão de terras agrícolas, com a finalidade de conservação e melhor uso do solo. Desta forma, apresenta-se neste trabalho a metodologia mais utilizada para o sistema de classificação de terras agrícolas no Brasil. O método de Ramalho Filho e Beek, consiste nas seguintes etapas: i) levantamento com os perfis de solo; ii) atualização da nomenclatura dos perfis; iii) avaliação dos dados e informações dos

perfis; iv) determinação do grau de limitação; v) viabilidade de melhoramento para os níveis B e C; vi) determinação das categorias do sistema (grupo, subgrupo e classes); vii) estabelecimento das classes de aptidão com a utilização do quadro guia; viii) mapa de solos; ix) relação das classes de aptidão agrícola; e x) mapa final de aptidão agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: Ramalho Filho e Beek; classificação de terras; mapa de solos.

AGRICULTURAL POTENTIAL OF SOILS: METHODOLOGY

ABSTRACT: In this work a review was made about the classification systems of agricultural land use, with the purpose of conservation and better soil use. Thus, this paper presents the most used methodology for the agricultural land classification system in Brazil. The Ramalho Filho and Beek method consists of the following steps: i) survey with the soil profiles; ii) updating of the nomenclature of the profiles; iii) evaluation of profile data and information; iv) determination of the degree of limitation; v) feasibility of improvement to levels B and C; vi) determination of system categories (group, subgroup and classes); vii) establishment of aptitude classes using the guiding framework; viii) soil map; (ix) list of agricultural suitability

classes; and x) final map of agricultural use.

KEYWORDS: Ramalho Filho and Beek; land use classification; soil map.

1 | INTRODUÇÃO

Para evitar a ocorrência de sérios danos ao solo, como sua perda através do processo erosivo, sua compactação e a lixiviação de seus nutrientes, ou ainda aumentar sua capacidade produtiva, ao se utilizar determinada área para fins agrícolas, devem ser empregadas várias técnicas, as quais possibilitem o correto aproveitamento desse recurso natural. A classificação das terras quanto sua aptidão agrícola considerando as limitações peculiares da região estudada é tida como uma técnica disponível para a minimização da degradação dos solos pelo uso inadequado. Nascimento et al. (2004) comentam que a avaliação da aptidão das terras é importante e necessária, pois dá suporte a elaboração de zoneamentos e estabelece o uso dos recursos naturais segundo a aptidão, evitando situações de subutilização ou sobreutilização.

No Brasil os dois principais sistemas de avaliação do potencial agrícola das terras são o Sistema de Capacidade de Uso da Terra de Lespch et al. (1983) e o Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola das Terras de Ramalho Filho & Beek (1995).

O sistema de capacidade de uso da terra adaptado por Lespch et al. (1983), conceitua a capacidade de uso da terra como sendo a adaptabilidade da terra às diversas formas de utilização agrícola, sem que ocorra o depauperamento do solo pelos fatores de desgaste e empobrecimento através do seu uso ao longo do tempo. A determinação da capacidade de uso da terra abrange os fatores mais limitantes para a utilização desta, como a natureza do solo e a erosão, no entanto, a utilização deste sistema na determinação das classes de uso agrícola por ser uma tarefa bastante complexa, que envolve conhecimentos diversos e interdisciplinares e grande quantidade de dados, principalmente quando se trata de uma área ampla, tornando este trabalho mais difícil e demorado, sendo assim, mais indicado para o planejamento de práticas de conservação do solo ao nível de propriedade ou empresas agrícolas ou de pequenas bacias hidrográficas (SOUZA, 2009).

Em contrapartida o sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras de Ramalho Filho e Beek (1995), o qual faz uma análise do potencial de uso agrícola das terras para seis classes de uso em três níveis tecnológicos, possui como principais vantagens a maior utilização ao nível nacional, a utilização de diferentes níveis de manejo em sua estrutura, a concordância quanto às modificações, ajustes ou incorporações de outros parâmetros e fatores de limitação, acompanhando assim os avanços do conhecimento ou exigência do nível de estudo, a aceitação de adaptações e aplicações em diferentes escalas de mapeamento, além de considerar a viabilidade de redução de limitações, pelo uso de capital e tecnologia, distinguindo

o pequeno e o grande agricultor, e sendo assim, mais utilizado no Brasil que o sistema de capacidade de uso (PEREIRA, 2002).

Ambos os sistemas são abertos, ou seja, as regras de decisão para a interpretação dos indicadores não são descritas objetivamente, sendo que a experiência do técnico que irá realizar a interpretação é um fator determinante da qualidade do trabalho resultante do processo de avaliação. Além disso, os indicadores utilizados são dependentes de levantamentos sistemáticos de solos, o que torna o trabalho oneroso e restrito para uma escala de trabalho representado pelas pequenas propriedades na maioria das regiões agrícolas (SOUZA, 2009).

Devido à dificuldade de aplicação do método de avaliação de terras agrícolas, para melhor uso do solo, objetivou-se com esse trabalho apresentar a metodologia de classificação de uso de terras e a produção de mapas para esta finalidade.

2 | METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DO SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO AGRÍCOLA DAS TERRAS – METODOLOGIA DE RAMALHO FILHO E BEEK (1995)

Para a aplicação metodológica de classificação de aptidão agrícola de terras, são necessários levantamentos de perfis de solos, com levantamento pedológico de cada perfil, avaliação de sua descrição morfológica e análises físicas e químicas, bem como características físico ambientais, tais como: solo, relevo, clima e vegetação. Também deve-se ter como dados, mapas digitais com as classes de solo (preferencialmente em shapefile) e modelo digital de elevação (MDE). Com a metodologia convencional de Ramalho Filho & Beek (1995) pode-se obter o grau de limitação correspondente a cada feição representativa de solo, e, por conseguinte, realizar a classificação da aptidão agrícola (Figura 1).

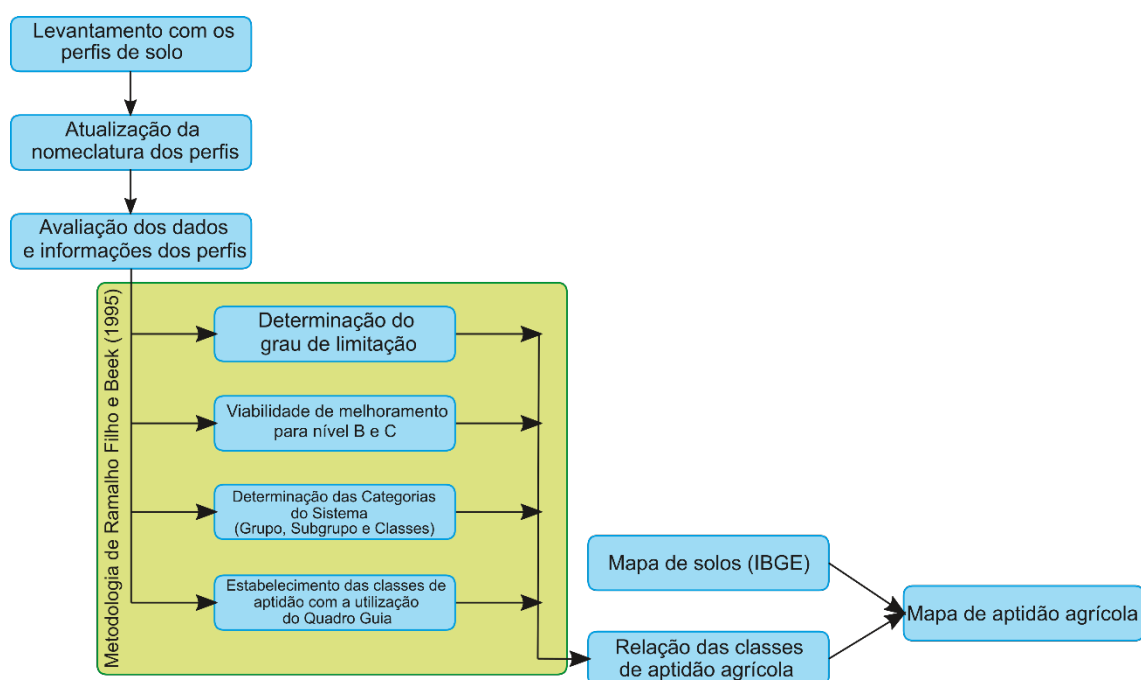


Figura 1. Fluxograma do processo metodológico para definição da aptidão agrícola dos solos.

2.1 Preparação dos dados

Inicialmente deve-se fazer a atualização da classificação dos solos, os perfis devem ser reclassificados até o quarto nível categórico por Ibiapina et al. (2007), conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006) e novamente analisados para serem utilizados na confecção do mapa de aptidão, até o segundo nível categórico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013).

2.2 Níveis de manejo

Tomando como base práticas agrícolas ao alcance da maioria dos agricultores, consideram-se três níveis de manejo, visando diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos (Tabela 1). Suas indicações são feitas através das letras A, B e C, as quais podem aparecer na simbologia da classificação escrita de diferentes formas, segundo as classes de aptidão que apresentem as terras, em cada um dos níveis adotados. De modo a contemplar diferentes possibilidades de utilização das terras, em função dos níveis de manejo adotados, o comportamento das terras deve ser avaliado para lavouras nos níveis de manejo A, B e C, para pastagem plantada e silvicultura no nível de manejo B e para pastagem natural no nível de manejo A.

Nível de manejo	Características
A	Baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível tecnológico; praticamente não há aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras; as práticas agrícolas dependem do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal com implementos agrícolas simples.
B	Baseado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio; caracteriza-se pela modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras; as práticas agrícolas estão condicionadas principalmente à tração animal.
C	Baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico; caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras; a motomecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.

Tabela 1. Níveis tecnológicos de manejo descritos por Ramalho Filho e Beek (1995)

2.3 Fatores de limitação

O Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (Ramalho Filho e Beek, 1995) considera cinco fatores limitantes à utilização das terras: (i) deficiência de fertilidade; (ii) deficiência de água; (iii) excesso de água; (iv) susceptibilidade à erosão; e (v) impedimentos à mecanização. Estes fatores limitantes devem ser avaliados a partir de atributos do solo, do relevo e do clima, com base nas fases de

vegetação natural, sendo que, para a análise das condições agrícolas das terras, pode-se tomar, hipoteticamente, como referência, um solo que não apresentasse problemas de fertilidade, deficiência de água e oxigênio, não susceptível à erosão e nem oferece impedimentos à mecanização. Como geralmente as condições das terras fogem a um ou vários desses aspectos, são estabelecidos diferentes graus de limitação com relação ao solo de referência, para indicar a intensidade dessas variações. Assim, para cada um desses fatores citados são admitidos, de acordo com os critérios definidos na metodologia os seguintes graus de limitação: nulo (N), ligeiro (L), moderado (M), forte (F) e muito forte (MF), os quais estão resumidos a seguir (Tabela 2). Os graus de limitação são atribuídos às terras em condições naturais e também após o emprego de práticas de melhoramento compatíveis com os níveis de manejo B e C, sendo que para esses níveis de manejo que preveem a possibilidade de aplicação de medidas de redução das limitações ao uso, através do emprego de fertilizantes e corretivos, técnicas como drenagem, controle da erosão etc. os graus referem-se às limitações persistentes após a aplicação das medidas de redução previstas para cada um deles. Assim, devem ser avaliados os graus de limitação dos perfis de solos, para depois realizar uma estimativa da viabilidade de melhoramento das limitações de acordo com quatro classes de melhoramento das condições agrícolas das terras (Tabela 3).

Grau de limitação	Características do Ambiente
	Deficiência de Fertilidade
N	Elevadas reservas de nutrientes e ausência de elementos tóxicos. Nem mesmo plantas exigentes respondem à adubação. Ótimos rendimentos por mais de 20 anos. Ao longo do perfil: saturação por bases (V)>80%, soma de bases (S)>6cmolc/kg, Sat. (saturação por) Al = 0 na camada arável e condutividade elétrica (CE)<4mS/cm a 25oC.
L	Boas reservas de nutrientes e ausência de elementos tóxicos. Boa produção por mais de 10 anos, com pequena exigência para a manutenção do estado nutricional. V>50%, S>3 cmolc/kg e Sat. Na<6%.
M	Um ou mais nutrientes com reservas limitadas, podendo conter sais tóxicos. Bons rendimentos só nos anos iniciais, com rápido declínio após cinco anos. CE entre 4 e 8mS/cm ou Sat. Na entre 6 e 15%.
F	Um ou mais nutrientes com reservas muito limitadas, podendo conter sais tóxicos em quantidades elevadas. Baixos rendimentos de culturas e pastagens desde o início da exploração. Baixa soma de bases, ou CE entre 8 e 15mS/cm, ou Sat. Na>15%.
MF	Muito baixo conteúdo de nutrientes, com remotas possibilidades de exploração com qualquer tipo de utilização. Apenas plantas com muita tolerância conseguem adaptar-se. CE>15mS/cm a 25oC ou solos tiomórficos.
	Deficiência de Água
N	Não há deficiência de água em nenhuma época do ano, com possibilidade de dois cultivos por ano. Ausência de estação seca ou lençol freático elevado. Vegetação natural de floresta perenifólia, campos hidrófilos e higrófilos ou campos subtropicais sempre úmidos.
L	Pequena deficiência de água disponível durante um período de um a três meses, limitando o desenvolvimento de culturas mais sensíveis. Vegetação de floresta subperenifólia, cerrado subperenifólio e alguns campos.

M	Considerável deficiência de água disponível durante um período de três a seis meses ou um pouco menos em solos com baixa capacidade de retenção de água disponível. Inapta para grande parte das culturas de ciclo longo e com possibilidades muito reduzidas de dois cultivos anuais. Vegetação de cerrado e floresta subcaducifólia.
F	Acentuada deficiência de água disponível durante um longo período, normalmente seis a oito meses, ou um pouco menos em terras com baixa disponibilidade de água. Precipitação entre 600 e 800mm anuais com irregularidade na distribuição e altas temperaturas. Possibilidade de desenvolvimento apenas de plantas mais adaptadas, ou no caso das de ciclo curto condicionadas à distribuição de chuvas. Vegetação de floresta caducifólia, transição de cerrado para caatinga e caatinga hipoxerófila.
MF	Severa deficiência de água por um período de oito a dez meses ou um pouco menos em terras com baixa disponibilidade de água ou com alta concentração de sais solúveis capaz de elevar o ponto de murchamento. Sem possibilidade de desenvolvimento de culturas não-adaptadas. Vegetação de caatinga hiperxerófila ou mesmo ausente.
	Deficiência de Oxigênio
N	Boa aeração durante todo o ano. Terras bem a excessivamente drenadas.
L	Pequena deficiência de aeração para plantas mais sensíveis na estação chuvosa. Terras moderadamente drenadas.
M	Impróprio para culturas sensíveis durante a estação chuvosa. Terras imperfeitamente drenadas, sujeitas a inundações ocasionais.
F	Sérias deficiências de aeração. Sem possibilidade de desenvolvimento de culturas não-adaptadas. Obras de drenagem artificial ainda viáveis ao nível do agricultor. Terras mal ou muito mal drenadas, sujeitas a inundações frequentes.
MF	Condições semelhantes ao anterior, porém o melhoramento está fora do alcance do agricultor individualmente.
	Susceptibilidade à Erosão
N	Relevo plano ou quase plano (declive <3%) e boa permeabilidade. Erosão insignificante após 10 a 20 anos de cultivo, controlada com práticas conservacionistas simples.
L	Relevo suave ondulado (declives entre 3 e 8%) e boas propriedades físicas. Após 10 a 20 anos de cultivo, pode ocorrer perda de 25% do horizonte superficial, que pode ser prevenida com práticas conservacionistas ainda simples.
M	Relevo em geral ondulado, ou seja, com declives entre 8 e 20%, que podem variar para mais ou para menos conforme as condições físicas do solo. Necessidade de práticas intensivas de controle à erosão desde o início da utilização.
F	Relevo em geral forte ondulado, ou seja, com declives entre 20 e 45%, que podem variar conforme as condições físicas do solo. Prevenção à erosão é difícil e dispendiosa, podendo ser antieconômica.
MF	Relevo montanhoso ou escarpado (declive >45%), não sendo recomendável o uso agrícola, com sérios riscos de danos por erosão em poucos anos.
	Impedimentos à Mecanização
N	Topografia plana ou quase plana, sem impedimento relevante à utilização de qualquer máquina ou implemento agrícola durante todo o ano. Rendimento do trator (RT) >90%.
L	Relevo em geral suave ondulado, sem outros, impedimentos, ou mais suave com limitações como pedregosidade ou rochiosidade, sulcos de erosão, textura arenosa ou muito argilosa etc. É possível o emprego da maioria das máquinas agrícolas durante quase todo o ano. RT entre 75 e 90%.
M	Relevo ondulado ou mais suave no caso de ocorrência de outros impedimentos anteriormente citados, ou por restrições de drenagem (drenagem imperfeita). Não é possível o emprego da maioria das máquinas agrícolas durante todo o ano. RT entre 50 e 75%.
F	Relevo forte ondulado ou mais suave no caso de outros impedimentos que restringem as possibilidades de utilização a implementos de tração animal ou máquinas especiais. RT <50%.

MF	Relevo montanhoso ou escarpado, ou mais suave no caso de outros impedimentos, de forma a impedir o uso de máquinas, sendo difícil até mesmo o uso de implementos de tração animal.
----	--

Tabela 2. Graus de limitação das condições agrícolas das terras para as variáveis: (i) deficiência de fertilidade; (ii) deficiência de água; (iii) deficiência de oxigênio; (iv) susceptibilidade à erosão; e (v) impedimentos à mecanização

Classe	Viabilidade de Melhoramento
1	Melhoramento viável com práticas simples e pequeno emprego de capital.
2	Melhoramento viável com práticas intensivas e mais sofisticadas e considerável aplicação de capital (essa classe ainda é considerada economicamente compensadora).
3	Melhoramento viável somente com práticas de grande vulto, aplicadas a projetos de larga escala que estão normalmente além das possibilidades individuais dos agricultores.
4	Sem viabilidade técnica ou econômica de melhoramento.

Tabela 3. Classes de viabilidade de melhoramento das condições agrícolas das terras

Fonte: Adaptado de Ramalho Filho e Beek, (1995).

No entanto, alguns fatores limitantes não são passíveis de melhoramento, como é o caso da deficiência de água, uma vez que a irrigação não se inclui entre as práticas de melhoramento previstas, ou ainda, o impedimento à mecanização, que só é considerado relevante no nível de manejo C, sendo que nesse caso, como a maior parte dos obstáculos tem caráter permanente ou apresenta difícil remoção se torna economicamente inviável o seu melhoramento.

2.4 Categorias do Sistema - Grupos e Subgrupos de Aptidão Agrícola

O grupo de aptidão agrícola identifica o tipo de utilização mais intensivo das terras, ou seja, sua melhor aptidão. A representação dos grupos deve ser feita com algarismos de 1 a 6, em escalas decrescentes, segundo as possibilidades de utilização das terras. Os grupos 1, 2 e 3, além da identificação de lavouras como tipos de utilização, desempenham a função de representar, no subgrupo, as melhores classes de aptidão das terras indicadas para lavouras, conforme os níveis de manejo. Já os grupos 4, 5 e 6 apenas identificam tipos de utilização (pastagem plantada, silvicultura e/ou pastagem natural e preservação da flora e da fauna, respectivamente), independentemente da classe de aptidão. As limitações que afetam os diversos tipos de utilização aumentam do grupo 1 para o grupo 6, diminuindo, conseqüentemente, as alternativas de uso e a intensidade com que as terras podem ser utilizadas, conforme demonstra a Figura 2.

A categoria de subgrupo é adotada para atender às variações que se verificam dentro do grupo. Representam, em cada grupo, o conjunto das classes de aptidão para cada nível de manejo, indicando o tipo de utilização da terra e em certos casos, refere-se somente a um nível de manejo, relacionado a uma única classe de aptidão agrícola.

GRUPOS DE APTIDÃO AGRÍCOLA PRESERVAÇÃO DA FLORA E DA FAUNA		AUMENTO DA INTENSIDADE DE USO				
		SILVICULTURA E/OU PASTAGEM NATURAL	PASTAGEM PLANTADA	LAVOURAS		
				APTIDÃO RESTRITA	APTIDÃO REGULAR	APTIDÃO BOA
AUMENTO DA INTENSIDADE DE LIMITAÇÃO DIMINUIÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE USO DIMINUIÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE USO	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					

Figura 2. Alternativas de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão agrícola.
Fonte: Ramalho Filho e Beek (1995).

2.5 Categorias do Sistema - Classes de Aptidão Agrícola

As classes expressam a aptidão agrícola das terras para um determinado tipo de utilização (lavouras, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural) com nível de manejo definido, dentro do subgrupo de aptidão. Refletem o grau de intensidade com que as limitações afetam as terras e são definidas em termos de graus, referentes aos fatores limitantes mais significativos.

As classes podem ser definidas com base no boletim da FAO (1976) em:

1. Classe boa - Terras sem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando-se as condições do manejo considerado. Há um mínimo de restrições que não reduz, expressivamente, a produtividade ou os benefícios e não aumenta os insumos acima de um nível aceitável.

2. Classe regular - Terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando-se as condições do manejo considerado. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de insumos de forma a aumentar as vantagens globais a serem obtidas do uso. Ainda que atrativas, essas vantagens são sensivelmente inferiores àquelas auferidas das terras de classe boa.

3. Classe restrita - Terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando-se as condições do manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os insumos necessários, de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente.

4. Classe inapta - Terras não-adequadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização.

2.6 Estabelecimento das Classes de Aptidão Agrícola

Para determinar as classes de aptidão agrícola e, por conseguinte, os grupos e subgrupos, deve ser feito um comparativo entre os graus de limitação atribuídos às terras e os estipulados nos Quadros-Guia de Avaliação da Aptidão Agrícola (Tabelas 5 e 6), elaborados para atender às regiões de clima tropical úmido e semiárido.

A escolha do quadro – deve ser de acordo com o clima de cada localidade onde se encontrava o perfil analisado, podendo ser ele para regiões do semiárido ou tropical úmido, devido a variação climática existente no Brasil.

No quadro-guia constam os graus de limitação máximos que as terras podem apresentar, com relação aos cinco fatores limitantes, para pertencer a cada uma das categorias de classificação definidas. É também contemplada a possibilidade de melhoramento das condições naturais das terras, mediante a adoção dos níveis de manejo B e C.

A classificação da aptidão agrícola é feita, portanto, com base na viabilidade de melhoramento dos graus de limitação das condições agrícolas das terras, sendo que as terras consideradas passíveis de melhoramento parcial ou total são classificadas de acordo com as limitações persistentes, tendo em vista os níveis de manejo considerados. No caso do nível de manejo A, a classificação é feita de acordo com as condições naturais da terra, uma vez que esse nível não implica técnicas de melhoramento.

A classe de aptidão agrícola, de acordo com os diferentes níveis de manejo, é obtida em função do grau limitativo mais forte, referente a qualquer um dos fatores que influenciam a sua utilização agrícola: deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água (deficiência de oxigênio), susceptibilidade à erosão e impedimentos à mecanização.

As terras consideradas inaptas para lavouras deverão ter suas possibilidades analisadas para usos menos intensivos (pastagem plantada, silvicultura ou pastagem natural). No entanto, as terras classificadas como inaptas para os diversos tipos de utilização considerados deverão ter como alternativa ser indicadas para preservação da flora e da fauna, ou algum outro tipo de uso não-agrícola.

Aptidão Agrícola			Graus de limitação das condições agrícolas das terras para os níveis de manejo A, B e C															Tipos de utilização indicada
Grupo	Subgrupo	Classe	Deficiência de Fertilidade			Deficiência de Água			Excesso de Água			Susceptibilidade à Erosão			Impedimentos à Mecanização			
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
1	1ABC	Boa	N/L	N/L1	N2	L/M	L/M	L/M	L	L1	N/L1	L/M	N/L1	N2	M	L	N	Lavouras
2	2abc	Regular	L/M	L1	L2	M	M	M	M	L/M1	L2	M	L/M1	N2/L2	M/F	M	L	
3	3(abc)	Restrita	M/F	M1	L2/M2	M/F	M/F	M/F	M/F	M1	L2/M2	F	M1	L2	F	M/F	M	
4	4P	Boa		M1			M			F1			M/F1			M/F		Pastagem Plantada
	4p	Regular		M1/F1			M/F			F1			F1			F		
	4(p)	Restrita		F1			F			F1			MF			F		

5	5S	Boa		M1/F1			M			L1			F1			M/F		Silvicultura e/ou Pastagem Natural
	5s	Regular		F1			M/F			L1			F1			F		
	5(s)	Restrita		MF			F			L/M1			MF			F		
	5N	Boa	M/F				M/F			M/F			F			MF		
	5n	Regular	F				F			F			F			MF		
	5(n)	Restrita	MF				MF			F			F			MF		
6	6	Sem aptidão		–			–			–			–			–		Preservação da flora e fauna

Tabela 5. Quadro - guia de avaliação da aptidão agrícola das terras (região de clima tropical-úmido)

Notas: Os algarismos sublinhados correspondem aos níveis de viabilidade de melhoramento das condições agrícolas das terras.

Terras sem aptidão para lavouras em geral, que devido ao excesso de água podem ser indicadas para arroz de inundação.

No caso de grau forte por suscetibilidade à erosão, o grau de limitação por deficiência de fertilidade não deve ser maior do que ligeiro a moderado para a classe restrita - 3(a).

A ausência de algarismos sublinhados acompanhando a letra representativa do grau de limitação indica não haver possibilidade de melhoramento naquele nível de manejo.

Grau de limitação: N – Nulo; L – Ligeiro; M – Moderado; F – Forte; MF - Muito Forte; / - Intermediário.

Aptidão Agrícola			Graus de limitação das condições agrícolas das terras para os níveis de manejo A, B e C															Tipos de utilização Indicada
Grupo	Subgrupo	Classe	Deficiência de Fertilidade			Deficiência de Água			Excesso de Água			Suscetibilidade à Erosão			Impedimentos à Mecanização			
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
1	1ABC	Boa	N/L	N1	N1	L/M	L/M	L/M	L	L1	N/L1	L	N/L1	N1	M	L/M	N	Lavouras
2	2abc	Regular	L	L1	L2/M2	M	M	M	M	L/M1	L2	L/M	L1	N/L2	M/F	M	L	
3	3(abc)	Restrita	M	L/M1	L/M2	M/F	M/F	M/F	F	M1	M2	M/F	M1	L/M2	F	M/F	M	
4	4P	Boa		M1			M			F1			M/F1			M		Pastagem Plantada
	4p	Regular		M/F1			M/F			MF			F1			M/F		
	4(p)	Restrita		F1			F			MF			F/MF			F		
5	5S	Boa		M/F1			M			L1			F1			M/F		Silvicultura e/ou Pastagem Natural
	5s	Regular		F1			M/F			L1			F1			F		
	5(s)	Restrita		MF			F			L/M1			MF			F		
	5N	Boa	M/F			F			F			F			F			
	5n	Regular	F			F/MF			F/MF			F			MF			
	5(n)	Restrita	MF			MF			MF			F			MF			
6	6	Sem aptidão		—			—			—			—			—		Preservação da flora e fauna

Tabela 6. Quadro - guia de avaliação da aptidão agrícola das terras (região de clima tropical semi-árido)

Notas: Os algarismos sublinhados correspondem aos níveis de viabilidade de melhoramento das condições agrícolas das terras.

Terras sem aptidão para lavouras em geral, que devido ao excesso de água podem ser indicadas para arroz de inundação.

No caso de grau forte por suscetibilidade à erosão, o grau de limitação por deficiência de fertilidade não deve ser maior do que ligeiro a moderado para a classe restrita - 3(a).

Grau de limitação: N – Nulo; L – Ligeiro; M – Moderado; F – Forte; MF - Muito Forte; / - Intermediário.

2.7 Representação cartográfica - Simbologia

A simbologia adotada deve ter como objetivo principal permitir a apresentação, em um só mapa, da classificação da aptidão agrícola das terras para diversos tipos de utilização, sob três níveis de manejo. Nessa representação deve ser utilizada, em conjunto, números e letras. Os algarismos de 1 a 6, como anteriormente mencionado, referem-se aos grupos de aptidão agrícola e indicam o tipo de utilização mais intensivo permitido (Tabela 7).

Grupos	Aptidão
1, 2, 3	Terras indicadas para lavouras.
4	Terras indicadas para pastagem plantada
5	Terras indicadas para silvicultura e/ou pastagem natural.
6	Terras indicadas para preservação da flora e da fauna.

Tabela 7. Simbologia adotada para grupos

As letras que acompanham os algarismos são indicativas das classes de aptidão, de acordo com os níveis de manejo, como indicação dos diferentes tipos de utilização. As letras A, B e C referem-se à lavoura; P à pastagem plantada, N à pastagem natural e S à Silvicultura e podem aparecer nos subgrupos em maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses, representando, respectivamente, a classe de aptidão boa, regular ou restrita para o tipo de utilização considerado (Tabela 8). A indicação da classe inapta, ao contrário das demais, não é representada por símbolos, mas sim, feita pela ausência das letras no tipo de utilização considerado, o que indica, na simbolização do subgrupo, não haver aptidão agrícola para usos mais intensivos, não excluindo necessariamente, o uso da terra com um tipo de utilização menos intensivo.

Classe de Aptidão Agrícola	Tipo de Utilização					
	Lavouras			Pastagem Plantada	Silvicultura	Pastagem Natural
	Nível de Manejo			Nível de Manejo B	Nível de Manejo B	Nível de Manejo A
	A	B	C			
BOA	A	B	C	P	S	N
REGULAR	a	b	c	p	s	n
RESTRITA	(a)	(b)	(c)	(p)	(s)	(n)
INAPTA	-	-	-	-	-	-

Tabela 8. Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras

2.8 Representação cartográfica - Convenção de cores

Para a representação cartográfica dos grupos, subgrupos e classes de aptidão

agrícola das terras deve ser utilizado um sistema com 6 cores, determinando para cada grupo uma cor básica, baseado na metodologia de Ramalho e Filho (Tabela 9).

GRUPO	CORES	<i>Codificação RGB das cores</i>		
		<i>R</i>	<i>G</i>	<i>B</i>
2abc		212	159	93
2ab(c)		229	173	98
2(a)bc		227	188	106
2(a)b(c)		241	215	141
2(b)c		237	211	141
2c		239	210	162
3(abc)		251	170	87
3(ab)		252	197	125
3(a)		252	216	118
3(b)		254	232	140
3(c)		255	231	187
4P		255	255	141
4(p)		254	254	229
5Ns		251	171	145
5ns		251	171	145
5N		254	239	234
5n		254	239	234
5(n)		254	239	234
6		243	230	203

Tabela 9. Convenção em cores na representação cartográfica. Subgrupos pertencentes ao grupo 2 possuem variações de marrom; subgrupos pertencentes ao grupo 3 possuem variações da cor laranja; subgrupos pertencentes ao grupo 4 possuem variações da cor amarela; subgrupos pertencentes ao grupo 5 possuem variações da cor rosa e o grupo 6 é representado por a cor cinza

2.9 Representação cartográfica - Mapa final de aptidão agrícola

O mapa final de aptidão agrícola deve obtido pelo cruzamento das informações oriundas do mapa de solo, juntamente com os perfis analisados e as classes de aptidão geradas através do sistema de avaliação de aptidão agrícola estudado (Figura 1). As etapas de confecção do mapa devem ser realizadas em algum software de SIG, como ArcGIS ou QGIS.

A posição geográfica dos perfis classificados é associada com as formações de solo dispostas no mapa de solos e após essa localização geográfica fez-se a associação das aptidões geradas a toda área abrangente ao mesmo tipo de solo, a qual está delimitada no mapa. Devem ser confeccionados: os mapas de aptidão para cada manejo específico (Manejo A, B e C) e um mapa de aptidão final preconizado com a metodologia proposta por Ramalho Filho e Beek (1995) o qual utiliza o uso mais intensivo possível como forma de representação da classificação da aptidão agrícola em mapas.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: CNPS, 2006. 306 p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **A Framework for Land Evaluation**. FAO Soils Bulletin 32, Rome: FAO, 1976.

LEPSCH, I.F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175p.

NASCIMENTO, P. C.; GIASSON, E.; INDA, Jr. A. V. Aptidão de uso dos solos e meio ambiente. In: Fórum Solos e Meio Ambiente. 2004, Santa Maria. **Anais...**, Santa Maria: 2004. p. 41-57

PEREIRA, L. C. **Aptidão agrícola das terras e sensibilidade ambiental: proposta metodológica**. 122p. Tese (Doutorado em Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2002.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1995. 65p.

RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, L.C. **Aptidão agrícola das terras do Brasil: potencial de terras e análise dos principais métodos de avaliação**. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 1999. 36p

SOUZA, C. B. C. **Aptidão do uso da terra em pequenas propriedades da Amazônia Sul Ocidental**. 2009. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2009.

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES ALTURAS DAS PLANTAS NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO TOMATEIRO EM CULTIVO ORGÂNICO

Belmiro Saburo Shimada

Universidade Federal do Paraná- Setor Palotina
Palotina – PR

Gustavo Roque Goulart

Universidade Federal do Paraná- Setor Palotina
Palotina – PR

Juliano Cordeiro

Universidade Federal do Paraná- Setor Palotina
Palotina – PR

Alessandro Jefferson Sato

Universidade Federal do Paraná- Setor Palotina
Palotina – PR

RESUMO: A agricultura orgânica tem enfoque sustentável seguindo as legislações referente aos aspectos sociais, ambientais e econômicos visando à conservação do planeta e a produção de um alimento de maior qualidade. Dentre as hortaliças mais consumidas temos o tomate, que vem ganhando destaque com o cultivo sob sistema orgânico, com produtos de qualidade e um sabor atrativo ao consumidor. No entanto no mercado de produtos as hortaliças têm seu preço variável, assim, adota-se de meios que possibilitem a maior viabilidade econômica. O objetivo deste trabalho é o cultivo de tomate sob sistema orgânico, avaliando-se a melhor altura para condução do tomateiro e a viabilidade econômica da produção na época

entre dezembro e janeiro. O experimento foi realizado em ambiente protegido, no delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcelas, que consistiram em quatro tratamentos, com cinco repetições cada, totalizando 20 parcelas. Os tratamentos consistiram em T1= 1,40 m, T2= 1,60 m, T3= 1,80 m, T4= 2,00 m de altura. Analisou-se a produção em kg de tomate do híbrido Compack® no sistema de tutoramento com uma haste vertical sob diferentes alturas das plantas e a viabilidade econômica da produção quanto a venda do tomate. Não houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados, mas observou-se que a época de colheita entre dezembro de 2017 e janeiro de 2018 foi favorável quanto à venda do tomate.

PALAVRAS-CHAVE: Cultivo sustentável. Experimentação agrícola. Técnicas agroecológicas. Viabilidade econômica.

EVALUATION OF DIFFERENT HEIGHT OF PLANTS ON TOMATO CULTURE PRODUCTIVITY IN ORGANIC CROP

ABSTRACT: Organic agriculture has a sustainable approach following the laws related to social, environmental and economic aspects aiming at the conservation of the planet and the production of a higher quality food. Among the

most consumed vegetables we have the tomato, which has been gaining prominence with the cultivation under organic system, with quality products and an attractive flavor to the consumer. However, in the product market, vegetables have a variable price, thus adopting means that enable greater economic viability. The objective of this work is the tomato cultivation under organic system, evaluating the best time for tomato conduction and the economic viability of the production between December and January. The experiment was carried out in a protected environment, in a completely randomized design, in a plots scheme, which consisted of four treatments, with five replications each, totaling 20 plots. The treatments consisted of T1 = 1.40 m, T2 = 1.60 m, T3 = 1.80 m, T4 = 2.00 m in height. It was analyzed the production in kg of tomato of the hybrid Compack® in the tillage system with a vertical stem under different plant heights and the economical viability of the production regarding the sale of the tomato. There was no significant difference between the treatments used, but it was observed that the harvest season between December 2017 and January 2018 was favorable for tomato sales.

KEYWORDS: Cow's urine. Neem oil Tutoring. Economic viability.

1 | INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica surgiu devido aos trabalhos do inglês Albert Howard entre 1925 e 1930, levando a produção dos primeiros produtos orgânicos comercializados em formas de produtos comuns, e estes no ano de 1970, promovendo o início das fundações, associações, setores e mercados de alimentos orgânicos, e levando o nome de agricultura alternativa, com enfoque sustentável.

Conforme Dias et al. (2015), teve-se a retomada da atenção quanto a produção e consumo orgânico, que pode ter decorrido de barreiras, preocupações sanitárias, e por fim, principalmente da preocupação ambiental e sustentável que teve início na década de 1960 impulsionando a agricultura orgânica ganhar espaço nos mercados, com seus variados produtos, e dentre ele o tomate.

Quanto a produção do tomate de mesa para consumo "*in natura*" tem sua produção localizada em quase todas as regiões do Brasil, cultivada em épocas distintas, com manejos e sistemas de cultivos bem diversificados, a depender da região, destacando-se como a segunda hortaliza mais cultivada no mundo (MELO et al., 2009; MATOS, et al., 2012).

A qualidade dos alimentos vem sendo de grande importância, segundo Fontanett et al. (2006) e Nascimento et al. (2013), seja pelo seu sabor e valores nutritivos, assim, lança-se mão do cultivo sobre o sistema orgânico.

No âmbito econômico do sistema orgânico, a produção deve ser focada no maior rendimento, com o planejamento prévio da implantação da produção possibilitando um maior rendimento, e uma maior viabilidade econômica em sua produção.

O objetivo do trabalho foi o cultivo de tomate sob sistema orgânico em diferentes alturas, objetivando-se a relação da produtividade do tomate com a altura e a

viabilidade econômica da produção na época de colheita entre dezembro e janeiro.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área de cultivo orgânico Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina/PR localizada na região oeste do estado. O período de realização do experimento foi de 16/08/2017 a 29/01/2018. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. O arranjo espacial dentro da estufa de cultivo foi de 4 linhas, sendo que cada linha continha 5 parcelas e 4 plantas por parcela com total 80 plantas. Os tratamentos foram os seguintes: T1 = 1,40, T2 = 1,60, T3= 1,80 e T4= 2,0 m de altura. Para cada tratamento foram feitas 5 repetições.

O sistema de tutoramento empregado foi do tipo estacas individuais verticais de bambus, uma haste, com 2,30 m de altura que foram enterradas no solo na profundidade de 0,50 m. Entre as estacas de bambu foram colocados quatro fios de arame liso nas alturas de 1,40 m, 1,60 m, 1,80 m e 2,00 m. Em seguida, fez-se condução das mudas de tomate, foi realizada com o uso de barbante de sisal e fitilho que eram enrolados nas mudas e amarrados nos fios de arame conforme o crescimento destas (CLEMENTE et al., 2005).

As mudas do tomate híbrido *Compact*® foram obtidas no Viveiro Verona em Cascavel, com cerca de 15 cm e 35 dias de desenvolvimento.

O plantio foi realizado com espaçamento entre linhas foi de 1,10 m, altura de 0,30 m ao nível do solo, e em cada cova de plantio aplicou-se 500 g de esterco de caprinos e 20 g de adubo organomineral.

O sistema de irrigação adotado foi baseado na metodologia de Gravina et al. (2010) consistindo na irrigação por gotejamento, sendo o controle de irrigação de acordo com as condições climáticas e necessidades hídricas das plantas.

Após o plantio, para a fitossanidade das plantas de tomate foi realizado semanalmente aplicações de urina de vaca, e o óleo de neem de acordo com a incidência de pragas. A utilização da urina de vaca foi baseada em Celestino, Barros e Gadelha (2015) com concentração utilizada de 1%. Para o óleo de neem foi utilizada a concentração de 0,6% (NEVES et al., 2003).

A condução das mudas, desbrota e a capação, segundo Marim et al. (2005), fazem parte da condução do tomate em sistema tutorado. A condução das mudas teve início aos 30 dias após o plantio. Concomitantemente à condução, foi realizado o desbrote eliminando os brotos laterais (ramo ladrão) e o corte da gema apical (CAPECHE et al., 1998).

A colheita teve início em 05/12/17 e se encerrou em 29/01/18, sendo que os intervalos de colheita variaram entre 5 a 10 dias, totalizando nove datas de colheitas. Os tomates foram apanhados de acordo com seu amadurecimento, pesados e anotados os valores em kg de sua produção por planta e por tratamento. Os dados

obtidos foram submetidos à análise estatística pelo teste de Tukey com o programa Sisvar 5.6 na probabilidade de 5%.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados quanto à produção em kg dos tratamentos, referente às alturas das plantas utilizadas foram submetidas à análise de variância com o intuito de verificar existência de diferença significativa entre os tratamentos (Tabelas 1 e 2).

	G.L.	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	0,966067	0,322022	0,291	0,8315
Erro amostral	16	17,720701	1,107544		
Total	19	18,686767			
CV (%)	27,18				
Média Geral	3.8718750				

TABELA 1 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA REFERENTES AOS DADOS DE PRODUÇÃO EM KG DE TOMATE DO HÍBRIDO COMPACT® NO SISTEMA DE TUTORAMENTO UTILIZANDO QUATRO TIPOS DE ALTURAS DAS PLANTAS.

FONTE: O autor (2018).

Como o F calculado foi menor que o F tabelado, não houve diferença entre as médias dos tratamentos em kg, assim, a condução das plantas em diferentes alturas não resultou em diferenças significativas nos valores da produção final das plantas de tomate Híbrido Compact®.

Tratamentos	Médias
1	3.649250 a1
4	3.680750 a1
2	3.975000 a1
3	4.182500 a1

TABELA 2 - RESULTADOS DO TESTE TUKEY REFERENTES AOS DADOS DE PRODUÇÃO EM KG DE TOMATE DO HÍBRIDO COMPACT® NO SISTEMA DE TUTORAMENTO UTILIZANDO QUATRO TIPOS DE ALTURAS DAS PLANTAS.

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

FONTE: O autor (2018).

Os resultados obtidos foram: produção total em kg por data de colheita, média da produção por tratamento em kg e a produção total em kg por tratamento. Durante o ciclo da cultura foram realizadas nove etapas de colheita (Tabela 3).

Data colheita	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
05/12/2017	0,23	1,25	1,22	1,24
13/12/2017	8,12	7,90	14,09	2,22
20/12/2017	5,93	6,38	9,33	1,83
24/12/2017	11,09	9,56	6,94	6,68
03/01/2018	21,78	23,31	19,00	15,15
10/01/2018	16,93	18,55	17,82	18,06
16/01/2018	6,32	5,91	5,93	14,16
23/01/2018	1,93	4,87	6,58	8,50
26/01/2018	0,64	1,79	2,77	5,79
Total	72,96	79,50	83,65	73,62

TABELA 3 - RESULTADOS DA PRODUÇÃO DA CULTURA DO TOMATEIRO - HÍBRIDO COMPACT® POR DATA DE COLHEITA EM KG.

FONTE: O autor (2018).

O período relativo à época das colheitas foi entre dezembro e janeiro, que se apresentam com altas temperaturas e elevada pluviosidade.

Com base nesses resultados vê-se que em cada colheita teve oscilação. Isto torna-se necessário para o agricultor, e até mesmo pode ser uma forma de maximizar o lucro, realizando o plantio das mudas e planejando a colheita para uma devida época em que o tomate pode ter um preço maior.

As médias de produção por tratamento estão representadas na figura 1.

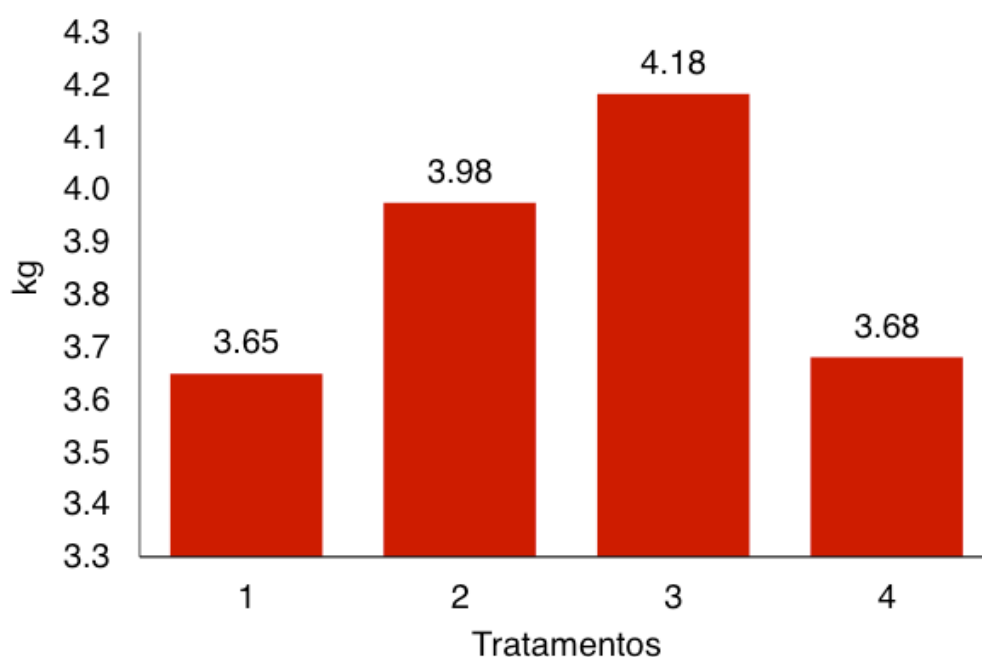


FIGURA 1 - MÉDIA DA PRODUÇÃO DA CULTURA DO TOMATEIRO - HÍBRIDO COMPACT® POR TRATAMENTO.

FONTE: O autor (2018).

As médias simples apresentadas na figura 1, foram de 3,65; 3,98; 4,18 e

3,68 kg, respectivamente para os tratamentos 1, 2, 3, 4. Percebe-se que houve uma diferença de apenas 0,20 kg entre o tratamento 2 e 3, sendo irrelevante para uma pequena produção, entretanto em uma produção de grande escala teria fator significativo para a maior ou menor produtividade do local.

A partir dos dados coletados durante o experimento, obteve-se juntamente com as médias a produção total por tratamento, compondo todas as parcelas e as respectivas plantas (Figura 2).

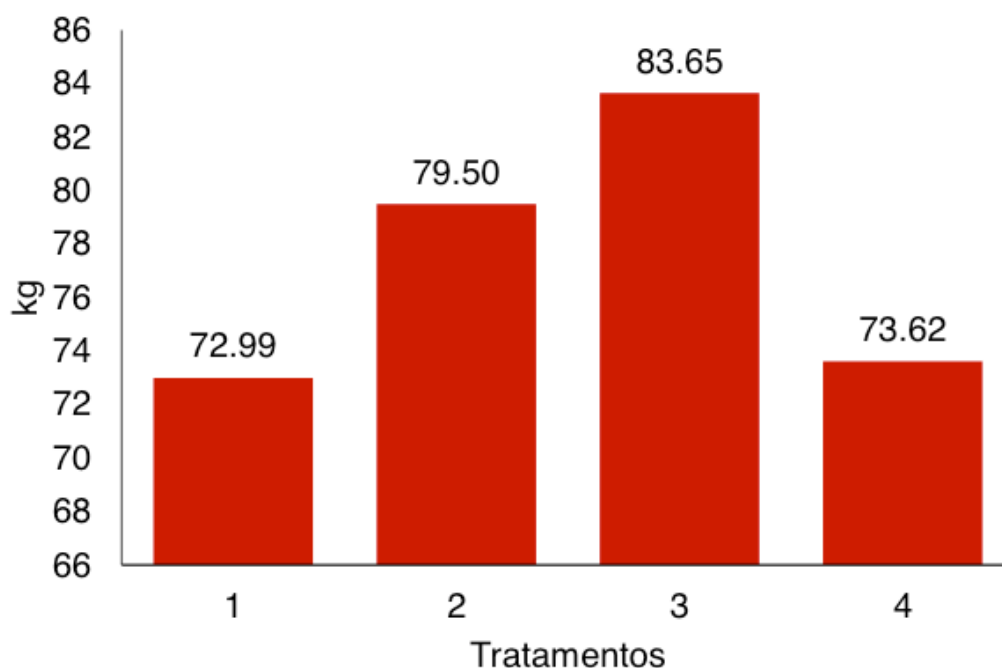


FIGURA 2 - PRODUÇÃO TOTAL DE TOMATE POR TRATAMENTO.

FONTE: O autor (2018).

Com base na figura 2 percebe-se que a produção dos tratamentos foram 23,7; 25,7; 27,0 e 23,8% da produção total, respectivamente T1, T2, T3 e T4. Dessa forma, o tratamento 3 tem destaque devido a maior produção total em relação aos demais tratamentos, produzindo a mais 10,67 kg em relação ao tratamento 1, em referência ao tratamento 2 com 4,15 kg e 10 kg quanto ao tratamento 4.

Na figura 2, tem-se a produção total por tratamento: T1 = 72,99 kg, T2 = 79,50 kg, T3 = 83,65 kg e T4 = 73,62 kg. Com base nesses dados, tem-se os valores estimados de produtividade em hectare: T1 = 48,66 ton ha⁻¹, T2 = 53 ton ha⁻¹, T3 = 55,77 ton ha⁻¹, T4 = 49,08 ton ha⁻¹.

Apartir das figuras 1 e 2, nota-se uma variação de no máximo 3,4% no tratamento 1 e 3 em relação aos demais que foram de 1,3% entre o tratamento 2 e 3, e 3,2% entre o tratamento 3 e 4.

E com os dados da figura 1 e 2, mesmo não existindo uma diferença tão grande com variação máxima de 3,4% e mínima 1,3%, em produção de maior escala a quantidade pode torna-se significativa na questão peso. Com base nessas figuras,

percebe-se que o tratamento 2 e 3 são os que apresentaram melhores respostas, independente dos fatores que afetaram a produção do tomate. Nota-se diferença de 3,4% entre a maior e menor média, respectivamente tratamento 3 e 1, e ao aumentar a quantidade de parcelas tende a aumentar essa diferença.

O tratamento 4 (2 m de altura) apresenta um declínio alto em relação as médias, não sendo o mais indicado para o produtor em comparação ao tratamento 3 que teve maior produtividade.

O que se pode notar na tabela 3 é que a produção do tratamento 4 foi mais tardio e o tratamento 1 mais precoce, enquanto os tratamentos 2 e 3 tiveram uma distribuição mais regular de sua produção. Assim, a escolha da altura pode influenciar na data de colheita e levar a ter uma produção antecipada ou mais tardia.

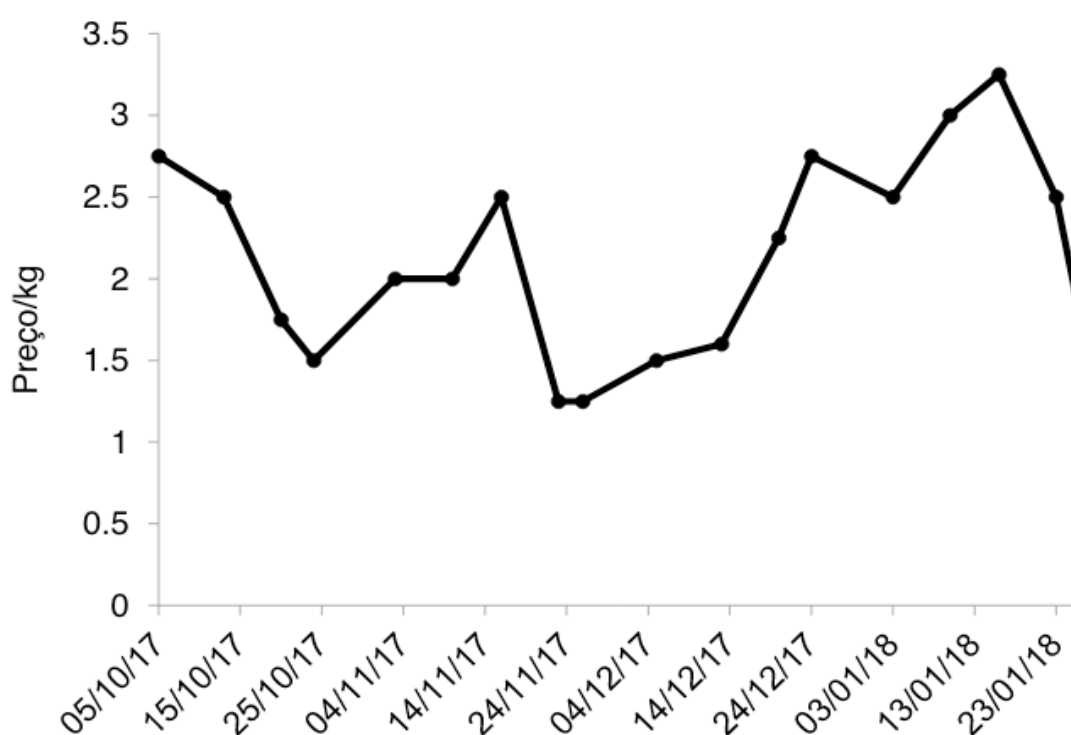


FIGURA 3 - FLUTUAÇÃO DE PREÇOS/KG DE TOMATE ENTRE OUTUBRO DE 2017 À JANEIRO DE 2018.

FONTE: O autor (2018).

De acordo com a figura 3 temos a flutuação de preços de out/17 a jan/18. Os meses de outubro e novembro referem-se à época de colheita de tomate recomendada para o estado do Paraná segundo o calendário do CEASA – PR. Os meses de dezembro a janeiro correspondem às datas de colheita do experimento.

Desse modo é necessário o produtor avaliar não somente o preço para determinadas épocas, mas também o clima, devido à ocorrência da sazonalidade ser principalmente em cultivos onde não existem grandes intervenções tecnológicas. Portanto, os produtores de hortaliças utilizam sistemas de cultivo com baixa tecnologia sendo muito dependentes do clima ocorrendo variações pelo excesso ou falta de

chuvas e ocorrência de pragas e doenças (MOTA, 2017).

A partir das análises estatísticas da tabela 1 e 2, percebe-se que o tratamento 2 e 3, respectivamente 1,60 m e 1,80 m apresentaram os melhores resultados. Essa faixa de altura demonstrou ser favorável ao rendimento do tomateiro sob o sistema orgânico.

De acordo com Melo (2017) produtividade média no Brasil, é de 65,60 t/ha (tanto de tomate de mesa como para indústria), assim, a média de produção deste experimento ficou abaixo da média nacional em 21,3%. Quando se compara com as médias obtidas no estado de Goiás (98,00 t/ha), a diferença entre a produtividade obtida chegou a ser 43,1% menor (MELO, 2017). Em comparação com a produtividade média do Paraná (64 t/ha) a maior produção (Tratamento 3 = 55,70 t/ha) teve variação de somente 7,7%.

Comparado aos dados regionais, no município de Cascavel/PR, a média de produtividade foi de 55,0 t/ha de tomate (IBGE, 2012), o que faz com que os resultados obtidos neste experimento sejam semelhantes, pois, variaram de 48,66 a 55,70 ton/ha.

Considerando a produção de tomate sob sistema orgânico, destaca-se Ritcher et al. (2012), em cultivo protegido, utilizando-se da variedade Santa Clara, obteve produtividade média de 65 t/ha e Gravina et al. (2010), utilizando-se a cultivar Duradouro, em sistema ao ar livre, com produtividade de 63,60 t/ha.

Conforme Seminis (2016) a produtividade esperada do tomateiro é de 59,76t/ha pelo híbrido *Compack®*, dessa forma o experimento apresentou produtividade adequada com média de 51,63 t/ha, aproximando-se do caixa produtivo do híbrido.

Dos fatores que podem ter levado a esses resultados pode ser por erros durante o experimento e devido ao clima e ambiente, conforme Faváris et al. (2016), a temperatura, a umidade, e o fotoperíodo são adequados a produção, porém devido a época de plantio, teve uma influência, que fez a colheita atrasar um pouco, atrelado aos fatores intrínsecos da planta do tomateiro quanto aos fatores existentes.

Quanto a época de plantio, a taxa de umidade e temperatura são fatores atrelados que variam muito, e este por sua vez, segundo Mueller (2016), são fatores de grande influência na produtividade esperada do tomate, assim, há a necessidade de escolha da época visto as intempéries que podem ocorrer e afetar a cultura.

Para Naika et al., (2006) a muda tem grande influência quanto a produção, e esta depende das condições locais e do objetivo do cultivo, sendo que a seleção se baseia nas características do fruto, na forma da planta, vitalidade e resistência a pragas e doenças, mas também em fatores relativos ao clima e ao manejo do cultivo, portanto a escolha do híbrido *Compack®* está entre os fatores que pode ter levado a essa produção do experimento.

Outra causa dessa diferença ter sido baixa quanto a produtividade entre os tratamentos, pode ter sido dos procedimentos para a aplicação do óleo de neem e urina de vaca, em relação as pontas utilizadas para aspersão, que de acordo com

Zambianco (2013), são de grande importância, pois, interferem na suscetibilidade da planta ao ataque de pragas e doenças.

4 | CONCLUSÃO

A condução do tomateiro com diferentes alturas das plantas mostrou que a produtividade obtida nos tratamentos não teve diferença significativa, indicando desta forma o fator altura não influencia a produção total, assim, pode-se adotar uma altura favorável ao produtor considerando o melhor manejo, facilitando o tutoramento, condução das plantas e a colheita dos frutos.

REFERÊNCIAS

- CAPECHE, C. L.; MACEDO, J. R. de; MELO, A. da S; SILVA, L. V. da. **Sistema de tutoramento com fita plástica para tomateiros cultivados no campo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1998. Relatório Técnico. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/335425/1/comunicadotec031998.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2018.
- CEASA. **Calendário da comercialização de hortaliças e frutas – CEASA Curitiba**. Disponível em: <http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/DITEC/Calendario/Calendario_atual.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2018.
- CEASA. **Cotação diária de preços: Curitiba 2017 – 2018 (outubro a janeiro)**. Disponível em: <<http://www.ceasa.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=386>>. Acesso em: 21 dez. 2018.
- CELESTINO, R. C. A; BARROS, J. C. da S. M. de; GADELHA, R. S. de S. **Utilização de urina de vaca nas lavouras**. Niterói: PESAGRO-RIO, n. 72, 2015. Disponível em: <<http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/infonline/online72.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2018.
- CLEMENTE, F. M. V. T; MENDONÇA, J. L. de; ALVARENGA, M. A. **Tratos culturais**. Brasília: Embrapa, 2005. Relatório Técnico. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tomate/arvore/CONT000fa2qor2r02wx5eo01xez1shcwkfx5.html?fbclid=IwAR1NRIqfd0ok1yw9R9tY9P4lJK7MoNNPd6R4eZdMGnsSc8uuqaHEtUEM4k>>. Acesso em: 19 nov. 2018.
- DIAS, V. da V; SCHULTZ, G; SCHUSTER, M. da S; TALAMINI, E; RÉVILLION, J. P. O mercado de alimentos orgânicos: um panorama quantitativo e qualitativo das publicações internacionais. **Revista Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 161-182, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v18n1/pt_1414-753X-asoc-18-01-00155.pdf>. Acesso em: 22 set. 2018.
- FÁVARIS, N. A. B; LOPES, J. C; FREITAS, A. R. de; ZANOTTI, R. F; MONTEIRO, C. B. Qualidade fisiológica de genótipos de tomate fertilizados com lodo de esgoto. **Revista Nucleus**, Espírito Santo, v. 13, n. 2, p. 231-240, 2016. Disponível: <<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/viewFile/1653/2134>>. Acesso em: 27 de set. 2018.
- FONTANÉTTI, A; CARVALHO, G. J. de; GOMES, L. A. A; ALMEIDA, K. de; MORAES, S. R. G. de; TEIXEIRA, C. M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 146-150, 2006. Disponível em: <<https://www.ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2013/09/adubacao-verde-alface-repolho.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2018.
- GRAVINA, C. S; MAROUELLI, W. A; JUNQUEIRA, A. M. R; SOUZA, R. F. de; ARAÚJO, T. A. de.

Produção de tomate orgânico sob diferentes sistemas e níveis de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 834-842, 2010. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_4/A2711_T4470_Comp.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola**: Lavoura Temporária. Cascavel, 2012. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/cascavel/pesquisa/14/10193?ano=2012>>. Acesso em: 19 nov. 2018.

MARIM, B.G; SILVA, D. J. H. da; GUIMARÃES, M. de A. BELFORT, G. Sistemas de tutoramento e condução do tomateiro visando produção de frutos para consumo in natura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 951-955, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n4/a18v23n4.pdf?fbclid=IwAR0uvdwapg_kdj5mm3ahetsziv8mgqf52mmcwojvpqbqprvrz-1019wr6c>. Acesso em: 24 nov. 2018.

MATOS, E. S; SHIRAHIGE, F. H; MELO, P. C. T. de. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 240-245, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v30n2/v30n2a10>>. Acesso em: 26 abr. 2018.

MELO, P. C. T. de. **Desenvolvimento tecnológico para o cultivo do tomateiro de mesa em condições agroecológicas tropicais e subtropicais**. 2017. 195 f. Tese (Livre Docência ao Departamento de Produção Vegetal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/11/tde-30012017-150140/pt-br.php>>. Acesso em: 27 nov. 2018.

MELO, P. C. T. de; TAMISO, L. G; AMBROSANO, E. J; SCHAMMASS, E. A; INOMOTO, M. M; SASAKI, M. E. M; ROSSI, F. Desempenho de cultivares de tomateiro em sistema orgânico sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 553-559, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v27n4/25.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2018.

MOTA, W. **Sazonalidade dos preços do tomate nas principais centrais de abastecimento fornecedoras para rondônia**. 2017. 26 f. Trabalho de Pós Graduação (MBA Gestão do Agronegócio) – Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/54164/R%20-%20E%20-%20WILLIAN%20MOTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

MUELLER, S. Botânica, origem e clima. In: BECKER, W. F. et al. **Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina**. 1. ed. Florianópolis: Epagri/DEMC, 2016. p. 23-26. Disponível em: <<http://ifc.edu.br/wp-content/uploads/2017/05/web-miolo-epagri-Gr%C3%A1fica-%C3%9Altima-vers%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2018.

NAIKA, S; JEUDE, J. V. L. de; GOFFAU, M. de; HILMI, M; DAM, B. V. **A cultura do tomate**: produção, processamento e comercialização. 1. ed. Wageningen: Digigraf, 2006. Disponível em: <https://publications.cta.int/media/publications/downloads/1319_PDF.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2018.

NASCIMENTO, A. dos R; SOARES JÚNIOR, M. S; CALIARI, M; FERNANDES, P. M; RODRIGUES, J. P. M; CARVALHO, W. T. de. Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 628-635, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/xmlui/bitstream/handle/ri/13753/Artigo%20-%20Abadia%20dos%20Reis%20Nascimento%20-%202013%20.pdf?sequence=5&isAllowed=y>>. Acesso em: 26 abr.2018.

NEVES, B. P. das; OLIVEIRA, I. P. de; NOGUEIRA, J. C. M. **Cultivo e Utilização do Nim Indiano**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2003. Folheto – Circular técnica, 62. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/212487/1/circ62.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2018.

RICHTER, A. S; MONTEIRO, D. V. P; ARAÚJO, J. L; CALANDRELLI, L. L; CORREIA, M. A; ZAMONER, N. **Produção de tomate orgânico em cultivo protegido**: Aspectos práticos e teóricos. Pinhais: Centro Paranaense de Referência em Agroecologia, 2012. Disponível em: <<http://www.cpra>>.

pr.gov.br/arquivos/File/CartilhaTomate.pdf>. Acesso em: 22 out. 2018.

SEMINIS. **Tomates**. Campinas, 2016. Catálogo. Disponível em: <<http://seminisbrazil.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2016/03/Cat%C3%A1logo-Tomate-Online-Sa%C3%ADda.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2018.

ZAMBIANCO, E. C. **Avaliação da qualidade de pulverização em plantas de tomate utilizando diferentes pontas**. 2013. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11152/tde-16122013-165050/pt-br.php>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AGRONÔMICO DO TOMATEIRO ENXERTADO EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO SOB CULTIVO PROTEGIDO

Gilmar Batistella

UnB (Universidade de Brasília /FAV (Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária); – Asa Norte - Brasília, DF, Brasil, e-mail: gilmarb87@gmail.com;

José Ricardo Peixoto

Professor – UnB (Universidade de Brasília /FAV (Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária); – Asa Norte - Brasília, DF, Brasil, e-mail: peixoto@unb.br;

RESUMO: A enxertia em tomate (*Solanum lycopersicum*) é utilizada com a principal finalidade de possibilitar a produção em locais onde hajam doenças de solo que inviabilizem a sua produção, fato este recorrente sob sistemas intensivos de produção sob cultivo protegido, outro importante papel atribuído ao seu uso está em conferir maior vigor à planta enxertada. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade do tomateiro de mesa cultivar Montebelo® enxertado sobre 5 (cinco) porta enxertos comerciais: Emperador®, Woodstock®, Empower®, Protetor® e Maxfort®, mais o pé-franco, conduzidos sob sistema orgânico de produção sob cultivo protegido. As características analisadas foram: produtividade, produção de frutos grandes, produção de frutos médios, produção de frutos pequenos, peso médio (PM) dos frutos, peso médio (PM) dos frutos grandes, peso médio

(PM) dos frutos médios e peso médio (PM) dos frutos pequenos. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com 4 (quatro) repetições (blocos), 6 (seis) tratamentos e 20 (vinte) plantas por parcela. A cultura foi manejada da mesma forma para todos os tratamentos. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística e a comparação de médias pelo teste de Tukey. O uso de porta-enxertos não propiciou aumento de produtividade do tomateiro nas condições testadas. Todos os tratamentos não diferiram significativamente em produtividade total de frutos grandes, médios e pequenos. Todos os tratamentos apresentaram porcentagem de frutos grandes superior aos médios e a porcentagem destes foi superior aos pequenos. Não houve diferença entre os diferentes porta-enxertos e o pé-franco para peso médio dos frutos (grandes, médios e pequenos).

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum*; enxertia; produtividade.

AGRONOMIC PERFORMANCE EVALUATION OF GRAFTED TOMATO IN ORGANIC PRODUCTION IN GREENHOUSE

ABSTRACT: The grafting in tomato (*Solanum lycopersicum*) production is used for the possibility of production in places where exists soil diseases that make production unfeasible,

a recurring event in greenhouses, another characteristic related to the use of grafting is to increase the vigor of plants. The objective was to evaluate the agronomic aspects of Montebelo® tomato cultivated under five (5) grafted rootstocks: Emperador®, Woodstock®, Empower®, Protetor® and Maxfort®, and the own rooted seedlings, conducted under organic system of production. The characteristics analyzed were: total production, production of large fruits, production of medium fruits, production of small fruits, average weight (AW) of fruits, AW of large fruits, AW of medium fruits and AW of small fruits. A randomized block design was used, with 4 replicates (blocks), 6 treatments and 20 plants per plot. The culture was managed as standard for all treatments. The data were submitted to statistical analysis under Tukey test. The use of rootstocks did not lead to an increase in tomato productivity under the conditions tested. All treatments did not differ significantly in total productivity of large, medium and small fruits. All treatments had a higher percentage of large fruits than the average ones and the percentage of them was superior to the small ones. There was no difference between the different rootstocks and the average weight of the fruits (large, medium and small).

KEYWORDS: *Solanum lycopersicum*; grafting; productivity.

INTRODUÇÃO

O fato de ser o tomate uma hortaliça muito consumida “in natura”, principalmente em saladas, e a preocupação com a saúde dos consumidores devido à possibilidade de resíduos de defensivos vem causando um aumento na procura pelo tomate orgânico, produzido sem agrotóxicos (LUZ et al., 2007). Segundo Borguini et al. (2003), os consumidores diminuem suas exigências quanto ao atributo aparência externa, quando se conscientizam da importância dos alimentos orgânicos.

Para Filgueira (2003) o tomateiro é a espécie olerícola cultivada mais sujeita à ocorrência de problemas fitossanitários, sendo intensamente atacado por insetos-praga durante todo o seu ciclo, desde a sementeira até a colheita dos frutos. A grande área foliar e o microclima favorável criado pela planta de tomate propiciam um ambiente ideal para o bom desenvolvimento de pragas e doenças (NAIKA et al., 2006).

Nagai (1989) considera como estratégia de longo prazo a necessidade de redirecionamento dos programas de melhoramento genético no sentido de resgatar a rusticidade e incorporar resistências a pragas e doenças perdidas ao longo do tempo. Silva (1994), por outro lado propõe a adoção de soluções mais imediatas, como é o caso de práticas culturais que permitam a melhoria das condições fitossanitárias e a obtenção de ganhos quantitativos e qualitativos na produção.

O cultivo protegido promove o controle da disponibilidade de nutrientes e água para as plantas, de aspectos físicos do ambiente e do ataque de insetos-praga e patógenos, porém exige manejo criterioso do sistema (GUEDES, 2013).

O uso intensivo do solo em casas de vegetação tem intensificado a ocorrência de problemas fitossanitários, causados principalmente por patógenos de solo (SALATA et al., 2012). Para superar esses problemas, a enxertia de mudas vem sendo praticada com muito sucesso na olericultura brasileira e em diversos países (KUBOTA et al., 2008).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento em sistema de produção orgânico foi realizado na Fazenda Malunga, localizada no N. R. Lamarão, área inserida no PAD-DF (Plano de Assentamento Dirigido do Distrito Federal), região administrativa do Paranoá, situando-se a 75 Km de Brasília (partindo-se da rodoviária do Plano Piloto).

O tipo de solo predominante é o latossolo vermelho amarelo, a precipitação anual média gira em torno dos 1350 mm ao ano. De acordo com a classificação de Köppen o clima da região é do tipo AW, caracterizado por chuvas concentradas no verão, de outubro a abril e invernos secos. Em torno de 95% da precipitação ocorre de meados de outubro a meados de maio (estação chuvosa) e o restante do ano praticamente não ocorrem chuvas.

As mudas foram produzidas em viveiro especializado na produção de mudas de hortaliças enxertadas, localizado na cidade de Monte Alto – SP, onde foi realizada a enxertia do tipo bisel, as sementes dos porta-enxertos (cavalo) e dos enxertos (cavaleiro) foram semeadas em bandejas de poliestireno de 128 células (40 mL por célula), utilizando o substrato comercial “Bioplant Prata”, as Figuras 1A e 1B exemplificam as mudas enxertadas prontas para o transplântio.



Figuras 1A e 1B - Mudas enxertadas prontas para o transplântio (detalher do grampo na fig. 1A)

O cavaleiro utilizado foi a cultivar Montebelo® da empresa Rijk Zwaan e os porta-enxertos utilizados para compor os tratamentos foram: T1 – Emperador® RZ F1 (Rijk Zwaan), T2 – Protetor® (Takii), T3 – Woodstock® (Sakata), T4 – Empower® (Nunhems), T5 – Maxfort® (Seminis) e o T6 - Pé Franco.

O tomate Montebelo® é do tipo italiano, e segundo informações da empresa, este possui bom enfolhamento e frutos muito firmes, sendo ideal para o embandejamento, além de possuir boa resistência a doenças foliares em geral.

A estufa onde foi conduzido o trabalho possui as seguintes dimensões: comprimento de 55 m e largura de 8,0 m totalizando 440 m² de área, pé direito com 4,0 metros de altura, e é geminada com outras 4 estufas de mesmas dimensões formando o bloco.

Este bloco de estufas foi implantado em 2012, e fora anteriormente cultivado com tomate cereja e alface intercalados com adubação verde, sendo utilizado milho ou aveia preta em alternância. Sendo que o último cultivo comercial de alface americana foi colhido no início de Dezembro de 2015, logo após plantou-se milho antes da introdução do experimento (Figura 23), o sistema de irrigação é do tipo gotejamento, contando com duas mangueiras por canteiro, havendo também nebulizadores instalados na parte superior da estufa que possuem a função de controle de umidade do ar e temperatura interna.

A tecnologia utilizada na condução deste experimento no sistema orgânico é considerada como alta tecnologia, foram utilizadas sementes de cultivares conceituadas comercialmente e insumos de alta qualidade, irrigação por gotejamento e condução por fitilho em cultivo protegido, a estufa conta com controle de temperatura e umidade do ar acionados automaticamente de acordo com parâmetros pré-estabelecidos. Possui um eficiente controle de umidade do solo para manejo da irrigação utilizando-se de tensiômetros instalados no interior das estufas e as adubações de cobertura são realizadas conforme estágio fenológico e observações externas de aspectos morfológicos de desenvolvimento das plantas além da utilização de um aparelho portátil de medição do pH e dos teores de: K⁺, NO₃⁻, Ca₂⁺. Foram utilizados canteiros com em torno de 1,1 m de largura, com fileiras simples e 0,35 m entre plantas, totalizando 120 plantas por canteiro (20 plantas x 6 tratamentos), em 4 canteiros (4 repetições), resultando num comprimento útil de canteiro de 42 metros. Colocando-se duas plantas como bordadura por tratamento.

Foi adotado o delineamento de blocos casualizados (DBC), em arranjo simples composto por 6 tratamentos, com quatro repetições (blocos), parcela útil composta por 20 plantas, sendo 80 plantas por bloco, totalizando 480 plantas neste ensaio. As mudas foram plantadas em fileiras simples nos canteiros (figura 25), que apresentavam 1,0 m de largura, a distância entre mudas adotada foi de 0,35 m, as plantas foram conduzidas em duas guias, sendo realizada a poda apical quando as plantas apresentavam em torno de 20 cm de altura deixando-se dois brotos laterais se desenvolverem, este procedimento é utilizado na Fazenda Malunga para diminuir

o vigor vegetativo das plantas, haja visto que o solo possui elevada fertilidade. Todas as outras brotações adjacentes foram eliminadas, cortando-se com tesoura a pelo menos 3 cm da inserção do mesmo na planta.

O comprimento útil do canteiro foi de 42 m, colocando-se duas plantas entre cada tratamento como bordadura, sobrando em torno de 4 metros de canteiro final que fora plantado também com plantas de bordadura, resultando num canteiro com em torno de 46 metros de comprimento final.

As plantas foram tutoradas com fitilho durante seu crescimento até a chegada ao fio de arame de sustentação, neste sistema o fitilho é amarrado na base da planta entrelaçando-a (pelas duas guias) conforme a necessidade, esta operação foi realizada semanalmente. O arame estava à altura de 4,00 m do nível do canteiro, após a chegada ao fio de arame as plantas foram “capadas” (poda do meristema apical), a Figura 2 demonstra a cultura no interior da estufa.



Figura 2 - Tomate em desenvolvimento no interior da estufa.

Para a caracterização do solo onde o experimento foi conduzido foram coletadas amostras nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm. Nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, respectivamente, foram obtidos os seguintes resultados: $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = 7,0$ e $6,7$; $\text{P}_{\text{meq}} = 55,1$ e $49,7 \text{ mg/dm}^3$; matéria orgânica = $61,6$ e $54,8 \text{ g/dm}^3$; $\text{V} = 80\%$ e 75% ; e os valores de Al ; $\text{H} + \text{Al}$; K ; Ca ; Mg ; SB e CTC , expressos em $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, foram respectivamente $0,00$ e $0,00$; $2,50$ e $2,70$; $1,03$ e $0,29$; $5,6$ e $5,4$; $3,1$ e $2,3$; $10,2$ e $7,9$; $12,7$ e $10,6$.

As adubação de base foi realizada com Sulfato de Magnésio, Yoorin comercial e composto orgânico tipo Bokashi produzido na própria fazenda. As adubações de cobertura foram realizados utilizando-se compostos orgânicos tipo Bokashi e biofertilizante líquido, ambos produzidos na propriedade.

Foi utilizado mulching plástico de cor branca para recobrimento dos canteiros e evitar a proliferação de plantas daninhas. Conforme o crescimento das plantas de tomate, foram retiradas as folhas mais velhas (folhas baixas), observando-se para isso, a situação fitossanitária das mesmas, incidência de luz solar, grau de desenvolvimento dos frutos e arejamento.

O controle fitossanitário de pragas e doenças foi realizado conforme o aparecimento das mesmas, utilizando-se somente produtos autorizados para cultivo orgânico.

As colheitas dos frutos iniciaram-se no dia 28 de Março de 2016, onde os primeiros frutos com sinais de amadurecimento apareceram, sendo colhidos classificados, contados e pesados em cada parcela. Foram realizadas no total 24 colheitas, sendo a última no dia 07 de junho de 2016.

Os frutos foram colocados em sacos plásticos devidamente identificados (conforme figuras 15 e 16), a classificação, contagem e pesagem foram realizadas logo após cada colheita.

Os frutos foram classificados em 3 tamanhos: grande (comprimento acima de 8,5 cm), médio (comprimento entre 6,0 cm e 8,5 cm) e pequenos (comprimento abaixo de 6 cm), ver figura 17. Os frutos chochos (não polinizados), mal-formados e brocados não foram contabilizados, sendo descartados e não fizeram parte das análises estatísticas. Esta classificação seguiu os critérios de seleção definidos pela Fazenda Malunga juntamente com seus clientes, na Figura 3 observa-se a classificação dos frutos conforme tamanho.



Figura 3 - Classificação dos frutos quanto ao tamanho: grandes, médios e pequenos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na data de 19 de Janeiro de 2016 foi realizado o plantio das mudas na estufa, devido as diferenças genotípicas dos porta enxertos. As mudas apresentavam alguma diferença em seu tamanho e vigor, evidenciando que a adoção de uma data fixa para o plantio não é adequada para todas as cultivares, porém devido a necessidade de condução das plantas nas mesmas condições isso se fez necessário, vale salientar que as diferenças observadas não causaram prejuízos significativos no desenvolvimento das plantas, que em torno de 10 dias após o transplante apresentavam-se com certa uniformidade e excelente qualidade de desenvolvimento.

Nas fases iniciais de cultivo não houveram ataques significativos de insetos, apesar de a região sofrer com grandes problemas causados pela mosca-branca

(*Bemisia tabaci*), porém a mesma não conseguiu invadir a estufa e causar qualquer dano. A partir dos 50 a 60 dias após o transplante foi observado um amarelecimento das folhas baixas do tomate, os sintomas eram característicos da virose denominada “Vírus do amarelo baixo do tomateiro” (*Tomato bottom yellow leaf virus – TBLV*), uma espécie de Luteovírus transmitida por afídeos como o *Myzus persicae*.

Salienta-se que a única enfermidade presente e que causou prejuízo à produtividade foi a virose do Amarelo Baixo do Tomateiro, causado pelo vírus TBLV (*Tomato bottom yellow leaf virus*), como praticamente não há tratamento para viroses, somente preventivamente evitando a presença dos transmissores, a convivência é a única medida a ser adotada, tentando-se manter a planta equilibrada nutricionalmente para que esta consiga se desenvolver e reagir naturalmente à infecção, não foi possível determinar em que dimensão esta enfermidade causou prejuízos à produção, mas de qualquer forma as plantas apresentaram bom desenvolvimento.

A produção total de frutos por tratamento em Kg e sua transformação para: peso de frutos por planta em Kg, peso total de frutos por m² em Kg e peso total de frutos por hectare em toneladas não diferiu estatisticamente entre os cinco diferentes porta-enxertos e o pé-franco, Quadro 2.

% de frutos em relação ao total	Tratamento					
	Emperador®	Empower®	Protetor®	Woodstock®	Pé-franco	Maxfort®
% de frutos grandes	50,9	48,65	46,03	44,49	44,18	44,02
% de frutos médios	29,34	32,24	30,66	33,49	32,39	33,86
% de frutos pequenos	19,76	19,11	23,31	22,02	23,44	22,12

Quadro 2 - Proporção de frutos por classificação de tamanho.

Os valores encontrados variando de 51,5 a 59,5 toneladas por hectare não são considerados bons níveis de produtividade, mesmo para o sistema orgânico de produção, haja visto toda a tecnologia e cuidados empregados no cultivo pela propriedade. Relaciona-se a este resultado inferior o fato das altas temperaturas ocorridas durante a fase de floração até o final do ciclo, o que ocasionou o alto índice de abortamento de flores, crescimento vegetativo acelerado em detrimento da parte reprodutiva, além do ciclo da planta ter encurtado devido às altas temperaturas.

A cultivar *Woodstock®* foi a que apresentou maior produção total de frutos grandes com 29,03 toneladas por hectare, isto também é relativo ao desempenho superior da mesma em relação às demais na produção total de frutos, apesar de não haver diferenças estatísticas entre os tratamentos..

Há de se considerar que a produção total foi afetada pela incidência do vírus do amarelo baixo (*Tomato bottom yellow leaf virus – TBLV*), a dimensão da perda de produção causada por este patógeno é difícil de mensurar, haja visto que as plantas conseguiram conviver de forma satisfatória se desenvolver e produzir mesmo na

presença do mesmo, mas os resultados alcançados, apesar poderiam ser melhores.

No quadro 1, que caracteriza a roporção de frutos por classificação de tamanho, analisando-se as distribuições depreende-se um comportamento similar em todos os tratamentos quanto a classificação de seus frutos, ficando os percentuais de frutos grandes, médios e pequenos bem próximos, não havendo destaques evidentes de qualquer cultivar entre si, e o pé-franco seguiu a mesma uniformidade apresentada pelos demais tratamentos.

Tratamento	Peso total de frutos por planta (kg.pl ⁻¹)	Peso total de frutos por hectare (Ton.ha ⁻¹)	Peso de frutos grandes por planta (kg.pl ⁻¹)	Peso total de frutos grandes por hectare (Ton.ha ⁻¹)	Peso de frutos médios por planta (kg.pl ⁻¹)	Peso total de frutos médios por hectare (Ton.ha ⁻¹)	Peso de frutos pequenos por planta (kg.pl ⁻¹)	Peso total de frutos pequenos por hectare (Ton.ha ⁻¹)
Emperador®	4,29 a	51,5 a	2,19 a	26,23 a	1,26 a	15,12 a	0,85 a	10,19 a
Maxfort®	4,3 a	51,6 a	1,89 a	22,70 a	1,46 a	17,46 a	0,95 a	11,41 a
Pé franco	4,45 a	53,4 a	1,97 a	23,60 a	1,44 a	17,3 a	1,04 a	12,53 a
Empower®	4,5 a	54 a	2,19 a	26,28 a	1,45 a	17,41 a	0,86 a	10,32 a
Protetor®	4,51 a	54,1 a	2,08 a	24,91 a	1,38 a	16,6 a	1,05 a	12,61 a
Woodstock®	4,96 a	59,5 a	2,21 a	26,47 a	1,66 a	19,93 a	1,09 a	13,1
Média (tratamentos)	4,5	54	2,09	25,03	1,44	17,3	0,97	12,82
CV (%)	14,62%		23.03 %		19.26 %		16.60 %	

Quadro 1 - Peso total de frutos, peso de frutos grandes, peso de frutos médios e peso de frutos pequenos por planta e por hectare.

Número de observações = 24

Classificação com a mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Há de se destacar a evidente superioridade de frutos grandes, e a menor proporção para frutos pequenos, isto demonstra maior qualidade da produção obtida.

No Quadro 3, as análises do peso médio de frutos por tratamento, sendo analisado o peso médio de frutos totais (peso médio de todos os frutos colhidos no tratamento, sem distinção de classificação por tamanho), peso médio dos frutos classificados como grandes, peso médio dos frutos classificados como médios e peso médio dos frutos classificados como pequenos.

Tratamento	PM dos frutos totais (g)	PM dos frutos Grandes (g)	PM dos frutos Médios (g)	PM dos frutos pequenos (g)
Pé-franco	77,08 a	103,55 a	75,71 a	53,11 a
Protetor®	78,15 a	106,04 a	76,17 a	52,72 a
Woodstock®	78,30 a	104,12 a	77,08 a	52,82 a
Maxfort®	79,87 a	106,27 a	78,52 a	54,11 a
Emperador®	80,54 a	106,13a	75,94 a	53,21 a
Empower®	82,26 a	108,04 a	78,13 a	53,89 a

Média	79,36	105,69	76,93	53,31
CV (%)	6,3	2,95	2,87	3,12

Quadro 3 - Peso médio dos frutos em suas diferentes classificações.

Número de observações = 24

Classificação com a mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

Não houve diferença estatística significativa para nenhum dos parâmetros analisados, isto evidencia que o uso dos porta-enxertos pouco afeta no peso dos frutos colhidos em plantas enxertadas.

Observa que os CVs foram muito baixos em todos os parâmetros, isto indica que a classificação dos frutos por tamanho foi realizada de forma excelente, pois as médias se referem à todos os frutos de cada classificação e tratamento, o que compreende uma grande quantidade amostral, demonstrando que o experimento foi conduzido com boa precisão

A comparação do peso médio dos frutos com outros autores só pode ser realizada se os trabalhos utilizarem do mesmo material, no caso o enxerto Montebelo®, haja visto a grande variação existente entre as cultivares, mesmo se tratando do mesmo tipo de tomate.

CONCLUSÕES

- O uso da porta-enxertos não propiciou aumento da produtividade do tomateiro nas condições em que o trabalho foi realizada;
- Todos os tratamentos não diferiram significativamente em produtividade total de frutos grandes, médios e pequenos;
- Todos os tratamentos apresentaram porcentagem de frutos grandes superior aos médios e a porcentagem destes foi superior aos pequenos;

REFERÊNCIAS

Borguini, R. G.; Oetterer, M.; Silva, M. V. 2003. **Qualidade nutricional de hortaliças orgânicas**. Boletim da SBCTA, Campinas, v. 37. n. 1, p. 28-35.

Filgueira, F. A. R. 2003. **Solanáceas - Agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló**. Lavras: UFLA, 333p.

Guedes, I. M. R. 2013. **Greenhouse vegetable production in Brazil: current status and research needs**. In: Research cooperation workshop rural development administration, Labex Korea and Embrapa. Suwon. Proceedings of the 3rd. RDA and Embrapa joint workshop: strategic research cooperation on horticulture and animal science. p.63-84.

Kubota, C.; Mc Clure, M. A.; Kokallis-Burelle, N.; Bausher, M. G.; Roskopf, E. N. 2008. **Vegetable grafting: History, use, and current technology status in North America**. Hortscience 43: 1664-1669.

Luz, J. M. Q.; Shinzato, A. V.; Silva, M. A. D. 2007. **Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido**. Bioscience Journal. Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 7-15.

Nagai, H. 1989. **Avanços obtidos com melhoramento genético do tomate no Brasil**. In: encontro nacional de produção e abastecimento de tomate, Viçosa. UFV, p.88-103,

Naika, S.; Jeude, J. L.; Goffau, M.; Hilmi, M.; Dam, B. 1989. **A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização**. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA, p. 104.

Salata, A. C.; Bertolini, E. V.; Magro, F. O.; Cardoso, A. I. I.; Wilcken, S. R. S. 2012. **Enxertia e sua influência na produção de pepino e reprodução de *Meloidogyne javanica* e *M. incógnita***. Horticultura Brasileira 30: p. 590-594.

Silva, E.C. 1994. **Efeito de doses de nitrogênio (nitrocálcio) e potássio (cloreto de potássio) na produção e em algumas características qualitativas dos frutos do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill), cultivar Santa Clara, podado e adensado**. Lavras.

AÇÃO FITOQUÍMICA DE *ARTEMISIA ANNUA* L. EM MANEJOS PÓS-COLHEITAS

Thalita Cristina Marques Cervezan

Melissa Jean Towler

Pamela Weathers

Pedro Melillo de Magalhães

Adilson Sartoratto

Aline Cristina Rabonato

Glyn Mara Figueira

Fernando Broetto

RESUMO: A malária é considerada uma doença infecciosa grave que atinge milhares de pessoas, principalmente em países tropicais e subtropicais. O controle dessa doença pode ser feito através de alguns tipos de medicamentos semissintéticos e bioativos naturais, entre eles os derivados da espécie *Artemisia annua* L.: artemisinina, diidroartemisinina, deoxiartemisinina, ácido artemisínico e arteanuina B. O presente estudo teve como objetivos avaliar o efeito de diferentes tipos de processamento pós-colheita sobre a qualidade do fármaco e seus derivados. Folhas de *A. annua* L. foram submetidas a quatro tratamentos de desidratação sendo eles: campo em pleno Sol, campo na sombra, estufa de circulação de ar a temperatura de 28°C +/-2 e câmara de crescimento 15°C +/-2, por 29 dias. Foram realizadas as análises de teor de umidade, flavonoides, avaliação do teor de artemisinina, diidroartemisinina, deoxiartemisinina, ácido

artemisínico e arteanuina B. Cada tratamento apresentou influência distinta sobre o acúmulo de bioativos estudados. Entretanto, quando a biomassa foi processada em estufa com temperatura controlada, houve maior estabilidade para a maioria dos princípios ativos avaliados, com exceção da artemisinina.

PALAVRAS-CHAVE: artemisinina, compostos bioativos, metabólitos secundários, plantas medicinais, secagem.

ABSTRACT: Malaria is considered a serious infectious disease that affects thousands of people, occurring in tropical and subtropical countries. Disease control can be done through some types of semi-synthetic and bioactive natural drugs, including them the derivatives of the species *Artemisia annua* L.: artemisinin, dihydroartemisinin, deoxiartemisinin, artemisinic acid and arteanuin B. The leaves of *A. annua* L. were submitted to 4 post-harvest treatments: Leaves of *A. annua* L. were submitted to 4 post-harvest treatments: field in full sun, field shaded, air circulation oven dry at 28 °C +/-2 and grown chamber 15 °C +/-2 for 29 days. The analysis of moisture content, flavonoids, evaluation of the artemisinin, dihydroartemisinin, deoxiartemisinin, artemisinic acid and arteanuin B contents were carried out. Were analyzed treatment had a different influence on the bioactives under study, however, the oven dry

demonstrated to have greater stability in most of the active principles with the exception of artemisinin.

KEYWORDS: artemisinin, bioactive, secondary metabolites, medicinal plants, drying.

1 | INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o *Plasmodium* vem adquirindo resistência a drogas comerciais usadas para o tratamento da malária. Em busca por tratamentos alternativos, descobriu-se que a espécie medicinal identificada por *Artemisia annua* L. apresenta um composto químico com atividade antimalárica. Testes farmacológicos confirmaram a ação fitoterápica da artemisinina e ainda, ressalta a ação rápida e eficaz sobre as formas de malária resistente (RODRIGUES et al, 2006). No entanto, o uso regular da artemisinina contribuiu para a formação de novas cepas resistentes a doença. Desde modo, tem-se utilizado outros compostos derivados da síntese de artemisinina, os quais, também apresentam a mesma ação antimalárica, quando combinados. A fim de melhorar a produção da molécula e seus derivados, torna-se imprescindível manter a qualidade desses compostos no período pós-colheita para evitar o desencadeamento de reações de oxidação, hidrólise, ataques de microorganismos, etc., (MESHNICK et al, 1996). Este trabalho teve como objetivo estudar parte do metabolismo de *A. annua* L. em relação à preservação de seus componentes fitoterápicos, nos procedimentos de pós-colheita. O material vegetal foi submetido a diferentes métodos de secagens, no qual avaliou a preservação no teor da artemisinina, diidroartemisinina, deoxiartemisinina, ácido artemisínico, arteanuina B e flavonoides.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A cultivar utilizada foi a variação de *Artemis*, adaptada para o clima subtropical. Os principais genótipos selecionados foram os híbridos CPQBA 5 x 2/39 e o CPQBA 3M x POP. A espécie em estudo, *Artemisia annua* L., foi cultivada no campo experimental do Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA), da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). O campo é localizado em Paulínia, SP, na latitude sul 22°48 min, na longitude oeste 47°0 min e altitude 669. O plantio foi realizado em solo latossolo vermelho escuro argiloso e adubação-verde realizada com mucuna.

A matéria fresca da *A. annua* L. foi coletada no início de março, antes do florescimento, devido ao período em que a concentração de artemisinina é maior. As plantas foram cortadas inteiras, aleatoriamente, com auxílio de facão, apresentando alturas médias de 1,8 metros de comprimento. Ao todo, foram colhidas 96 plantas, sendo separadas em quatro tratamentos de secagem e desidratação: Campo sol pleno (CSP); Campo sombra (CSM); Estufa de circulação de ar (EST) a 28°C ± 2°C;

Câmara de crescimento (Câmara) a $15^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Cada tratamento continha quatro repetições. No campo, as plantas inteiras foram acondicionadas em formas de cabanas contendo oito plantas por parcela sendo fixadas com amarras e sobrepostas em sombrite preto 50% luz (com dimensões 1,0 m x 1,0 m). O sombrite foi utilizado para minimizar possíveis perdas de material foliar ao decorrer dos dias de secagem.

As plantas submetidas aos tratamentos de secagem e desidratação em Estufa e em Câmara de Crescimento foram devidamente desmembradas em partes menores. O material vegetal continha apenas galhos mais finos e folhas, adensadas em sacos de sombrite preto 50%, sendo, posteriormente acondicionadas em seus âmbitos de tratamentos. Os materiais submetidos aos tratamentos mantiveram-se fixos em seus respectivos ambientes de secagem e desidratação, durante todo o período de avaliações. Vale ressaltar que, as plantas secas na sombra e em sol pleno tiveram influências climáticas relativamente consideráveis, uma vez que, ficaram expostos há alguns fatores ambientais. Portanto, os tratamentos de secagem fixados no campo experimental, principalmente as plantas secas em pleno sol, tiveram influência constante de umidade, temperaturas, vento, entre outros. Por serem ambientes com fatores ambientais variáveis, a área de estudo teve acompanhamento meteorológico em decorrer do período de 29 dias. As medições foram realizadas pela CEPAGRI, Unicamp.

Os experimentos de secagem e desidratação foram instalados no dia 12 de março e, conseqüentemente, iniciado o primeiro ponto de coleta vegetal para as análises de teor de água. Esse primeiro ponto de coleta, identificado como tempo zero, foi usado como material de referência padrão comparativa entre todos os tratamentos. As avaliações experimentais foram feitas uma vez por semana, durante 29 dias, no qual tiveram recolhidas mais quatro amostragens das folhas, sendo realizadas nos períodos de 5º, 12º, 19º e 29º dias de secagem e desidratação. Deste modo, foram totalizados cinco pontos de coletas, sendo o primeiro no tempo zero e os demais nas quatro semanas de acompanhamento.

As amostragens recém-coletadas foram feitas em triplicatas, sendo coletadas uniformemente, por toda a parte do vegetal. Os materiais coletados foram postos em sacos de polietileno (10 cm x 20 cm) e imediatamente transportados para o processamento em laboratório. As amostragens de cada tratamento foram devidamente moídas em moinho analítico modelo A11 Basic, com rotação do motor equivalente a 28.000 rpm, o qual foi indicado por possuir a câmara fechada hermeticamente, com perda de material praticamente zero. Após a redução granulométrica, as amostras foram submetidas à análise do teor de água (item 2.1), as quais foram realizadas no Departamento de Agrotecnologia, localizado no Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA, Unicamp) em Campinas, São Paulo, Brasil.

2.1 Determinação do teor de água

Cerca de 1 g de todas as amostras obtidas nos 5 pontos de colheitas, foram pesadas em balança digital analítica em triplicada e colocadas em cadinhos de alumínio. A massa seca foi determinada colocando os cadinhos em estufa com circulação forçada a 105°C por 24 horas (Arvouet-Grand et al, 1994). Após este período os cadinhos foram retirados e colocados em dessecador. Depois de arrefecidas à temperatura ambiente em dessecador, foram submetidas à nova pesagem e quantificados os teores de água em percentagem de perda por dessecação, sendo:

$$P\% = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100 \quad (1)$$

Onde: P_1 representa o peso do cadinho contendo a amostra úmida, P_2 é o peso do cadinho contendo a amostra seca, P_1 é o peso da amostra fresca e P é o percentual de água.

2.2 Extração dos metabólitos das folhas

A quantificação dos principais bioativos foi realizada no Departamento de Bioquímica e Biotecnologia localizado no Instituto Politécnico de Worcester (WPI) em Massachusetts, Estados Unidos. Todo o transporte das amostras foi feito pela DHL Express, onde permaneceram refrigeradas a $-20^\circ\text{C} \pm 5$, com gelo seco e em caixas de poliestireno expandido (isopor). Durante o percurso, houve o monitoramento das amostras, com o auxílio de termômetro, e periodicamente, realizada a manutenção do gelo para evitar o aumento da temperatura e degradação do material vegetal. O tempo de trajeto para os Estados Unidos foi de aproximadamente 48 horas. No desembarco, os materiais apresentaram a temperatura final de 12 graus com $\pm 5^\circ\text{C}$ de variação. Todas as amostras foram armazenadas a -20°C até o início das análises.

Anteriormente, as amostras foram irradiadas pelo Centro de Tecnologia das Radiações (CTR) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, localizado no campus da Universidade de São Paulo (São Paulo - SP - Brasil) a fim de atender a legislação Norte-Americana e atentar aos padrões de segurança. A fonte de irradiação utilizada nos tratamentos foi o Cobalto 60 na dose mínima de 10,2 kGy (1,0 Mrad), afim de atender a legislação de fitossanidade exigidas para materiais de origem vegetais em exportação.

As análises se iniciaram com os tratamentos que apresentavam maiores teores de água, sendo o tempo zero e a câmara de crescimento. Para a extração de metabólitos, foi necessário adicionar cloreto de metileno nas amostras. Para 25 mg de biomassa, foram adicionados 4 mL de diclorometano, em tubos de ensaio de vidro, e levados ao ultrassom em um banho de água gelada durante 30 minutos. Após esse tempo, houve formação de uma fase heterogênea, ao qual, o solvente decantado

foi transferido para novos tubos de ensaio e secos em N₂. Em seguida, armazenada a -20 °C até à análise. Para a dosagem, as amostras foram ressuspensas em diclorometano (1 mL) e, as alíquotas foram depois transferidas para cromatógrafo de fase gasosa acoplado a espectrômetro de massas (GC-MS) em frascos de amostra e secas. Para a quantificação de Artemisinina (ART), Deoxiartemisinina (deoxyAN), Arteanuina B (AB), Ácido Artemisínico (AA) e Ácido Diidroartemisinico (DHAA) foi usado a cromatografia de fase gasosa (CG) acoplada a espectrômetro de massas (CG-MS). Para que o método utilizado seja válido, é necessário aplicar as seguintes especificações: O cromatógrafo utilizado foi Agilent 7890A e MS, a Agilent 5975C, com a coluna Agilent HP-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 mm). O gás de arraste foi o Hélio a 1 mL/min. Volume de injeção usado é 1 mL no modo splitless. A temperatura da fonte de íon é 280°C; sendo a entrada de 250°C; na linha de transferência com 280°C. A temperatura do forno com 125°C realizada por 1 min, e, em seguida, aumentada para 300°C a 5°C/min.

O AA e DHAA foram analisados separadamente dos outros metabolitos, por serem equivalentes. Antes da injeção no cromatógrafo, foi primeiramente necessário a derivatização, ao qual, foi conseguido por ressuspensão em amostras de 20 µL na proporção de 1:1 de piridina:bis (trimetilsilil) trifluoroacetamida (Sigma 270407 e Restek 35605, respectivamente); adicionados a 50 µL de pentano. O padrão de AA utilizado nesta determinação foi o autêntico purificado da *A. annua* L. (Laboratório de Biotecnologia, Instituto Politécnico de Worcester, MA – USA), sendo utilizado para o cálculo das concentrações de AA e DHAA das amostras por meio da curva de calibração do referido padrão (MANNAN et al, 2010). As amostras de AN, deoxyAN e AB foram ressuspensas em 100 µL de pentano, antes das análises. A identificação da AN foi feita por consulta a biblioteca NIST (*National Institute of Standards and Technology*) e padrões validados, enquanto a deoxyAN e AB foram identificados apenas por comparação com padrões validados (ADAMS, 2007).

A extração dos flavonoides das folhas se iniciou nas etapas descritas anteriormente. O método utilizado para a determinação dos mesmos é descrito por Arvouet-Grand et al, (1994) adaptado por Weathers et al, (2014). A metodologia empregada utilizou alíquotas de 1,0 mL do extrato inicial ressuspensas em Diclorometano (MeCl₂) e secas novamente em N₂. Após a adição de 1,0 mL de solução metanólica contendo 1% de Cloreto de Prata (AlCl₃) amostrou-se 200 µL e transferiu-se para placas de Elisa (96 *well-plates*); estas foram seladas com filme adesivo transparente. Depois, foram deixadas em repouso por 20 minutos para iniciar a reação química. Ao fim do tempo de repouso, as amostras foram levadas a leitura em espectrofotômetro Wallac 1420, com programa específico para análise de dados. O teor total de flavonoides foi calculado usando a curva padrão de quercetina, em que, por serem compostos equivalentes, foi possível determinar a quantificação dos mesmos.

2.3 Análise estatística

A análise estatística foi organizada em desenho experimental inteiramente casualizado. O fatorial utilizado foi 5 tempos x 4 tratamentos x 3 repetições. Os dados foram analisados no programa Assistat 7.7 beta (SILVA e AZEVEDO, 2002) para análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de significância de 5 % de probabilidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teor de água

O método convencional é padronizado pela Farmacopeia Brasileira 4ª edição (1988), que avalia o teor de água e cinzas por perda e dessecação. O teor máximo de água permitido para o bom armazenamento de material vegetal de plantas medicinais e aromáticas é de até 12%. Acima desse percentual, a atividade enzimática, bem como o desenvolvimento de mofo, leveduras e bactérias possuem aumentos significativos, enquanto em valores percentuais inferiores, esses fatores são minimizados. Como a *A. annua* L. é sempre seca em ar ambiente, este valor de 12%, às vezes, pode ser difícil de alcançar em período de alta umidade do ar, como, por exemplo, durante a estação chuvosa (SIMONNET, 2010). Deste modo, apenas as amostras secas em Campo Sol e em Estufa se enquadraram nos parâmetros estabelecidos (Tabela 1).

Tratamentos	Tempo Zero	5 dias (%)	12 dias (%)	19 dias (%)	29 dias (%)	Média (%)
Câmara	70,11 aA	30,23 aB	19,78 aC	20,55 aC	19,11 aC	31,96 a
Estufa	70,11 aA	8,00 cB	7,55 dB	7,45 cB	5,89 dC	19,80 d
Campo Sol	70,11 aA	10,78 bB	11,67 cB	10,78 bB	10,66 cB	22,81 c
Campo Sombra	70,11 aA	12,00 bE	17,22 bC	19,67 aB	14,55 bD	26,71 b
Média (%)	70,11 a	15,25 b	14,05 c	14,61 c	12,56 d	-
C.V% 3,11						

Tabela 1. Comparação média do teor de água percentual da *Artemisia annua* L. entre os tratamentos de secagem e desidratação no decorrer dos 29 dias.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ($p \leq 5\%$). Letras maiúsculas, nas linhas, são comparativas entre tempos enquanto as minúsculas, nas colunas, são comparações entre os tratamentos. O tempo zero é considerado material de referência, uma vez que, representa a planta fresca sem tratamento. C.V% = coeficiente de variação.

É importante ressaltar que as plantas do tratamento campo sol permaneceram expostas em ambiente aberto, sem algum tipo de proteção atmosférica, recebendo chuva diretamente e, ainda, em contato com orvalho pela manhã. Tais fatores, não apresentaram tantas influências nos teores de água encontrados nos materiais, permanecendo com valores aproximados de 10,7%. As amostras mantidas em estufa de circulação de ar a 28°C também apresentaram estabilidade, permanecendo com

teores de água equivalentes a 7,6% em quase todos os pontos avaliados, com exceção do último dia de coleta, o qual proporcionou redução para 5,89%.

As plantas de *A. annua* L. acondicionadas no campo sombra e câmara de crescimento, no entanto, mantiveram índice de teor de água acima dos 12% estipulados pela legislação durante todos os períodos de avaliação. Por ter sido fixado em local protegido do sol com apenas a circulação de ar como fonte de secagem e, devido à incidência de chuva, o campo sombra obteve elevado índice de umidade ambiente, com percentuais de mínima e máxima equivalente a 28,7% a 100%, respectivamente e temperaturas entre 34°C e 17°C.

As folhas de *A. annua* L. na câmara de crescimento mantiveram os maiores índices de teor de água quando comparados com os demais tratamentos. Por ser um sistema totalmente fechado e controlado, no ambiente interno foram encontrados os valores de umidade percentuais entre 34% e 90%, com temperatura constante de 15°C. Esse sistema manteve as amostras enclausuradas enquanto ocorria a desidratação das folhas, permitindo assim, a troca de massas entre as plantas e o ambiente. Ao decorrer dos 29 dias de secagem, apesar da queda no gradiente de umidade relativa do ambiente, os valores percentuais de teor de água nas folhas de *A. annua* L. se mantiveram acima dos parâmetros estabelecidos, com 19% de dosagem. A baixa temperatura e a alta umidade relativa colaboraram para manter esse teor alto nas folhas de *A. annua* L.. Simonnet (2001) reportou em seu trabalho que todos os processos de secagem em campo aberto obtiveram de 20 a 30% de água nas folhas após 8 dias.

Devido à variação de umidade nas amostras armazenadas, todos os resultados apresentados a seguir foram corrigidos conforme os seus valores do teor de água correspondentes.

3.2 Ácido diidroartemisínico (DHAA), artemisinina (ART) e deoxiartemisinina (DEOXYAN)

A dosagem de ácido diidroartemisínico da *A. annua* L. nos tratamentos de secagem e desidratação avaliados reduziu ao longo do tempo. No entanto, as amostras secas na câmara de crescimento mantiveram melhor as características de DHAA, quando comparado com os demais tratamentos, porém, não se diferenciando significativamente do tempo zero (Tabela 2).

Tratamentos	Tempo Zero	5 dias	12 dias	19 dias	29 dias	Média (%)
Câmara	716,77 aA	634,82 aA	408,43 aB	379,49 aBC	258,08 abC	479,52 a
Estufa	716,77 aA	401,68 bB	402,37 aB	429,54 aB	370,55 aB	464,18 a
Campo Sol	716,77 aA	264,46 cC	360,75 aBC	405,66 aB	252,45 bC	400,02 b
Campo Sombra	716,77 aA	354,47 bcB	306,34 aB	239,80 bB	257,91 abB	375,06 b
Média (%)	716,77 a	413,86 b	369,47 b	363,62 b	284,75 c	-

Tabela 2. Quantificação do teor ($\mu\text{g/g}$) de Ácido Diidroartemisínico na *Artemisia annua* L. entre os tratamentos de secagem e desidratação, no decorrer de 29 dias.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ($p \leq 5\%$). Letras maiúsculas, nas linhas, são comparativas entre tempos enquanto as minúsculas, nas colunas, são comparações entre os tratamentos. O tempo zero é considerado material de referência, uma vez que, representa a planta fresca sem tratamento. C.V% = coeficiente de variação.

Apesar da câmara de crescimento ter preservado o DHHA por mais tempo, o tratamento de secagem em estufa demonstrou ter melhor estabilidade na concentração de DHAA na *A. annua* L. durante todo o período. O campo sol e a estufa tiveram semelhantes perfis de secagem. Outros autores relataram comportamento parecido. Ferreira e Luthria (2010), por exemplo, trabalharam com efeitos de três diferentes tipos de tratamento de secagens sendo, estufa 45°C, sol e sombra em condições de ambiente, em folhas de *A. annua* L.. Os autores observaram que não houve diferença significativa no teor de Diidroartesimico (DHAA) durante o período da *A. annua* L. de secagem e entre os tratamentos, pelo tempo avaliado. Já Weathers; Towler (2012) relatam que a secagem de *A. annua* L. em temperatura de 25°C, proporcionou aumento de DHAA em 0,19% quando comparados com as folhas frescas. O trabalho foi conduzido com 30–50% umidade relativa em sala fechada com luz e condições do ambiente.

Em relação à artemisinina, a concentração do composto manteve-se estável no vegetal para quase todos os tratamentos de secagem, exceto para o campo sombra, no qual, houve redução no teor analisado. As concentrações de ART para as amostras da estufa e campo sol apresentaram teores significativamente mais elevados (Tabela 3).

Tratamentos	Tempo Zero	5 dias	12 dias	19 dias	29 dias	Média (%)
Câmara	9730 aB	6990 bC	12643 aA	7088 bC	8461 bBC	8983 b
Estufa	9730 aA	9756 aA	9182 bAB	7847 abB	9603 abA	9224 ab
Campo Sol	9730 aAB	9006 aB	10690 bA	9096 aAB	10421 aAB	9789 a
Campo Sombra	9730 aA	9987 aA	9330 bA	8376 abA	6136 cB	8712 b
Média (%)	9730 ab	8935 bc	10461 a	8102 d	8655 cd	-
C.V% 7,68						

Tabela 3. Quantificação do teor ($\mu\text{g/g}$) de Artemisinina na *Artemisia annua* L. entre os tratamentos de secagem e desidratação, no decorrer de 29 dias.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ($p \leq 5\%$). Letras maiúsculas, nas linhas, são comparativas entre tempos enquanto as minúsculas, nas colunas, são comparações entre os tratamentos. O tempo zero é considerado material de referência, uma vez que, representa a planta fresca sem tratamento. C.V% = coeficiente de variação.

Essa queda no teor de artemisinina nas amostras analisadas da câmara de crescimento se deve ao fato de que, por ser tratar de uma secagem mais lenta, a grande quantidade de água ainda presente nas folhas pode ajudar na perda do

princípio ativo, e, conseqüentemente, em sua degradação. Entretanto, Simonnet, (2010) não corrobora com esses dados. Ele observou que, mesmo em secagem lenta de condições supostamente desfavoráveis, como por exemplo, em temperaturas baixas ($\leq 20^{\circ}\text{C}$) e alta umidade relativa do ar ambiente, a perda de artemisinina nas folhas não ocorreram. Deste modo, foi observado também que as plantas cortadas e deixadas para secagem no campo, por 17 dias, mostraram aumento no teor de artemisinina de quase 20%. O autor relata que a secagem lenta no campo durante 2 a 3 semanas pode, em alguns casos, resultar em aumento de 10 a 20% do teor de artemisinina. Esta ressalva também foi confirmado por Simonnet et al, (2001) e Laughlin, (2002).

O comportamento do perfil químico de deoxyAN foi semelhante ao da artemisinina. Entretanto, tanto a câmara de crescimento, quanto o campo sombra, apresentaram melhores condições de secagem para a preservação deste composto (Tabela 4).

Tratamentos	Tempo Zero	5 dias	12 dias	19 dias	29 dias	Média (%)
Câmara	1137 aA	1191 aA	1143 aA	910 bB	980 aAB	1072 a
Estufa	1137 aA	902 bcB	884 bB	896 bB	1022 aAB	968 b
Campo Sol	1137 aA	828 cB	853 bB	832 bB	1047 aAB	940 b
Campo Sombra	1137 aA	1043 abA	1190 aA	1143 aA	999 aA	1102 a
Média (%)	1137 a	991 b	1017 b	945 b	1011 b	-
C.V% 9,38						

Tabela 4. Quantificação do teor ($\mu\text{g/g}$) de Deoxiartemisinina na *Artemisia annua* L. entre os tratamentos de secagem e desidratação, no decorrer de 29 dias.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ($p \leq 5\%$). Letras maiúsculas, nas linhas, são comparativas entre tempos enquanto as minúsculas, nas colunas, são comparações entre os tratamentos. O tempo zero é considerado material de referência, uma vez que, representa a planta fresca sem tratamento. C.V% = coeficiente de variação.

Ferreira et al., (2010) avaliaram o efeito de congelamento, forno, sombreamento, secagem ao sol, tempo de secagem e intensidade de luz na concentração foliar de AN, DHAA, AA e capacidade antioxidante foliar. As amostras liofilizadas apresentaram as menores concentrações de artemisinina em comparação com os outros métodos de secagem. A secagem de sombra durante 1, 2 e 3 semanas, sob ambiente ou pouca luz, não alterou o conteúdo de artemisinina, mas diminuiu significativamente a atividade antioxidante da folha, principalmente secas ao sol. Os autores ainda observaram uma diminuição significativa (média de 82%) no DHAA para todos os procedimentos de secagem em comparação com a liofilização, com um aumento simultâneo e significativo da ART (média de 33%). Além disso, constatou-se que a bioconversão média de DHAA para artemisinina em plantas secas ao forno e sombra foi de 43% e para plantas secas ao sol foi de 94%. Os autores sugerem ainda que a secagem ao sol melhora significativamente a bioconversão de DHAA para ART e

revelam que a secagem no forno por 24 h a 45°C podem proporcionar bons níveis de ART como de antioxidantes nas folhas.

3.3 Arteanuina B (AB) e ácido artemisínico (AA)

A concentração do ácido artemisínico foi maior para o tratamento de secagem em estufa, onde apresentou os maiores índices de AA. Todavia, a câmara de crescimento e o tempo zero apresentaram os piores resultados neste período. No 29º dia de coleta, a estufa e o campo sol tiveram resultados semelhantes em que não se diferiam estatisticamente (Tabela 5).

Tratamentos	Tempo Zero	5 dias	12 dias	19 dias	29 dias	Média (%)
Câmara	490 aA	435 cAB	529 bA	251 bAB	177 bCD	372 d
Estufa	490 aD	1053 bBC	1530 aA	1265 aAB	787 aCD	1025 a
Campo Sol	490 aBC	1437 aA	810 bB	202 bC	590 aB	706 b
Campo Sombra	490 aBC	1217 abA	671 bB	177 bCD	131 bD	537 c
Média (%)	490 b	1035 a	885 a	474 b	416 b	-
C.V% 21,72						

Tabela 5. Quantificação do teor ($\mu\text{g/g}$) de Ácido Artemisínico na *Artemisia annua* L. entre os tratamentos de secagem e desidratação, no decorrer de 29 dias.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ($p \leq 5\%$). Letras maiúsculas, nas linhas, são comparativas entre tempos enquanto as minúsculas, nas colunas, são comparações entre os tratamentos. O tempo zero é considerado material de referência, uma vez que, representa a planta fresca sem tratamento. C.V% = coeficiente de variação.

Laughlin (2002) avaliou o teor de ácido artemisínico na *A. annua* L. quanto a secagem de plantas inteiras à sombra e plantas inteiras ao sol, em condição ambiente no campo, durante 21 dias. Os efeitos destes tratamentos foram comparados com as folhas secas em estufa (35°C) que haviam sido separadas imediatamente após a colheita. Durante os 21 dias, a secagem não teve qualquer efeito adverso ao teor de ácido artemisínico (AA). Os dois tratamentos apresentaram concentrações de AA semelhantes às folhas secas em estufa de secagem, com teor de (0,1 a 0,2%).

Em relação à dosagem de Arteanuina B na *A. annua* L. em todos os tratamentos, verifica-se que a concentração de AB reduz ao longo do tempo, quando comparados com o tempo zero. No 29º dia de secagem, a EST, e o CPS tiveram a concentração de AA aumentada, se sobressaíram sobre aos demais tratamentos (Tabela 6).

Tratamentos	Tempo Zero	5 dias	12 dias	19 dias	29 dias	Média (%)
Câmara	2274,8 aA	1663 aB	1185 bB	1483 bB	1281 bB	1577 b
Estufa	2274,8 aA	1421 aB	1807 aAB	2184, aA	2270 aA	1991 a
Campo Sol	2274,8 aA	1275 aBC	1036 bC	1765 abAB	2069 aA	1684 b
Campo Sombra	2274,8 aA	1279 aBC	1317 abBC	1654 abB	946 bC	1494 b

Média (%)	2274,83 a	1409,9 cd	1336,5 d	1771,78 b	1642,0 bc	-
C.V% 15,22						

Tabela 6. Quantificação do teor ($\mu\text{g/g}$) de Arteanuina B na *Artemisia annua* L. entre os tratamentos de secagem e desidratação, no decorrer de 29 dias.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ($p \leq 5\%$). Letras maiúsculas, nas linhas, são comparativas entre tempos enquanto as minúsculas, nas colunas, são comparações entre os tratamentos. O tempo zero é considerado material de referência, uma vez que, representa a planta fresca sem tratamento. C.V% = coeficiente de variação.

Dados observados por Weathers; Towler (2012) mostraram que o teor de arteanuina B (AB) em folhas secas de *A. annua* L. à 25 °C em uma sala com luz constante e condições de ambientes naturais, teve aumento de 0,2% em relação as folhas frescas sem qualquer tipo de tratamento pós-colheita.

3.4 Flavonoides

A quantificação de flavonoides demonstrou redução de quase 50% nos teores do constituinte em cada tratamento. No entanto, apesar da estufa ter apresentado as melhores concentrações de flavonoides, quando comparado com os outros tratamentos, não apresentou diferença significativa (Tabela 7).

Tratamentos	Tempo Zero	5 dias (%)	12 dias (%)	19 dias (%)	29 dias (%)	Média (%)
Câmara	20,33 aA	6,78 abB	7,70 aB	7,99 abB	8,07 bB	10,17 b
Estufa	20,33 aA	8,13 aCD	7,36 aD	9,51 aC	11,34 aB	11,33 a
Campo Sol	20,33 aA	6,07 bB	4,98 bB	4,98 cB	5,25 cB	8,32 c
Campo Sombra	20,33 aA	7,72 aBC	8,90 aB	6,62 bC	7,78 bBC	10,27 b
Média (%)	20,33 a	7,175 c	7,23 c	7,27 c	8,11 b	-
C.V% 7,10						

Tabela 7. Quantificação no teor de Flavonoides na *Artemisia annua* L. entre os tratamentos de secagem e desidratação, no decorrer de 29 dias.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ($p \leq 5\%$). Letras maiúsculas, nas linhas, são comparativas entre tempos enquanto as minúsculas, nas colunas, são comparações entre os tratamentos. O tempo zero é considerado material de referência, uma vez que, representa a planta fresca sem tratamento. C.V% = coeficiente de variação.

Estudo realizado por Albuquerque (2000), o autor relatou que a secagem em estufa, quando comparado ao de secagem à temperatura ambiente, provocou o aumento na incidência de membranas de pontuações rompidas em *Pinus taeda* L.. Essa afirmação justificando a utilização da secagem em estufa como método padrão eficaz para a obtenção de compostos de interesse com preservação de qualidade.

4 | CONCLUSÃO

A concentração de artemisinina se manteve mais estável em plantas de *Artemisia annua* L. submetidas ao tratamento de secagem ao sol. Por outro lado, o mesmo

efeito não se observou para os seus análogos (diidroartemisinina, deoxiartemisinina, ácido artemisínico, arteanuina B), os quais apresentaram melhor estabilidade para a sua conservação quando secos a estufa de circulação de ar. De modo geral, o melhor tratamento de desidratação para as folhas de *Artemisia annua* L. foi à estufa de secagem a 28 °C devido à estabilidade dos parâmetros qualitativos de seus constituintes ativos.

REFERÊNCIAS

ADAMS, Robert P. et al. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. Allured publishing corporation, 2007.

ALBUQUERQUE, C. E. C. Efeito da secagem a 100 °C em membranas de pontoações de Pinus taeda L. **Floresta Ambient**, v. 7, p. 129-136, 2000.

ARVOUET-GRAND, A. et al. Standardization of a propolis extract and identification of the main constituents. **Journal de pharmacie de Belgique**, v. 49, n. 6, p. 462-468, 1994. ASAE. **Moisture Measurement-Forages**. St. Joseph, 1991a. p.401. (ASAE Standards, S532.2).

FARMACOPEIA BRASILEIRA. Quarta Edição. Parte I. Atheneu Editora São Paulo LTDA. São Paulo, SP. 392 p. 1988.

FERREIRA, Jorge F.S. et al. Flavonoids from *Artemisia annua* L. as Antioxidants and Their Potential Synergism with Artemisinin against Malaria and Cancer. **Molecules**, [s.l.], v. 15, n. 5, p.3135-3170, 29 abr. 2010. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules15053135>.

FERREIRA, Jorge F. S; LUTHRIA, Devanand L. Drying Affects Artemisinin, Dihydroartemisinic Acid, Artemisinic Acid, and the Antioxidant Capacity of *Artemisia annua* L. Leaves. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [s.l.], v. 58, n. 3, p.1691-1698, 10 fev. 2010. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/jf903222j>.

LAUGHLIN, J. C. Post-harvest Drying Treatment Effects on Antimalarial Constituents of *Artemisia annua* L. In: **International Conference on Medicinal and Aromatic Plants. Possibilities and Limitations of Medicinal and Aromatic Plant 576**. 2002. p. 315-320. <http://dx.doi.org/10.17660/actahortic.2002.576.47>.

MANNAN, A., LIU, C.Z., ARSENAULT, P.R., TOWLER, M.J., VAIL, D.R., LORENCE, A., WEATHERS, P.J., 2010. DMSO triggers the generation of ROS leading to an increase in artemisinin and dihydroartemisinic acid in *Artemisia annua* shoot cultures. **Plant Cell Rep**. 29, 143–152, <http://dx.doi.org/10.1007/s00299-009-0807-y>.

MESHNICK, Steven R.; TAYLOR, T. E.; KAMCHONWONGPAISAN, Sumalee. Artemisinin and the antimalarial endoperoxides: from herbal remedy to targeted chemotherapy. **Microbiological reviews**, v. 60, n. 2, p. 301-315, 1996.

RODRIGUES, Rodney Alexandre Ferreira et al. Otimização do processo de extração e isolamento do antimalárico artemisinina a partir de *Artemisia annua* L. **Química Nova**, [s.l.], v. 29, n. 2, p.368-372, abr. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422006000200030>.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 01, p. 71-78, 2002.

SIMONNET, X. *Artemisia annua* L. Harvest and post-harvest treatments. **Mediplant** Centre de Recherches Sur Les Plantes Médicinales Aromatiques. p. 60, March, 2010.

SIMONNET, X. et al. Field drying of *Artemisia annua* L.: increasing artemisinin content and lowering production costs. **Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture (Switzerland)**, 2001.

WEATHERS, Pamela J.; TOWLER, Melissa J. The flavonoids casticin and artemetin are poorly extracted and are unstable in an *Artemisia annua* L. tea infusion. **Planta medica**, v. 78, n. 10, p. 1024-1026, 2012.

WEATHERS, Pamela J. et al. Pharmacokinetics of artemisinin delivered by oral consumption of *Artemisia annua* L. dried leaves in healthy vs. *Plasmodium chabaudi*-infected mice. **Journal Of Ethnopharmacology**, [s.l.], v. 153, n. 3, p.732-736, maio 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2014.03.037>.

BEEF MARKETING AND QUALITY IN URUGUAY

Fabio Montossi

INIA National Director

National Institute of Agricultural Research, INIA

Tacuarembó, Uruguay

Email: fmontossi@inia.org.uy

Fiorella Cazzuli

INIA National Meat & Wool Research Programme.

National Institute of Agricultural Research, INIA

Tacuarembó, Uruguay

ABSTRACT: Meat cannot be considered as a mere commodity. Modern consumers not only care for certain quality traits and adequate prices, but are increasingly paying attention to other non-traditional cues, such as origin of food, production systems from where their meat comes from and animal welfare practices, among others. Uruguay bases most of its beef production on grass, although grain supplementation is used to feed animals facing nutritional restrictions with animal welfare benefits. Not only do grass-based production systems clearly present environment-friendly features, but also these systems positively influence meat quality traits, especially those affecting human health. Although Uruguay's extensive conditions allow animals to best perform their physiological and behavioural functions, many adjustments should be done to enhance animal

productivity and animal welfare throughout the meat supply chain. Local research has provided the Uruguayan meat industry with information on how to improve animal welfare, efficiency, performance and product quality, taking into account consumer's preferences and health issues as well. Local scientists unanimously agree that unbiased scientific information must be always delivered, so as to maintain the country's credibility and trust. Throughout the years, national meat marketing policies shifted from "selling meat" to "selling trust" and now, Uruguayan beef marketing present and future challenges lie on how to continue adding value and creativity for each link and for the meat supply chain as a whole. The promotion, of the "Uruguayan Natural Meat" brand -among others- will continue to spur sustainable production systems, processing and commercialization along the entire national industry.

KEYWORDS: marketing, beef quality, grass-based production systems, animal welfare, Uruguay.

1 | INTRODUCTION

Uruguay has a temperate climate which makes it ideal for animal production systems, where livestock graze freely on the open range and drink clean and fresh water. The design of

modern and competitive agri-food production systems in Uruguay requires innovation and science to develop a smarter and more responsible use of natural resources that are essential for human and animal life (Montossi, 2014). Uruguay is worldwide acknowledged for its high quality and safe meat production, and holds a privileged position in accessing international markets. It also presents an excellent sanitary status, individual animal traceability, national laws abiding by animal welfare and is also very competitive in matters of production costs (Realini *et al.*, 2015).

Meat cannot be thought of as a mere commodity. Other non-food related considerations, such as environmental sustainability, ethics and local labour laws among others, have to be taken into account to develop attractive and competitive agri-food business (Montossi and Cazzuli, 2015). Besides product quality, its origin and the way that meat is produced, consumers are becoming aware of other relevant factors in their purchasing decisions. This global trend has been proven in UE for Uruguayan meat (beef and lamb) and reviewed by Montossi *et al.* (2013) and Realini *et al.* (2015).

Improving product quality along with its healthy traits and safety issues, while promoting sustainable meat productions systems based on traceability and certification as well as on solid scientific background are all key aspects to be considered in further development of marketing and promotion of Uruguayan beef and lamb consumption around the world. This is a model which is still under construction, but nonetheless, some basic steps have already been taken to build it. In this sense, some examples and actions taken are considered, reviewed and highlighted in this paper.

2 | URUGUAY: LIVESTOCK PRODUCER AND EXPORTER

Agriculture is the Uruguayan economy's cornerstone, being fundamental to its present growth and social development. More than 70% of total exports come from agriculture, demonstrating how prosperity and national population wellbeing depends on it. Uruguayan beef exports share in global market increased more than 100% (from 3.1 to 6.6%), in the last four years. Since 1990, national beef production presented a continuous and accumulated growth of 67%. Historically, this period is considered to be the greatest in growth and competitiveness in national livestock production (Soares de Lima and Montossi, 2011). International meat market standards have increased in the last decade, especially considering the following: a) origin product and process certification; b) environment care and biodiversity; c) animal welfare; d) food safety regulations; e) new quality features; f) product differentiation and g) healthy properties (Montossi and Sañudo, 2007). The last emerging demand refers to some particular consumers that are including the concept of "social responsibility" and "carbon and water footprints" in their purchasing decision. They try to recognise value and pay for it to those commercial providers who certify both product and processes "from fork to farm", taking into account social and environmental quality indicators.

Meat production, industrialisation and commercialisation cannot disregard this new scenario. Within a context of an escalating international and regional competitiveness for red meat market shares and considering that Uruguay has many comparative advantages to fulfil the above mentioned market requirements (Figure 1), the country faces the challenge of meeting the unsatisfied demand (adapted from Montossi *et al*, 2008).

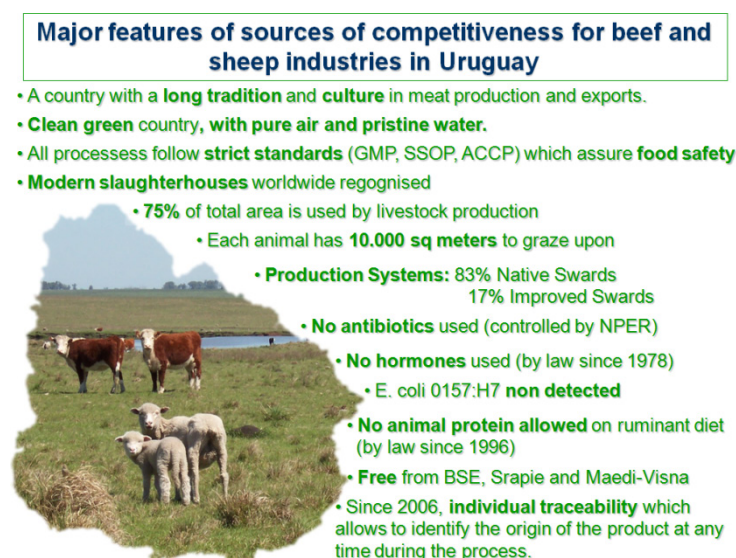


Figure 1. Main features of the Uruguayan beef and sheep industries (adapted from Montossi *et al*, 2008).

Even though grass-fed beef stands for the vast majority of Uruguayan production and exports, ever since Uruguay entered the “481 tariff quota” in UE, in which 30 months or less animals must be grain fed during the last 100 days before they are slaughtered, this kind of intensive production has significantly increased (Caputi and Acosta, 2015), positively affecting national beef exports.

3 | PAYING ATTENTION TO CONSUMER’S PREFERENCES

There are several intrinsic and extrinsic factors influencing beef and sheep meat acceptance for consumption (Figure 2) (based on Montossi *et al*, 2013).

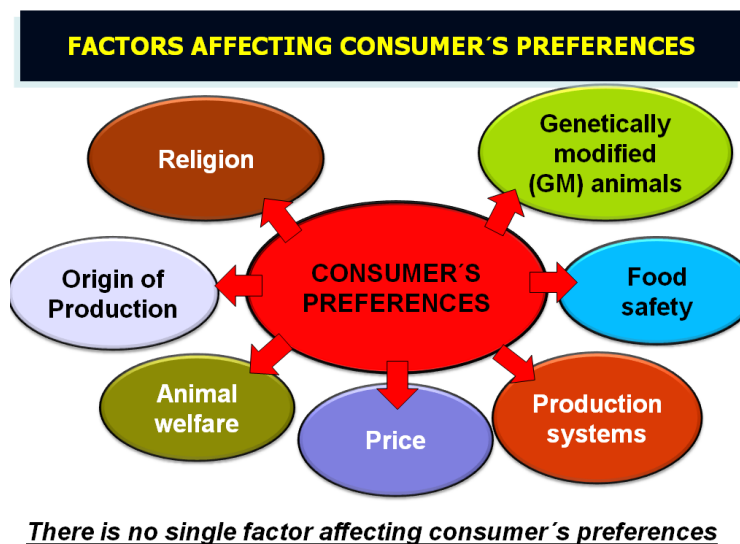


Figure 2. Factors affecting consumer preferences (based on Montossi *et al.*, 2013).

From the government regulation and consumer point of views, concern has increased as to the sustainability of intensification of animal industries. More than ever, meat industries potential damages on the environment, human health and animal welfare are taken into account by consumer's every time they purchase meat or its by-products (Montossi *et al.*, 2013).

Uruguay has managed to open more than 100 markets all over the world, mostly where highly sophisticated tastes and preferences are registered, where consumers are highly demanding when choosing meat products. There are several issues that have been brought up in the last years concerning consumers' attitudes and motivation towards the product they intend to buy. One of them is taking into account animal welfare aspects as well as animal health and food security issues. Origin and certification are two important cues and environmental issues are highly valued as well. It is also taken into consideration the products' quality, its consistency, differentiation and supply continuity. Human health is seen as a very important factor at the time of choosing a meat product and so are its culinary attributes, preparation and cooking easiness. Finally, aspects involving social responsibility influence consumers' choice as well (Montossi *et al.*, 2014).

Uruguay is the seventh global beef exporter and 70% of national beef production is meant to supply foreign markets. In the 1990's, this figure was only 30%. Livestock production necessarily has to address the satisfaction of overseas consumers, being this a great challenge to the country. Uruguay has worked on a marketing strategy centred on product differentiation and value adding, where nutritional quality plays a key role in it. Despite all past efforts, Uruguay should promote even more meat production based on pastures as part of this differentiation and value adding process (Realini *et al.*, 2015).

Lamb and beef are also a rich source of protein and necessary micronutrients (iron, zinc, selenium and vitamins - mainly B₁₂ and E from grass-fed animals) in human diet,

which are not present in vegetables or have a low bioavailability (Biesalki, 2005). This condition, in addition to the low carbohydrate content of lean red meat, could be also beneficial to reduce and/or prevent overweight, cancer or diabetes. It was assumed that impaired bioavailability of micronutrients is a problem in the elderly segment of world population (Viteri & Gonzalez, 2002). Therefore, meat is part of the solution to this challenge, especially considering that elderly people are an increasing proportion of the world's population in the long term. Human health concerns have increased in relation to fat consumption present in red meats, resulting in recommendations of higher intakes of PUFA (polyunsaturated fatty acids), particularly those of n-3, and at the same time promoting the reduction of n-6 fatty acids consumption with optimums of PUFA/SFA (saturated fatty acids) and n-6/n-3 ratios higher than 0.4 and lower than 4, respectively (Department of Health, 1994). According to Bayarri *et al.* (2010), consumers' interest on their own wellbeing and the information shown on product labels are increasingly acquiring importance among the factors explaining food selection. Cabrera *et al.* (2010), Cabrera and Saadoun (2014) and Saadoun and Cabrera (2013) studied the nutritional value of Uruguayan meat, proving that this food is an important and healthy component of human diet. Fatty acid profile and vitamin E content of meat are well known factors influencing a healthy human diet (Realini *et al.*, 2015).

Later on, this paper will focus only on two aspects concerning consumer's demands and therefore attending marketing strategies: beef production systems and animal welfare.

3.1 Beef production systems in Uruguay

Uruguay is an agri-exporter country, whose economy is based mainly on natural resources. Beef production has been historically one of Uruguay specialties and grass-fed livestock is the unquestioned national and traditional production. In 2014, summing up beef and its by-products, these items achieved the status of main exported products (Uruguay XXI, 2015).

Moreover, natural grasslands are the main nutritive basis for national beef feeding, which stands for over 64% of total exploited area, whereas other kind of pastures - such as fertilised or oversown natural grasslands, artificial pastures and annual forage crops - represent 13.5% of productive area (General Agricultural Census, 2011). In other words, grass and forage production has been the pillar of Uruguay's economy for many years.

According to Sepúlveda *et al.* (2011) feeding systems are considered by some consumers to be a key extrinsic quality trait of meat. Font-i-Furnols *et al.* (2011) affirmed that consumers mainly prefer feeding systems based on pastures and forages rather than cereal-based ones. Research asserts that carefully informed consumers have a favourable image about extensive livestock systems and associate them with

positive attributes (e.g. in UE), while more intensive systems (e.g. feedlots) create negative expectations and may influence and penalise the qualitative assessment of meat (Montossi *et al.*, 2013). All these statements place Uruguay in an enviable position among global meat producers and exporters.

As it was mentioned earlier, environmental issues are increasingly taken into account from a consumer's point of view. Given that Uruguay virtually fulfils the most sophisticated consumer's requirements in this area ("natural" meat production), research was carried out in order to connect Uruguay environmental advantages with meat quality traits, so as to scientifically prove that these advantages do not necessarily have to negatively affect meat quality.

In spite of being pastures the main nutritive basis for Uruguayan livestock, meat production systems have intensified in the last years - especially in fattening operations - incorporating a variable amount of feeding concentrates on animals' diets (del Campo *et al.*, 2014a).

Extensive production systems based mainly on pastures have been conventionally associated with inferior meat quality attributes (e.g. meat tenderness and meat and fat colour) (del Campo *et al.*, 2014a). However, Brito *et al.* (2009), del Campo *et al.* (2008) and Realini *et al.* (2004) reported that finishing strategies did not show clear changes in meat quality. Thus, pasture-based finishing strategies did not only clearly affect quality, but according to all those authors, it also increased meat tenderness in beef.

Local research led by Realini *et al.* (2013) found out that European meat consumers presented the higher acceptability scores for Uruguayan beef from grass-fed animals with or without concentrate supplementation than animals fed on concentrate only. This researcher's results leverages Uruguayan livestock production systems, since these are grass-based in their vast majority (Montossi and Cazzuli, 2015).

On the other hand, Brito *et al.* (2014a) carried out an experiment where the objective was to determine effects and interactions of different post-weaning and finishing feeding regimes (pasture-based versus concentrate-based) on animal performance, carcass and meat quality traits. In this experience, results were the exact opposite of those reported by international studies in which feed-lot animals report more tender meat than grass-fed animals. Also, in accordance with Realini *et al.* (2004) and Brito *et al.* (2009), this trial reported higher concentrations of linoleic acid than grain-fed steers. According to UK Department of Health (1994) recommendations, PUFA:MUFA¹ should be above 0.45; even though the ratios found in this study were below that level, grass-fed steers at finishing period presented the highest levels. A healthier n6:n3 ratio was found for steers that were grass-fed during both periods.

Brito *et al.* (2014a) also conducted another experiment in which calves were

1. MUFA: mono unsaturated fatty acids.

fed differently during their first winter of life, and later on their second winter, they were fed differently again. These nutritive differences consisted on different forage allowances of oats and ryegrass pastures. No significant differences were found on meat quality traits, but carcass traits were affected by treatments, where animals with higher forage availability during their last winter achieved heavier hot carcasses.

Putting together all these studies, Brito *et al.* (2014a) concluded that feeding systems affect animal performance and carcass traits, but not meat tenderness.

In Uruguay, during the last 10 years, cow slaughtering has held a very important proportion in the overall national figures, presently being 46.5% of total national slaughtering (INAC, 2014). Lagomarsino and Montossi (2014) carried out an experiment to assess the effect of different levels of forage allowances combined with the use of rice bran supplementation (0.8-1.6% LW allowance) during winter on meat quality traits and fatty acid composition in Hereford cull cows. Under this trial conditions, no differences were found on meat quality traits in cull cows. Nonetheless, different feeding systems had a significant impact on fatty acid composition, especially on n6:n3 ratio, where this ratio was higher in the supplemented treatments, even though all rations were within the UK Health Department (1994) recommendations. This experience shows the beneficial effects of grass feeding cull cows or grass feeding systems with low levels of added supplements.

Fattening duration whether on pastures or in feed lots and their combinations, can also affect fatty acids profiles. Concentrate-only diets for the last 40 days before slaughtering would not affect fatty acid composition of intramuscular fat. These systems result in higher intramuscular fat and therefore promote higher meat palatability, yet with similar fatty acids profiles (Realini *et al.*, 2015).

Montossi & Sañudo (2007) compared meat from Uruguayan grass-fed steers with meat from grazing animals which were supplemented from the United Kingdom, and meat from feed lot steers from Spain and Germany. Uruguayan meat presented very high levels of fatty acids from the n-3 series, as well as better fatty acid profile ratios (n6:n3 and PUFA:MUFA).

Based on previous studies, Realini *et al.* (2015) affirmed that grass-fed animals produce meat which presents higher levels of n-3 fatty acids and CLA² content, as well as more favourable PUFA:MUFA and n6:n3 ratios and a higher vitamin E content which helps in the conservation process of meat and human health (Montossi and Sañudo, 2007).

Uruguay has the particular feature of having most of its meat production systems based on grass and eventually supplementation on pastures may be quite usual especially during forage shortage, most commonly used during winter time (Realini *et al.*, 2015). Brito *et al.* (2014b) found that differences in fatty acids profiles and vitamin E content were scarce when comparing pure grass-fed systems with grass-fed systems that include supplementation up to a 1% LW allowance.

2. CLA: Conjugated Linoleic Acid.

In Uruguay, restricted grain supplementation on fattening beef under grazing conditions is one of the available technologies to increase farm production and profitability in particular under high stocking rates or restricted forage quantity and quality, as well as the improvement of carcass and meat quality (Realini *et al.* 2015). In this context and looking for opportunities to improve Uruguayan red meat profitability and acceptability in the European market, different pasture:concentrate combinations have been studied on fatty acid composition, sensory attributes and consumer acceptance and perceptions, which have been summarised by Montossi and Sañudo (2007). These studies have proved that the inclusion of certain amounts of concentrates in the diet of lambs and beef grazing artificial sown pastures, could improve animal performance, carcass and meat quality, sensory attributes as well as consumer acceptance without changing the fatty acid composition compared with grass-fed animals. Therefore, it has been proved that is possible to use restricted grain supplementation to promote simultaneously lamb and beef productivity and efficiency as well as healthy meat under grazing conditions.

The conceptual model of the influence of diet on intramuscular fat and fatty acid profile and their ratios in lamb and beef met is summarised in Figure 3.

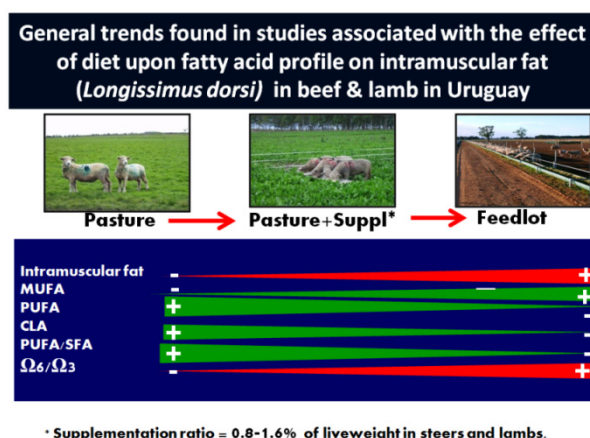


Figure 3. The influence of production systems on intramuscular fat and fatty acid profiles and their ratios in lamb and beef meat.

Finally, in addition to the already mentioned importance of consumers' healthier diet through red meat consumption, it is also important to consider red meat as a significant contributor to global food security. This means enough meat availability, its continuous accessibility, supply stability, affordability and the utilisation of meat as part of an appropriate and healthy diet, which should contribute to achieve a nutritional well-being status.

Grazing animals also play an important role in promoting the conservation and best use of marginal land and productions systems of the world.

As all these studies mentioned above stated that grass-based production systems are a competitive advantage *per se*, which in turn are well aligned with

consumer preferences.

3.2 Animal welfare

Based on Montossi *et al.* (2013), the potential factors affecting beef and sheep welfare in production systems under grazing conditions are highlighted in Figure 4.

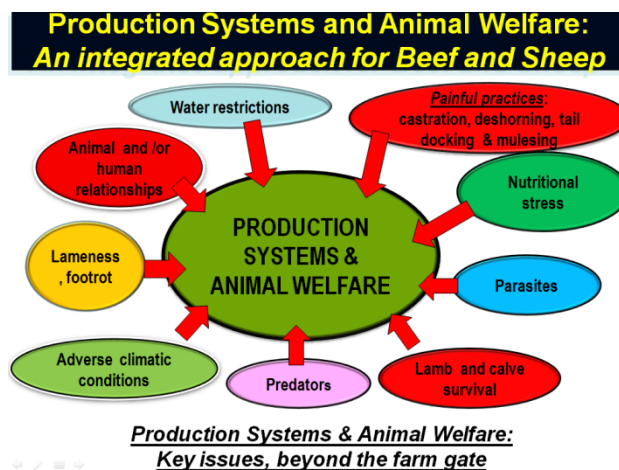


Figure 4. Factors affecting animal welfare under grazing conditions (based on Montossi *et al.* 2013).

Under extensive production systems, animals are free to move within a habitat that allows them to best perform their physiological and behavioural functions (Montossi *et al.*, 2013). This would be the first evident advantage of the traditional and most common Uruguayan grass-based production systems, and this should be highlighted every time that Uruguayan beef is sold abroad.

However, Sevi *et al.* (2009) claim that rustic animals from extensive systems have their ability to cope with environmental conditions and inadequate management practices highly overrated. These authors also state that grazing can also affect animal well-being, due to seasonal fluctuations of herbage allowance and quality; consequently, these animals may undergo temporary nutritional stress, and thus affect their wellbeing.

According to del Campo *et al.* (2014a), many animal welfare recommendations, regulations and practices are based on scientific information generated mainly from intensive production systems, which are by no means the general situation presented in Uruguay, as it has been presented before by INIA Uruguay during the International Congress of Meat Science and Technology in 2014 (ICoMST 2014; <http://icomst2014.inia.uy/>). In Uruguay, an Advisory Animal Welfare Workshop has been implemented and it has been lead by the Ministry of Livestock, Agriculture and Fisheries of Uruguay. This Working Group represents national research and extension institutes, central government, universities and meat marketing institutions, and the private sector among others (del Campo, 2012). It is very important that any scientific study concerning animal welfare should always be carried out in an unbiased way and

needs to be published whatever the results (del Campo *et al.*, 2014a), as well as being audited by the scientific community and international commercial entities.

For example, del Campo *et al.* (2010) reported that a short period in lairage time had significant negative effects on pH values, meat colour and meat tenderness of Hereford and Braford steers, when comparing between 3 and 12 h of lairage time. According to this experiment, resting periods in pens, probably longer than 3 h should be applicable, especially in animals that may have had stressful pre slaughter conditions. These recommendations differ from those proposed by UE regulations, showing the importance of generating local research that takes into consideration local conditions through a holistic approach.

As for individual temperament, del Campo (2008) and del Campo *et al.* (2010) showed that calmer animals presented more tender meat than those excitable. These conclusions led del Campo *et al.* (2014a) to recommend that special considerations should be always thought of when working with excitable animals, given the relation between animal welfare and meat quality. Furthermore, these authors stressed that education and training of stockpersons, lorry drivers and all people who work with animals will lead to improve meat industry animal welfare and meat industry competitiveness.

Following the same line of thought, Montossi *et al.* (2013) suggested that an acceptable level of tameness can be achieved by certain adjustments to the management system, in particular a scheduled series of short periods of contact with human beings. This is something that has to be borne in mind, because in Uruguayan extensive systems and semi-extensive systems animal-human contact does not occur as often as in more intensive situations.

Entire animals show many disadvantages in meat quality when compared to castrated males, regarding tenderness, meat colour, fat cover and marbling (Arthaud *et al.*, 1997, Gerrard *et al.*, 1987 and Seideman *et al.*, 1982, cited by del Campo *et al.*, 2014b). Since castration is a necessary management practice in beef production, especially in extensive conditions (del Campo *et al.*, 2014ab) and considering that it is a painful procedure, local studies have been carried out to determine stress-associated responses and to address and implement local husbandry practices to promote animal welfare.

Consistently with international recommendations, del Campo *et al.* (2014c) proved in local conditions of Uruguay, that stress response and pain of castrated animals with different methods is reduced, the earlier in life these procedures are performed. Furthermore, as for animal performance, animals castrated from one week to one month old showed slight increases of body weight, while animals who were castrated at 6-7 months of age presented weight losses from 3 to 5%.

del Campo *et al.* (2014b) carried out a trial in which the objective was to determine the impact of different castration methods on animal growth and meat quality. Calves castrated at 7 months of age did not show any differences on growth,

regardless of the castration method. Brightness and redness in meat were lower in animals castrated in a traditional way without pain mitigation, but no other traits (pH or tenderness) were affected by different castration methods. Therefore, these authors recommend that animal welfare criteria should be determinant when choosing the best method to castrate calves.

As del Campo *et al.* (2014a) clearly stated, unbiased scientific information related to animal welfare must be delivered so as to maintain the country's credibility, integrity and competitiveness. Beef marketing should always rely on scientific information for the sake of a transparent export-oriented beef supply chain.

3.3 Marketing

INAC is the National Meat Institute of Uruguay and its mission is to develop joint actions to promote the national meat supply chain and formulate legislations that will contribute to its socio-economic development. INAC Marketing Department has defined medium and long term strategies for the Uruguayan meat industry, in which market research is a pillar. After 2001-2002 economic crisis, a new marketing paradigm shifted from “selling meat” to “selling trust”. In order to “sell trust”, transparency, confidence and trustworthy, accessible information from “farm to fork” was imperatively needed, and traceability played a key role in this matter. INAC's logo (Figure 5) represents grass turning gradually into the bar-code that reaches consumers (Bonsignore, 2014, personal communication).



Figure 5. INAC's main logo: “from nature to table”.

Concepts such as “slow food”, “natural Uruguay”, “healthy fast-food”, “meat boutique” are some of the approaches that have been used to promote Uruguayan red meat all over the world, as well as the “we pack nature” marketing concept (<http://www.inac.gub.uy/innovaportal/v/7816/7/innova.front/we-pack-nature>) (Bonsignore, 2014, personal communication).

4 | FINAL COMMENTS

The scientific community has great responsibility in generating technological innovations to promote a better world, where increasing production needs to match the rising global food demand and still has to be aligned with a respectful treatment of natural resources.

Policy makers, in an international coordination and cooperation effort, have

to promote and facilitate the adoption of environmentally sustainable practices, without necessarily restricting productivity and efficiency. This should be particularly emphasised in underdeveloped countries with exporting capacity which appears as an excellent opportunity for social equity compared to central economies.

According to international studies, both production systems and animal welfare prove to be a very important extrinsic cue for meat consumers all over the world. That is to say, consumers value these extrinsic aspects *per se*, even though they also directly affect meat quality and safety. Additionally, Montossi and Cazzuli (2015) stated that the promotion of suitable production systems is also a key factor to understand the new and consistent trend in which consumers opt to purchase agri-foods that are produced and processed in a respectful coexistence with natural resources.

The international and local scientific information presented in this article highlighted and summarised the increasing importance of designing and implementing sustainable production systems aiming to reach high value and sophisticated niche markets worldwide. Uruguayan red meat industry has focused on how to flexibly carry out strategies to fill the requirements and standards of these niche markets, through the implementation of production, processes and marketing differentiated practices.

Integrated production systems will eventually materialise worldwide based on “a holistic approach” (ethics, culture, environment, society and economics) with the supportive progress and contribution of science as well as respecting the general and ample factors of diversity and differences found between developed and underdeveloped countries. This approach will be based on cooperation of societies from all around the world and a thorough understanding of beef and lamb industries and consumer’s preferences, believes and rights.

Montossi *et al.* (2013) stated the following: “Red meat industries around the world are very dissimilar given the huge variation presented in natural resources, social, economical, cultural, technological and geo-political issues amongst others”. These authors are very conscious that many of the technological proposals, productive advantages and disadvantages, social-economical opportunities and limitations, and market accesses and constraints addressed here to improve livestock industry competitiveness, could work properly for some production systems and markets, or produce neutral to even negative impacts in other situations. They also emphasised that “culture, beliefs, values and education of livestock industry shareholders and consumers worldwide are of vital importance and will definitively shape the final impact of those along the red meat chains”. These concepts are summarised in Figure 6.

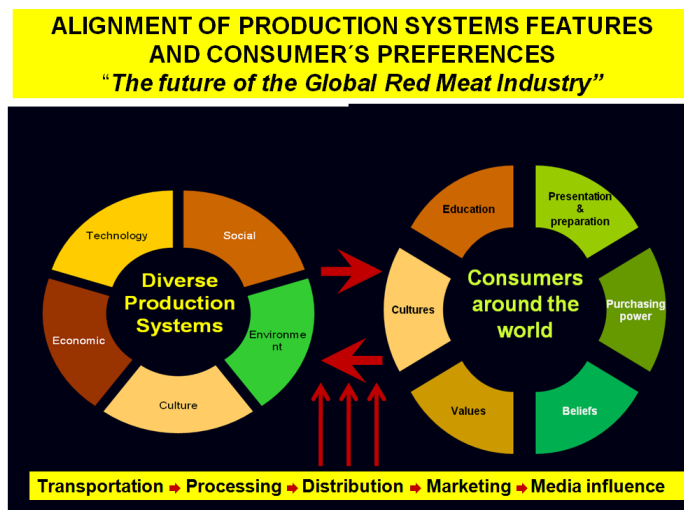


Figure 6. The alignment of diverse production systems features and consumer preferences and characteristics.

Figure 7 presents an integrated global approach on differentiation, segmentation and alignment between production systems and consumer's preferences.

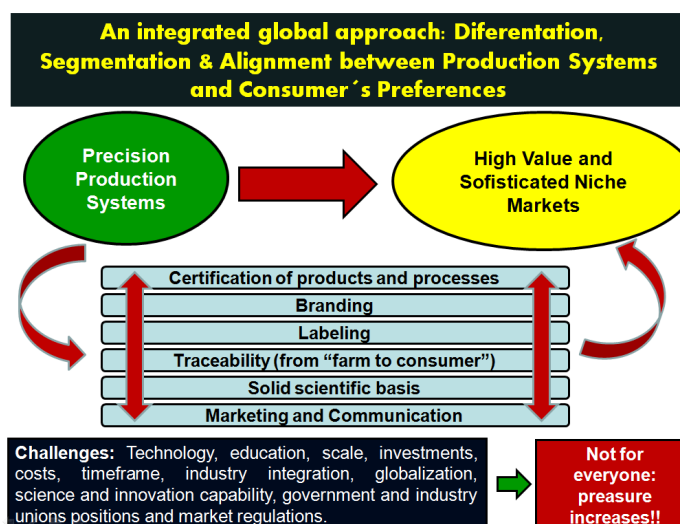


Figure 7. An integrated global approach: differentiation, segmentation and alignment between production systems and consumer's preferences.

Besides the benefits of caring about environmental sustainability and the consumer perceptions of it, animal ethical issues should also guide public policies in this same direction. Certifying or further promoting these two features may certainly be of great aid in boosting marketing strategies for Uruguayan meat and gain confidence and loyalty from consumers worldwide.

Independent and unbiased scientific information has to be generated and communicated by Uruguayan research entities in cooperation with international counterparts aligned with its traditional virtues concerning about “natural” production systems and animal welfare. This is an unavoidable path to build a sustainable business to keep on reaping good economic and social results.

In relation to marketing and promoting of the Uruguayan Beef Industry, Silvana Bonsignore (2014, personal communication) from the National Meat Institute of Uruguay (INAC) quoted “As scientific and technological breakthroughs will continue to provide objective answers and set the ground to guide humanity on which road to follow, task for marketers will be to design the most appropriate communication strategy for each case, not only in pursuit of commercial goals but also in order to contribute to educate within a value-based framework and to improve the life quality of global population, with honest and transparent information”. Meat marketing specialists must also deepen and improve their market research techniques, detecting precisely what consumers want, which their needs and desires are whenever they undergo buying experiences. In addition, specialists must understand where the new consumer trends are heading to, in order to give adequate feedback to each different link in the meat supply chain. Marketing should add value and creativity in each link: “from farm to fork and from fork to farm”.

Scientific and technological information locally generated and internationally evaluated and audited will play a crucial part in the design of modern “clean, green and ethical” production systems, aligned with consumer’s trends and overseas government policies and regulations.

REFERENCES

- Bayarri, S., Carbonell, I., Barrios, E., Costell, E.** (2010). Acceptability of yoghurt and yoghurt-like products. Influence of product information and consumer characteristics and preferences. *Journal of Sensory Studies*, 25 (s1), 171-189.
- Biesalski, H.K.** (2005). Meat as component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Science*, 70, 509-524.
- Brito, G., Chalkling, D., Simeone, A., Franco, J., Beretta, B., Beriau, E., Iriarte, J. M., Tucci, D., & Montossi, F.** (2009). Effect of finishing systems on meat quality and fatty acid composition in Uruguayan steers. *55th International Congress of Meat Science &*
- Brito, G., San Julián, R., La Manna, A., del Campo, M., Montossi, F., Banchero, G., Chalkling, D. & Soares de Lima, J.** (2014a). Growth, carcass traits and palatability: Can the influence of the feeding regimes explain the variability found on those attributes in different Uruguayan genotypes? *Meat science*, 98 (3), 533-538.
- Brito, G., Luzardo, S., Montossi, F., San Julián, R., Cuadro, R., & Risso, D.** (2014b). Engorde de novillos Hereford mediante diferentes asignaciones de forraje y niveles de suplementación: su efecto en la calidad de la canal y la carne. In: E. Berretta, F. Montossi, & G. Brito (Eds.), *Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos de Basalto*. (pp. 155–167). Tacuarembó: INIA. Serie Técnica N° 217.
- Cabrera, C., Ramos, A., Saadoun, A., & Brito, G.** (2010). Selenium, Copper, Zinc, Iron and Manganese content of seven meat cuts from Hereford and Braford Steers fed on pasture in Uruguay. *Meat Science*, 84, 518-528.
- Cabrera, C., & Saadoun, A.** (2014). An overview of the nutritional value of beef and lamb meat from South America. *Meat Science*, 98 (3), 435-444.

Caputi, P; Acosta, J. 2015. Situación del sector pecuario. In: La ganadería en América Latina y el Caribe: alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal. 1era edición, 2015. Biblioteca básica de agricultura: fundación colegio de posgraduados en Ciencias Agrícolas. Guadalajara, México.

del Campo, M. (2008). El Bienestar Animal y la Calidad de Carne de novillos en Uruguay con diferentes sistemas de terminación y manejo previo a la faena. (*Tesis Doctoral*). Universidad Politécnica de Valencia (202 pp.).

del Campo, M., Brito, G., Hernández, P., Soares de Lima, J.M., Vaz Martins, D., San Julián, R., Montossi, F., & Sañudo, C. (2008). Effect of different diets on carcass traits and meat quality in Uruguayan steers. *Meat Science*, 80, 753–760.

del Campo, M., Brito, G., Soares de Lima, J., Hernández, P., & Montossi, F. (2010). Finishing diet, lairage time and temperament effects on carcass and meat quality traits in steers. *Meat Science*, 86(4), 908–914.

del Campo, M. (2012). La Investigación en Bienestar Animal en Uruguay: avances del conocimiento científico en bovinos y ovinos. *Proceedings of Seminario Internacional de Bienestar Animal y 2do Encuentro Regional de Investigadores en Bienestar Animal* (Montevideo, Uruguay).

del Campo, M., Brito, G., Montossi, F., Soares de Lima, J. & San Julián, R. (2014a). Animal welfare and meat quality: The perspective of Uruguay, a “small” exporter country. *Meat science*, 98 (3), 470-476.

del Campo, M., Brito, G., Soares de Lima, J., Salaverry, S., & Chalkling, D. (2014b). Effect of the castration method on steers performance and meat quality. *60th International Congress of Meat Science and Technology, Uruguay (electronic version, Animal Welfare Session)*.

del Campo, M., Hernández, S., Anchaño, M., Giorello, S., Soares de Lima, J., Bottero, S., Ferrón, M., Freitas, G., Albernaz, F., Rodríguez, A., Piñeiro, J., Mondragón, J., Martínez, J., Freitas, G., Larronda, J., Lemos, R., Márquez, H. (2014c). Bienestar animal en bovinos, resultados experimentales: castración de terneros. Evaluación de las respuestas de estrés en terneros con diferentes métodos y edad a la castración: años 2009, 2010 y 2011. In: E. Berretta, F. Montossi, & G. Brito (Eds.), *Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos de Basalto*. (pp. 493–527). Tacuarembó: INIA. Serie Técnica N° 217.

Department of Health (1994). Report on health and social subjects. N° 46 Nutritional aspects of cardiovascular disease. London: HMSO.

Font i Furnols, M., Realini, C., Montossi, F., Sañudo, C., Campo, M. M., Oliver, M. A., Nute, G.R., & Guerrero, L. (2011). Consumer's purchasing intention for lamb meat affected by country of origin, feeding system and meat price: A conjoint study in Spain, France and United Kingdom. *Food Quality and Preference*, 22, 443–451.

General Agricultural Census. (2011). Ministry of Livestock, Agriculture and Fisheries of Uruguay (MGAP). Retrieved from: <http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-censo-2011-resultados-definitivos,O,es,O>,

INAC (National Meat Institute of Uruguay). (2014). Anuario estadístico. Retrieved from: http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/11598/1/anuario_2014_web-1.pdf.

International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST). (2014). Punta del Este, Uruguay. Retrieved from: <http://icomst2014.inia.uy/>.

Lagomarsino, X., & Montossi, F. (2014). The influence feeding regimes on meat quality traits of Herford cows in Uruguay. *60th International Congress of Meat Science and Technology, Uruguay (electronic version, Meat Quality Session)*.

Montossi, F.; Ayala, W.; Díaz, R. 2008. The challenges of cropping and forestry intensification in grasslands livestock production systems: the Uruguayan case. *Multifunctional grasslands in a changing world. International Grassland Congress, 21. International Rangeland Congress, 8. Hohhot, China, 29 June - 5 July 2008: 5-13.*

Montossi, F., & Sañudo, C. (2007) Evaluación y promoción de la calidad de la carne y otros productos agroalimentarios uruguayos en base a los estándares de calidad de la Unión Europea y en función de los distintos sistemas productivos del Uruguay: componente carnes. In: F. Montossi and C. Sañudo (Eds.) *Cooperación hispano-uruguaya: evaluación y promoción de la calidad de la carne bovina y ovina del Uruguay en el mercado europeo*. (38p) Tacuarembó: INIA. Serie Técnica N° 166.

Montossi, F., Font-i-Furnols, M., del Campo, M., San Julián, R., Brito, G., & Sañudo, C. (2013). Sustainable sheep production and consumer preference trends: Compatibilities, contradictions, and unresolved dilemmas. *Meat science*, 95 (4), 772-789.

Montossi, F. (2014). 60th International Congress of Meat Science and Technology, August 17th-22nd, 2014, Punta del Este, Uruguay: Meat Science, Sustainability and Innovation. *Meat science*, 98, 321.

Montossi, F., & Lagomarsino, X. (2014). Different nutritional strategies of yearling calves and subsequent effects on animal performance and carcass traits in Uruguay. *60th International Congress of Meat Science and Technology, Uruguay (electronic version, Meat Quality Session)*.

Montossi, F., Soares de Lima, J., Brito, G., & Berretta, E. (2014). Impacto en lo productivo y económico de las diferentes orientaciones productivas y tecnologías propuestas para la región de Basalto. In: E. Berretta, F. Montossi, & G. Brito (Eds.), *Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos de Basalto*. (pp. 557–568). Tacuarembó: INIA. Serie Técnica N° 217.

Montossi, F., Cazzuli, F. (2015). Farm to fork: the Uruguayan experience. *Anais do II Simpósio Internacional de Ciência da Carne. FZEA & FMVZ, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.*

Realini, C. E., Duckett, S. K., Brito, G. W., Dalla Rizza, M., & de Mattos, D. (2004). Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science*, 66, 567–577.

Realini, C. E., Font i Furnols, M., Sañudo, C., Montossi, F., Oliver, M., & Guerrero, L. (2013). Spanish, French and British consumers' acceptability of Uruguayan beef, and consumers' beef choice associated with country of origin, finishing diet and meat price. *Meat science*, 95, 14-21.

Realini, C., Brito, G., Montossi, F. (2015) Avances en la caracterización y mejora del perfil de ácidos grasos de la carne vacuna Uruguaya: desafíos y oportunidades. *XLIII Jornadas de Buiatría. Centro Médico Veterinario de Paysandú*, 13-22.

Saadoun, A., & Cabrera, C. (2013) Calidad nutricional de la carne bovina producida en Uruguay. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 21 (2), 119-130.

Sepúlveda, W., Maza, M., & Pardos, L. (2011). Aspects of quality related to the consumption and production of lamb meat: consumers versus producers. *Meat science*, 87, 366-372.

Sevi, A., Casamassima, D., Pulina, G., & Pazzona, A. (2009). Factors of welfare reduction in dairy sheep and goats. *Italian Journal of Animal Science*, 8 (1), 81-101.

Soares de Lima, J., Montossi, F. 2011. Desde la cría hasta la invernada: ¿Es posible tener una faena anual de tres millones de vacunos en el Uruguay? In: *El País Agropecuario*, september 2011, 34-37.

Uruguay XXI (2015). Informe de Comercio Exterior: exportaciones e importaciones de Uruguay. Retrieved from: <http://www.uruguayxxi.gub.uy/informacion/wp-content/uploads/sites/9/2015/05/Informe-de-Comercio-Exterior-de-Uruguay-A%C3%B1o-2014.pdf>

Viteri, F.E., & Gonzalez, H. (2002). Adverse outcomes of poor micronutrient status in childhood and adolescence. *Nutrition Reviews*, 60, 77-83.

BIOPROMOTORES E LUZ NO CRESCIMENTO DE *Brachiaria brizantha*

Monyck Jeane dos Santos Lopes

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto de Ciências agrárias, Laboratório de Proteção de Plantas

Belém - Pará, 66077-830.

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Coordenação de Botânica, Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e Mudas.

Belém - Pará, 66040-170

monycklopes@museu-goeldi.br

Moacyr Bernardino Dias Filho

Embrapa Amazônia Oriental

Belém - Pará, 66017-970

Thomaz Henrique dos Reis Castro

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto de Ciências agrárias, Laboratório de Proteção de Plantas

Belém - Pará, 66077-830

Gisele Barata da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto de Ciências agrárias, Laboratório de Proteção de Plantas

Belém - Pará, 66077-830

gibarata@ufra.edu.br

áreas degradadas, em sistemas convencionais e integrados. O objetivo desse trabalho é determinar o melhor método de inoculação de *B. pyrrocinia* e *P. fluorescens* e verificar seus efeitos no crescimento em *B. brizantha* cv. BRS Piatã sob diferentes intensidades luminosas. Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação e em viveiro sob pleno sol e sombra na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) (01°27'25"S, 48°26'36"W), em Belém, Pará, Brasil. Foram avaliados parâmetros de morfogênese e fisiológico. O uso de *Pseudomonas fluorescens* (BRM-32111) e *Burkholderia pyrrocinia* (BRM-32113), incrementou as taxas fotossintéticas, índice Spad, altura, área foliar e produção de biomassa em *B. brizantha*. O método de inoculação e a intensidade de luz foram fundamentais para determinar o potencial do microrganismo como promotor do crescimento em *B. brizantha*. A coinoculação de *P. fluorescens* e *B. pyrrocinia*, pela rega do solo 14 dias após a germinação, elevou o crescimento e a produção de biomassa de *B. brizantha* sob diferentes condições luminosas, evidenciando seu potencial biofertilizante para obtenção de pastagens mais produtivas em sistemas convencionais e integrados.

PALAVRAS-CHAVE: Inoculação, Forrageira, PGPR

RESUMO: O uso de microrganismos benéficos em pastagens é uma técnica potencialmente vantajosa para o manejo sustentável, reduzindo a adubação química na manutenção das pastagens ainda produtivas e na recuperação de

ABSTRACT: The inoculation of beneficial microorganisms in forage grasses is a potentially advantageous technique for sustainable pasture management by decreasing the need for chemical fertilization to maintain pasture productivity and reclaim degraded pastures, under both conventional and integrated systems (i.e., subjected to shade). The aim of this study was to determine the most effective method of microorganism inoculation on *Brachiaria* (Syn. *Urochloa*) *brizantha* cv. BRS Piatã grown under contrasting light conditions. The experiment was conducted in a greenhouse, under full sun and shade at the Federal Rural University of Amazonia (UFRA) (01°27'25 "S, 48°26'36" W) in Belém, Pará, Brazil. *Pseudomonas fluorescens* (BRM-32111) and *Burkholderia pyrrocinia* (BRM-32113), when co-inoculated by soil drenching increased the photosynthetic rate, Spad index and increased biomass production of *B. brizantha* cv. BRS Piatã. Co-inoculation promoted growth of *B. brizantha* under contrasting light conditions. Our results imply that the method of inoculation and the light environment are important in determining the potential of microorganism for promoting plant growth. This study attests that co-inoculation of *P. fluorescens* and *B. pyrrocinia* are effective biofertilizers to increase *B. brizantha* productivity and forage quality under full sun and shaded environments.

KEYWORDS: Inoculation. Forage grass. PGPR

1 | INTRODUÇÃO

As pastagens brasileiras tem grande potencial produtivo, mas apenas 30% desse potencial esta sendo explorado, essa baixa produtividade resulta principalmente do aumento de pastagens degradadas (DIAS-FILHO, LOPES, 2019). Para atender a crescente demanda mundial por produtos de origem animal, com menor impacto ambiental, é necessário aumentar a produtividade das pastagens ainda ativas e recuperar as que estão degradadas (PAGANO et al., 2017; DIAS-FILHO; LOPES, 2019).

No Brasil, cerca de 80% das áreas de pastagens são formadas por gramíneas do gênero *Brachiaria* (Syn. *Urochloa*), uma forrageira perene, com elevado crescimento, tolerância ao pastejo e alta disponibilidade de forragem (REIS et al., 2013; DIAS-FILHO, 2019). Dentre as cultivares de *B. brizantha* disponíveis no mercado, destaca-se a BRS Piatã, por apresentar menor alongamento da haste e sazonalidade na produção, maior acúmulo de forragem durante o período seco e desempenho animal, e ser mais tolerante à cigarrinha-das-pastagens em relação as outras cultivares dessa espécie (REIS et al., 2013; DIAS-FILHO; ANDRADE, 2019).

Uma solução para aumentar a produção nos pastos com menor impacto ambiental e sem maior expansão das áreas, seria substituir os insumos químicos por biopromotores de crescimento do vegetal (PAGANO et al., 2017; GOUDA et al., 2018; SINGH et al., 2019). Os biopromotores são microrganismos benéficos que

promovem o crescimento vegetal interferindo na produção de fitormônios, atuando como biofertilizantes e indutores de resistência das plantas a estresses bióticos e abióticos. No entanto, o alto potencial alelopático de *Brachiaria* (SOUZA FILHO et al., 2005; KATO-NOGUCHI et al., 2014) e as diferentes intensidades de luz nas pastagens em sistemas convencionais e integrados, podem interferir na interação mutualística entre plantas e microrganismos benéficos (VIMAL et al., 2017; LOPES et al., 2018).

Burkholderia sp. e *Pseudomonas* sp. são conhecidas por aumentarem a síntese de auxina, absorção de nutrientes, teor de clorofila, taxa fotossintética e produção de biomassa (AHEMAD; KIBRET, 2014). Nossa hipótese é que *Burkholderia pyrrocinia* e *Pseudomonas fluorescens* são capazes de promover o crescimento em *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã (Hochst. ex A. Rich.) Stapf., aumentando a produtividade das pastagens, em sistemas convencionais e integrados, de uma forma sustentável e promissora. Portanto, o objetivo desse trabalho é determinar o melhor método de inoculação de *B. pyrrocinia* e *P. fluorescens* e verificar seus efeitos no crescimento em *B. brizantha* cv. BRS Piatã sob diferentes intensidades luminosas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Seleção de microrganismo

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Proteção de Plantas (LPP) e em casa de vegetação na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) (01°27'25"S, 48°26'36"W) em Belém, Pará, Brasil. Foram coletadas 11 amostras de *B. brizantha* em áreas de pastagens estabelecidas há mais de dois anos, em municípios dos Estados do Pará e Mato Grosso, Brasil. As rizobactérias foram isoladas pelo método de diluição seriada, semeadas em placas de Petri contendo meio de cultura 523 e caracterizadas morfolologicamente, além disso houve verificação de fluorescência (ROMEIRO et al., 2007).

Os testes de seleção foram *in vivo* (Filippi et al., 2011), dentre 103 bactérias isoladas da rizosfera foram selecionadas 73 com maior número de colônias, similares morfolologicamente na placa, as quais foram inoculadas por microbiolização. Também se testaram os isolados de *Trichoderma asperellum* (T-06, T-09, T-12 e T-56), *Burkholderia pyrrocinia* (BRM-32113) e *Pseudomonas fluorescens* (BRM-32111) fornecidos pelo Laboratório de Proteção de Plantas (LPP – UFRA). Para a inoculação na semente e rega, e somente por rega 14 dias após semeadura (Lopes et al., 2018), foram testados 10 isolados. As plantas foram coletadas 21 dias após a germinação para avaliar a produção de biomassa.

A suspensão bacteriana foi preparada com água estéril e ajustada a 540 nm = 0.2 (10^{-8} UFC/mL). Os isolados de *T. asperellum* (T-06, T-09, T-12, e T-52) foram

cultivados individualmente em sacos de plástico, contendo 50 g de grãos de arroz esterilizados, sendo incubados durante 6 dias a 25°C. A partir de cada saco de plástico, uma amostra de 10 g de arroz colonizado com *T. asperellum* foi homogeneizada. Em seguida, preparou-se uma suspensão de conídios, ajustada para 10⁻⁸ UFC/mL, utilizando uma câmara de Neubauer (Rêgo et al., 2014).

Para verificar a repetibilidade dos resultados benéficos, foi realizado um segundo ensaio comparando plantas controles (sem rizobactérias) com inoculadas (*Pseudomonas fluorescens* (BRM-32111), *Burkholderia pyrrocinia* (BRM-32113)) e coinoculadas (BRM-32111 + BRM-32113), com dez repetições cada, cada repetição correspondente a uma planta. O experimento foi conduzido sob temperatura média de 28 °C, umidade relativa de 80% e precipitação de 300 mm.

2.2 Efeito da luz e PGPR em *B. brizantha*

No experimento para testar os efeitos da luz e das rizobactérias, as plantas foram cultivadas em viveiro, sob pleno sol e sombra obtida com tela de polipropileno (0% e 47% de sombra, ou 2100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e 1113 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de luz, medido na altura do dossel, sem a interferência de nuvens, às 11 horas, horário local). A média da temperatura do ar foi de 32°C e 28°C, e a umidade relativa de 73% e 77%, sob sol e sombra, respectivamente (Data Logger HOBO). O solo foi mantido próximo à capacidade de campo por meio da irrigação diária. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com rizobactérias e intensidades de luz (respectivamente, controle, BRM-32111, BRM-32113 e BRM-32111 + BRM-32113 x pleno sol e sombra).

2.3 Variáveis analisadas

Para todos os ensaios, foram semeadas dez sementes por vaso de polietileno (15 x 25 x 0,5 cm) em solo com a seguinte caracterização: pH (água) 4,2; 18,80 g dm⁻³ de M.O.; 2 mg dm⁻³ de P; 4 mg dm⁻³ de K; 18 mg dm⁻³ de Na; 0,05% N; 0,2 mmolc dm⁻³ de Ca; 0,3 mmolc dm⁻³ de Ca+Mg; 1,4 mmolc dm⁻³ de Ca Al. Ao sétimo dia após semeadura (AS), desbastou-se restando uma planta por vaso.

Aos 35 dias após a germinação, foram avaliados: Altura, número de perfilhos, folha expandida, comprimento do colmo, taxa de crescimento relativo, teor de clorofila (SPAD-502. Konica Minolta Sensing, INC. Japão) e biomassa. A taxa de crescimento relativo (RGR) foi obtida por meio da coleta das plantas com 14 dias e com 35 dias, calculada pela razão entre variação da massa total e o tempo em dias. O material vegetal coletado foi seco em estufa com temperatura de 60 °C até atingir massa constante. Para a determinação da área foliar foram coletados discos foliares com área de 0,42 cm² a 2,28 cm². Para avaliar a produção total de biomassa, somou-se a massa seca da parte aérea e raiz de cada planta. As análises de crescimento foram realizadas de acordo com Hunt (1990) e Barbero et al. (2013). A taxa fotossintética (A), foi aferida em folhas completamente desenvolvidas e expandidas, por unidade

de área foliar, através de um analisador de gás infravermelho (IRGA) portátil LICOR (LI-6400XT; LICOR, Lincoln, NE), sob concentração de CO₂ de 400 µmol.m⁻¹ e radiação constante de 1000 µmol.m⁻².s⁻¹. A taxa fotossintética total foi calculada com base na taxa fotossintética estimada e na área foliar total.

2.4 Delineamento experimental e análise estatística

Nos ensaios de seleção, a matriz das três variáveis de resposta (biomassa aérea, radicular e total) foi avaliada por meio da análise de agrupamento, com o objetivo de classificar os isolados em grupos homogêneos. Empregou-se o método de “complete linkage clustering” para a análise de agrupamento. A distância usada entre os isolados foi à euclidiana. Visando diminuir a subjetividade na determinação do número de grupos sugeridos pelo dendrograma da análise de agrupamento, a distância euclidiana para a decisão do número de grupos foi determinada graficamente (Aldenderfer e Blashfield, 1984; Dias-Filho et al., 1995). Com o objetivo de uniformizar a escala das variáveis de resposta, os dados foram padronizados para uma média igual a zero e desvio padrão igual a um. Em todos os ensaios o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, os dados foram submetidos a análise de variância e as variáveis com valores significativos de F foram comparadas pelo teste de Duncan (P <0,05). O software usado foi o STATISTICA 7 (StatSoft, Inc., Tulsa, EUA).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

B. brizantha cv. Piatã apresentou maior desenvolvimento quando inoculada com *Pseudomonas fluorescens* (BRM-32111) e *Burkholderia pyrrocinia* (BRM-32113). Essa interação só foi benéfica quando BRM-32111 e BRM-32113 foram inoculados por rega no solo 14 dias após a germinação (Tabela 1). Quando a inoculação foi na semente não promoveu o crescimento das plantas (Tabela 1), provavelmente por causa do alto potencial alelopático de *Brachiaria* (Souza filho et al., 2005; Kato-Noguchi et al., 2014). Indicando que *B. brizantha* sintetiza substâncias na germinação que inibem o mecanismo de ação dos isolados em promover o crescimento vegetal.

No caso da dupla inoculação, semente e no solo, quando houve a rega, a planta já estava sensibilizada a presença do isolado, se imunizando, e ao ser re-inoculada sinalizou a ativação do priming de defesa sistêmico, o que inibiu a máxima expressão desses isolados no crescimento da planta (Tabela 1) (Pieterse et al., 2014; Lopes et al 2018). Substâncias alelopáticas podem intervir na microflora, sendo capazes de reduzir a colonização de *Bacillus* spp. na rizosfera de *B. brizantha* (Araujo e Pedroso, 2013) e microrganismos benéficos na cultura do coco (Gopal et al., 2006).

Inoculação	Isolados	Grupos	Biomassa (g)		
			Aérea	Raiz	Total
Semente	Controle + 62 isolados diferentes *	1	66.55 a	50.85 a	116.40 a
	B-52, B-7, B-39, B-5, B-67, B-68, B-69, B-70, B-71, B-72, B-73	2	44.80 b	26.35 b	71.15 b
Semente e rega	T-6, MIX-T	1	65.50 a	31.02 a	96.52 a
	B-29, BRM-3211, BRM-3213, T-9, T-12, T-52	2	59.75 b	26.11 b	85.85 b
	Controle, B2, B56	3	46.75 c	24.00 c	70.75 c
Rega	BRM-3211	1	201.00 a	87.50 a	288.50 a
	BRM-3213	2	117.25 b	56.25 b	173.50 b
	B-2, T-6, T-52, MIX-T	3	64.19 c	35.62 c	99.81 c
	Controle, B-29, B-56, T-9, T-12	4	53.50 d	24.85 d	78.35 d

Tabela 1 Seleção de microrganismos promotores de crescimento em *B. brizantha*.

* B-19, B-24, B-29, B-30, B-47, B-50, B-51, B-53, B-2, B-21, B-22, B-23, B-27, B-28, B-54, B-55, B-56, B-17, B-41, B-57, B-58, B-59, B-60, B-61, B-62, B-63, B-66, BRM-3213, BRM-3211, T-6, T-9, T-12, T-52, MIX-T, B-4, B-31, B-32, B-33, B-34, B-38, B-44, B-45, B-49, B-64, B-65, B-8, B-9, B-10, B-20, B-26, B-11, B-12, B-13, B-18, B-34, B-35, B-36, B-37, (B-2+B-52), B-40, B-6, B-14, B-16.

^a Médias seguidas por letras diferentes em cada coluna são significativamente diferentes ($P < 0,05$, teste de Duncan).

De acordo com Kato-Noguchi et al. (2014), o efeito alelopático de *B. brizantha* é devido a três substâncias identificadas como (6R,9R)-3-oxo- α -ionol, (6R,9S)-3-oxo- α -ionol e 4-ketopinoresinol. Ademais, o sistema radicular de *Brachiaria* produz um terpeno denominado de brachialactone, que inibe a nitrificação biológica (Subbarao et al., 2009). A quantidade exsudada de compostos alelopáticos também podem variar de acordo com estágio vegetativo, como no caso dos compostos fenólicos exsudados pela raiz da aveia selvagem (*Avena fatua* L.) (Iannucci et al., 2013). No entanto, quando em baixas concentrações, os compostos alelopáticos não têm efeitos inibitórios (Souza filho et al., 2005).

Assim, provavelmente a produção de substâncias com alelopatia negativa às rizobactérias, selecionadas nesse estudo, reduz ao longo do tempo. Isso por que, nas plantas inoculadas por rega no solo, 14 dias após a germinação, houve o reconhecimento químico entre as rizobactérias e as raízes; iniciando o processo de adesão e colonização das bactérias nos pelos radiculares, o que resultou no maior crescimento de *B. brizantha* (Lopes et al., 2018 a).

Além do método de inoculação, a intensidade da luz também interferiu na interação mutualística entre as rizobactérias e *B. brizantha* (Tabela 2). O crescimento

das plantas inoculadas com *B. pyrrocinia* foi diretamente proporcional ao aumento da luz, provavelmente por sua simbiose ter o custo mais elevado, sendo mais exigente em fotoassimilados, os quais são mais produzidos nas plantas ao sol, devido ao metabolismo C4 de *B. brizantha* (Lopes et al 2018 b). Resultado contrastante ocorreu nas plantas inoculadas com *P. fluorescens*, onde provavelmente a maior radiação alterou a composição dos exsudados da raiz que interferiram no quorum-sensing inibindo a interação mutualista sob pleno sol, por isso promoveu maior desenvolvimento em altura, Spad, área foliar e biomassa nas plantas sob sombra (Lopes et al 2018b).

Tratamentos		A(cm)	NP	FE (cm)	C (cm)	MST (g)
Sol	Controle	39 c	2 c	24.83 c	2.16 c	2.16 c
	BRM - 32111	40.3 c	2 c	27.88 c	2.21 c	2.21 c
	BRM - 32113	47.8 b	2 b	33.6 b	2.82 b	2.82 b
	MIX	51.2 a	3 a	36.5 a	3.20 a	3.20 a
Sombra	Controle	33.4 d	0	21.91 c	0.25 d	0.25 d
	BRM – 32111	44.7 b	0	27.77 b	1.09 b	1.09 b
	BRM – 32113	39.8 c	0	28.2 b	0.53 c	0.53 c
	MIX	52.6 a	0	34.07 a	1.45 a	1.45 a

Tabela 2 Características morfológicas e produção de biomassa de *Brachiaria brizantha* inoculada com rizobactérias promotoras de crescimento sob diferentes intensidades de luz. Altura (A), Número de perfilhos (NP), folha expandida (EF), comprimento do colmo (CC) e Biomassa total (MST).

Médias seguidas por letras diferentes em cada coluna são significativamente diferentes (P <0,05, teste de Duncan). BRM-32111 = *Pseudomonas fluorescens*; BRM-32113 = *Burkholderia pyrrocinia*; MIX= BRM-32111 + BRM-32113.

Estudos relatam que as rizobactérias *Pseudomonas* sp. e *Burkholderia* sp. promovem o crescimento em plantas por aumentar a síntese de auxina, fósforo, nitrogênio e clorofila (Ahemad e Kibret, 2014). No presente estudo, quando coinoculadas, por rega no solo 14 dias após a germinação, *Pseudomonas fluorescens* (BRM-32111) e *Burkholderia pyrrocinia* (BRM-32113) agiram sinergicamente para promover o maior crescimento de *B. brizantha* resultando em plantas mais vigorosas independente da intensidade de luz (Tabela 2, 3 e Figura 1).

Tratamentos	A (cm)	NP	F (cm)	C(cm)	TCR
Controle	34.6	0 c	22.8 c	0.41 e	2.48 a
BRM-32111	42.3	2 b	43.67 a	0.97 b	1.88 b
BRM-32113	48.7	2 b	46.32 a	0.89 c	1.73 b
MIX	58.4	4 a	45.65 a	1.24 a	2.33 a

Tabela 3 Características morfológicas de *Brachiaria brizantha* inoculada com rizobactérias. Altura (A), número de perfilhos (NP), folha expandida (F), comprimento do colmo (C) e taxa de

Médias seguidas por letras diferentes em cada coluna são significativamente diferentes ($P < 0,05$, teste de Duncan). BRM-3211 = *Pseudomonas fluorescens*; BRM-3213 = *Burkholderia pyrrocinia*; MIX= BRM-3211 + BRM-3213.

Os biopromotores de crescimento também favoreceram o índice SPAD (Figura 1; Tabela 3), o qual se correlaciona positivamente ao teor de clorofila, e com nitrogênio e fósforo (Costa et al., 2008; Martucello *et al.* 2009; Stefan et al., 2013). Por sua vez, o aumento da clorofila, contribuiu para a maior eficiência fotossintética, assimilação de carbono, perfilhamento e área foliar verificado nas plantas inoculadas (Figura 1).

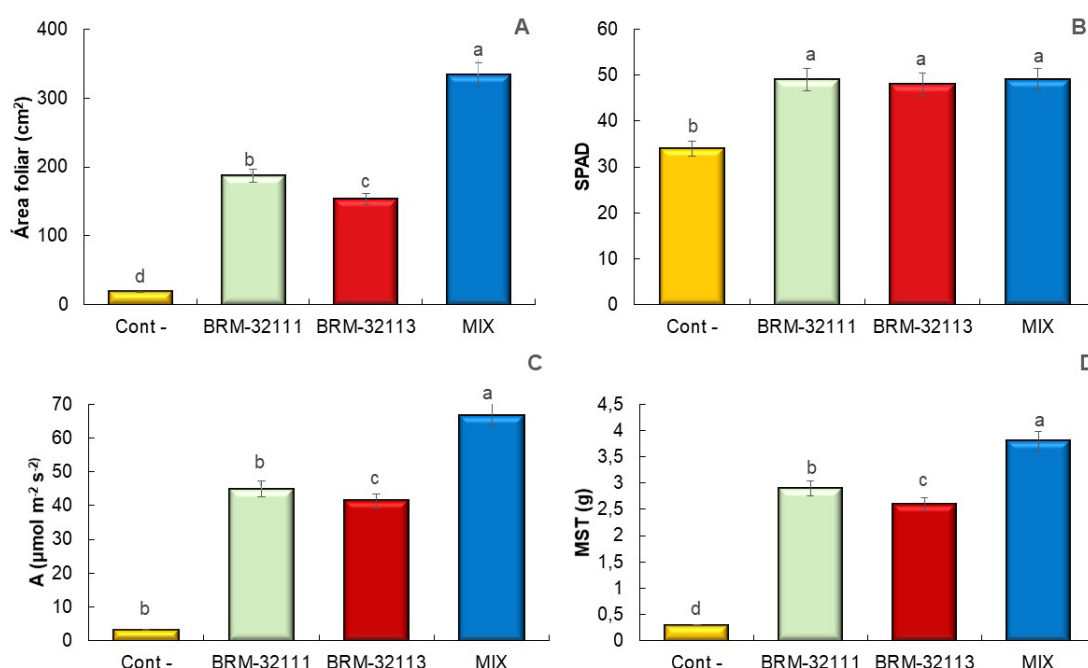


Figura 1 Área foliar (A), índice Spad (B), taxas fotossintéticas (C) e produção de biomassa (D) de *Brachiaria brizantha* inoculada com rizobactérias promotoras de crescimento. Diferentes letras indicam diferenças significativas entre plantas com promotores de crescimento ($P < 0.05$, teste de Duncan). BRM-32111 = *Pseudomonas fluorescens*; BRM-32113 = *Burkholderia pyrrocinia*; MIX= BRM-32111 + BRM-32113.

A ação benéfica da coinoculação de *P. fluorescens* e *B. pyrrocinia* no desenvolvimento das folhas e no perfilhamento aumentou a área foliar e biomassa aérea (Figura 1), aumentando a capacidade fotossintética e produtiva do dossel, sendo de grande importância econômica, pois otimizaria o estabelecimento inicial da pastagem, além de aumentar a produção das forragens, que são fonte de alimento primário para bovinos, principalmente os criados a pasto. De acordo com Casierra-Posada *et al.* (2013), a área foliar e a biomassa aérea também são favorecidas pela inoculação de micorrizas em *Solanum quitoense*, maximizando a captura da luz e aumentando a produção de fotoassimilados para atender a demanda de carboidratos da simbiose (Casiera-Posada *et al.* 2013).

O ganho em biomassa radicular e o maior perfilhamento sugerem que a coinoculação favoreceu a síntese de auxina (Figura 1; Tabela 2). O melhor

desenvolvimento radicular de *B. brizantha*, em resultado da interação com as rizobactérias, também aumentaria a sobrevivência dessa espécie em ambientes com deficiência de água. Além de assegurar a persistência das plantas ao longo do tempo e a longevidade das pastagens, sobretudo quando pastejadas (Dias Filho, 2000; Martuscello *et al.* 2009). As plantas coinoculadas obtiveram maior biomassa, provavelmente por causa do maior fluxo de nutrientes minerais devido à presença dos microrganismos benéficos. Maior biomassa radicular, aérea e perfilhamento também foram relatados em *Sorghum bicolor* (L.) Moench (Idris *et al.*, 2009) e em *Panicum virgatum* inoculado com *Burkholderia phytofirmans* (Kim *et al.*, 2012).

A coinoculação das rizobactérias aumentou a plasticidade fenotípica como estratégia de mitigar o efeito do sombreamento em *B. brizantha*, por aumentar a altura, o alongamento dos colmos e folhas (i.e., estiolamento) incrementando a biomassa das plantas (Tabela 2). Esse efeito positivo seria satisfatório em sistemas de integração com espécies florestais, onde há menor disponibilidade de luz aos pastos. O uso de *P. fluorescens* e *B. pyrrocinia* coinoculadas é uma biotecnologia inovadora para acelerar o crescimento, aumentar o vigor e a produção de pastagens formadas com *B. brizantha*. Resultado almejado em sistemas de pastejo mais intensivos, pois reduziria o intervalo de descanso no pastejo rotacionado.

4 | CONCLUSÕES

O método de inoculação e a intensidade de luz foram fundamentais para determinar o potencial biopromotores do crescimento de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã. A coinoculação de *P. fluorescens* e *B. pyrrocinia*, pela rega do solo 14 dias após a germinação, elevou o crescimento e a produção de biomassa de *B. brizantha* sob diferentes condições luminosas, evidenciando seu potencial biofertilizante para obtenção de pastagens mais produtivas em sistemas convencionais e integrados.

REFERÊNCIAS

AHEMAD M.; KIBRET M. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. **JKSU– Science**, v.26, p.1–20, 2014.

ALDENDERFER, M. S.; BLASHFIELD, R. K. **Cluster analysis**. Sage University. Paper series on quantitative applications in the social sciences. 44. Sage Publ., Newbury Park, E.U. 87p, 1984.

ARAUJO, F. F.; PEDROSO, R. A. B. Interação de *Bacillus* sp. com a rizosfera de três espécies de plantas forrageiras. **Bioscience Journal**, v. 29, p. 152-158, 2013.

BARBERO, L. M., *et al.* Análise de crescimento em plantas forrageiras aplicada ao manejo de pastagens. **Vet. Not.** v. 19, p. 71-85, 2013.

CASIERRA-POSADA F. *et al.* Influencia de la sombra y de las micorrizas sobre el crecimiento de plantas de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) **Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.** v. 16, p. 61–70, 2013.

COSTA, K. A. P. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v. 32, p. 1601-1607, 2008.

DIAS-FILHO, M. B. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 35, p. 2335-2341, 2000.

DIAS-FILHO, M. B., SIMÃO NETO, M.; SERRÃO, E. A. S. Avaliação da adaptação de acessos de *Panicum maximum* para a Amazônia Oriental do Brasil. **Pasturas Tropicais**, v. 17, p. 3-8, 1995.

DIAS-FILHO, M. B.; LOPES M. J. S. Processos e causas de degradação de pastagens na Amazônia. In: Dias-Filho MB, Andrade CMS de (Eds.). **Recuperação de pastagens degradadas na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa p. 55-78, 2019.

FILIPPI, M. C. C. et al. Leaf blast (*Magnaporthe oryzae*) suppression and growth promotion by rhizobacteria on aerobic rice in Brazil. **Biological Control**, v. 58, p.160–166, 2011.

GOPAL M. et al. Allelopathic effects of root and leaf leachates of coconut on selected beneficial microorganisms from coconut rhizosphere. **Allelopathy Journal**, v. 18, p. 363-368, 2006.

GOUDA, S. et al. Revitalization of plant growth promoting rhizobacteria for sustainable development in agriculture. **Microbiological Research**, v. 206, p. 131–140, 2018.

HUNT, R. **Basic growth analysis for beginners**, London, 1990.

IANNUCCI A. Plant growth and phenolic compounds in the rhizosphere soil of wild oat (*Avena fatua* L.). **Frontiers Plant Science**, v. 4, p. 509, 2013. Doi: 10.3389/fpls.2013.00509

KATO-NOGUCHI, H. et al. Phytotoxic substances with allelopathic activity may be central to the strong invasive potential of *Brachiaria brizantha*. **J. Plant. Physiology**, v.171, p. 525–530, 2014.

KIM, S. et al. Growth promotion and colonization of switchgrass (*Panicum virgatum*) cv. Alamo by bacterial endophyte *Burkholderia phytofirmans* strain PsJN. **Biotechnology for Biofuels**, v. 5, p. 1-10, 2012.

LOPES, M. J. S.; DIAS-FILHO, M. B., CASTRO, T. H. R.; FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B. Effect of *Pseudomonas fluorescens* and *Burkholderia pyrrocinia* on the growth improvement and physiological responses in *Brachiaria brizantha*. **American Journal of Plant Sciences**, v, 9, p. 250-265, 2018 a

LOPES, M. J. S. et al. Light and plant growth-promoting rhizobacteria effects on *Brachiaria brizantha* growth and phenotypic plasticity to shade. **Grass and Forage Science**, v. 73, p. 493–499, 2018 b

MARTUSCELLO, J. A. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1183-1190, 2009.

PAGANO, M. C. et al. Advances in Eco-Efficient Agriculture: The Plant-Soil Mycobiome. **Agriculture**, v.7, n.14, 2017.

PIETERSE, C. M. J. et al. Induced Systemic Resistance by Beneficial Microbes. **Annual Review of Phytopathology**, v. 52, p. 347–75, 2014.

RÊGO, M.C.F. et al. Morphoanatomical and biochemical changes in the roots of rice plants induced by plant growth-promoting microorganisms. **Journal of Botany**, 2014.

REIS, A. R.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA G. R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão de recursos forrageiros**. 714p. 2013.

SINGH, D. et al. Plant microbiome: A reservoir of novel genes and metabolites. **Plant Gene**, v. 18, 100177, 2019.

SOUZA FILHO, A. P. S.; PEREIRA, A. A. G.; BAYMA, J. C. Aleloquímico produzido pela gramínea forrageira *Brachiaria humidicola*. **Planta Daninha**. v.23, p.25-32, 2005.

SUBBARAO, G. V. et al. Evidence for biological nitrification inhibition in *Brachiaria* pastures **PNAS**, v.106, p. 17302-17307, 2009.

VIMAL S. R.; SINGH J. S.; ARORA N. K.; SINGH S. Soil-Plant-Microbe Interactions in Stressed Agriculture Management: A Review. **Pedosphere**, v.27, p.177–192, 2017.

CARBONO ORGÂNICO AFETADO POR SISTEMAS DE CULTIVO DE LONGA DURAÇÃO

Felipe Camargo de Paula Cardoso

Universidade de Brasília (UNB), Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária
Brasília – Distrito Federal

João de Deus Gomes dos Santos Junior

Embrapa Cerrados
Brasília – Distrito Federal

Eiyti Kato

Universidade de Brasília (UNB), Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária
Brasília – Distrito Federal

Nericleenes Chaves Marcante

Embrapa Cerrados
Brasília – Distrito Federal

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar as alterações promovidas pelos sistemas de preparo direto (PD) e convencional (PC), em experimentos de longa duração e em relação a vegetação do cerrado (CER), nos teores de Carbono orgânico total (COT), Carbono lábil (CL), Carbono não lábil (CNL), Relação CL/COT, Labilidade (L), Índice de Labilidade (IL), Índice de compartimento de carbono (ICC) e Índice de manejo de carbono (IMC). A amostragem do solo foi realizada em experimentos de longa duração que comparam PD e PC com 12 (S12), 15 (S15) e 32 (S32) anos de cultivo. Foi observado aumento no teor de COT, após 32 anos, na superfície do solo

no sistema de PD. No S32, o PC apresentou o maior valor de redução de COT em relação ao CER. O CL reduziu em 65 %, de 0-5 cm, em PC em relação ao CER após 32 anos de cultivo. Após 12 anos, a redução de CL na superfície do solo foi de 52% no PC em relação ao CER. O ICC indica que após 32 anos o PD, em relação ao PC, está contribuindo para o aumento de COT. O IL maior em PD, em relação ao PC, indica que o SPD está proporcionando um ambiente menos oxidativo, com maior proteção física da MOS. O aumento dos valores de IMC mostra que o não revolvimento do solo e o aporte de resíduos vegetais nas camadas superficiais contribuíram para aumentar a capacidade de preservação e recuperação dos teores e da qualidade das frações orgânicas no PD em relação ao PC.

PALAVRAS-CHAVE: plantio direto, plantio convencional, índice de manejo do carbono

ORGANIC CARBON AFFECTED BY LONG-TERM CROP SYSTEMS

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the changes promoted by no-tillage (NT) and conventional tillage (CT) systems in long - term experiments and in relation to native vegetation of Cerrado (CER), at total organic carbon (TOC), Labile carbon (LC),

non-labile carbon (NLC), LC / TOC ratio, Liability (L), Liability Index (LI), Carbon Compartment Index (CCI) and Carbon Management Index (CMI). Soil sampling was performed in long-term experiments comparing NT and CT, with 12 (S12), 15 (S15) and 32 (S32) years of implantation. It was observed an increase in the TOC content, after 32 years, in the soil surface in the NT system. In S32, the CT had the highest TOC reduction value in relation to the CER. The LC reduced by 65%, from 0-5 cm, in CT to CER after 32 years of agricultural practices. In 12 years, the LC reduction at the soil surface was 52% in the CT in relation to the CER. The CCI indicates that after 32 years the NT, in relation to the CT, is contributing to the increase of TOC. The higher LI in NT, relative to the CT, indicates that the NT is providing a less oxidative environment, with greater physical protection of the SOM. The increase in CMI values shows that the no-tillage and the contribution of vegetal residues in the superficial layers contributed to increase the capacity of preservation and recovery of the contents and the quality of the organic fractions in the NT in relation to CT.

KEYWORDS: no-tillage, convencional tillage, carbon management index.

1 | INTRODUÇÃO

A região do Cerrado é uma importante fronteira agrícola no Brasil, com uma área de 203,4 milhões de ha (EMBRAPA, 2014), representando 24% do país. Cerca de 80 milhões de hectares, equivalentes a 39% da área total, foram utilizados para fins pecuários e agrícolas (GUARESCHI et al., 2013).

A conversão de áreas nativas do Cerrado em sistemas agrícolas tem provocado, em algumas situações, a degradação de áreas devido a sua exploração inadequada. Normalmente, essa degradação está associada a perdas da matéria orgânica do solo (MOS), que desempenha funções fundamentais para o adequado funcionamento do solo. A importância da MOS em relação às propriedades químicas, físicas e biológicas do solo é amplamente reconhecida (SEGNINI, 2007).

Dentre os sistemas de manejo do solo utilizados para a produção das culturas, têm-se o sistema de plantio convencional (PC), no qual a técnica consiste no revolvimento do solo através de aração e gradagem, ainda é o mais utilizado em todo o mundo (AZIZ et al., 2013) e o plantio direto (PD), que se trata de um sistema de produção conservacionista, fundamentando-se na ausência do preparo do solo, na cobertura permanente da área e na rotação ou sucessão de culturas (HECKLER et al., 2002).

Neste sentido, o sistema de manejo alternativo ao preparo convencional na agricultura pode se tornar relevante no aumento dos teores de carbono orgânico do solo (COS). Porém, resultados de pesquisa não têm sido conclusivos quanto ao acúmulo de C no SPD. Enquanto em alguns trabalhos observaram-se incrementos significativos nos teores de MOS, quando comparados a sistemas convencionais (SÁ et al., 2009; GUARESCHI et al., 2013; ROSSETI et al., 2015), em outros estudos

nenhuma diferença significativa foi observada entre os tratamentos (MARCHÃO et al., 2009; ROSCOE & BUURMAN, 2003). Dessa forma, outros estudos são necessários para entender o acúmulo de C nos sistemas de manejo e as alterações na qualidade deste material ao longo de vários anos.

Relacionando o estoque de carbono (C) nas frações da MOS é possível expressar a qualidade dos sistemas de manejos agrícolas, através do índice de manejo de carbono (IMC), que é o produto entre o índice de estoque de carbono (IEC) e o índice de labilidade de carbono (IL) (BLAIR et al., 1995; DIEKOW et al., 2005; CONCEIÇÃO et al., 2014).

O trabalho tem por objetivo comparar os sistemas de plantio direto e convencional após 12, 15 e 32 anos de manejo quanto aos teores de carbono orgânico total e suas frações oxidáveis nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm de profundidade, tendo como referência o solo sob vegetação de cerrado.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em três experimentos com tempos distintos de implantação dos tratamentos na Estação Experimental do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Embrapa Cerrados) localizada em Planaltina-DF (latitude 15° 36' S; longitude 47° 42', e altitude de 1.014m), em áreas de Latossolo Vermelho argiloso. De acordo com a classificação de Köppen, o clima é Aw com invernos secos e verões chuvosos e períodos de estiagem no período chuvoso. A precipitação média anual é de 1570 mm e temperatura média anual de 21,3 °C. A vegetação original das áreas é o Cerrado sensu stricto. As áreas amostradas localizam-se num raio de 3 km.

O primeiro experimento, Sítio 32 (S32), foi instalado em 1979 em área de solo homogêneo (JANTALIA et al., 2007), com parcelas medindo 1250 m² (25x50 m) sem delineamento experimental. Consta de oito tratamentos, dos quais foram amostrados dois: Plantio Convencional – preparo anual do solo com arado de discos no pré-plantio, à profundidade de 25 cm, no início do período chuvoso (outubro/novembro); Plantio Direto – semeadura direta desde 1980, em área preparada com arado de discos em 1979. Durante os 32 anos de manejo todos os tratamentos foram cultivados com as mesmas culturas, representadas, principalmente, pela rotação soja-milho. Outros detalhes do experimento foram relatados por Figueiredo et al. (2007) e Ferreira (2013).

O segundo experimento, Sítio 15 (S15), foi implantado no ano agrícola 1996/1997 e consiste de uma combinação de sistemas de preparo do solo e rotação de culturas, incluindo semeadura direta e pastagem, com alternância no tempo (FERREIRA, 2013). O delineamento experimental é em blocos completos ao acaso, com três repetições. O experimento possui 16 tratamentos, com parcelas medindo 18x22m, dos quais foram avaliados dois: Plantio Convencional - cultivo contínuo com arado de

discos e monocultura de soja (1996 a 2011); Plantio Direto - semeadura direta sem safrinha (2000 a 2011) precedido por arado de discos nos dois anos iniciais (1996 e 1997) e arado de aivecas nos dois anos seguintes (1998 e 1999), com rotação anual soja/milho (1996 a 2011).

O terceiro experimento, Sítio 12 (S12), foi implantado no ano de 1999 e consiste de uma combinação de sistemas de preparo do solo, plantio direto e convencional, doses e modos de aplicação de calcário em delineamento de blocos completos ao acaso, num total de 12 tratamentos dispostos em parcelas subdivididas. Dois tratamentos foram selecionados: Plantio Convencional – preparo anual do solo com arado de discos na profundidade de 25 cm e plantio direto, com aração e gradagem apenas no primeiro ano. Nos anos agrícolas de 2000 a 2006 foram cultivados respectivamente, soja, milho, soja, milho, milho e milho. De 2006 a 2010, a área ficou em pousio e no ano agrícola de 2010/2011 foi cultivado milho. Duas áreas de vegetação nativa foram selecionadas para representarem o tempo zero dos experimentos de manejo do solo avaliados. Cerrado 1, área referência dos Sítios 32 e 15 e Cerrado 2, área referência do Sítio 12.

Em cada sítio avaliado amostragens de solo foram realizadas em três pontos aleatórios dentro de cada unidade experimental. Em cada ponto, cinco subamostras eram coletadas perpendicularmente a linha de plantio das culturas nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm de profundidade. Assim, cada unidade experimental em cada profundidade foi representada por uma amostra composta de 15 subamostras. As amostras de solo foram realizadas após a colheita das culturas do ano agrícola 2010/2011.

As análises de carbono total (COT) foram realizadas em um analisador elementar CHNS (modelo PE 2400 Série II CHNS /O, PerkinElmer, Norwalk EUA) utilizando cerca de 20 mg de solo previamente peneirado e homogenizado. O material foi digerido na câmara de combustão fechada a 900°C.

As frações oxidáveis de carbono orgânico foram obtidas através da adaptação do método desenvolvido por Chan et al. (2001).

Amostras de 0,5 g de solo foram acondicionadas em erlenmeyer de 250 mL, onde se adicionaram 10 mL $K_2Cr_2O_7$ 0,167 mol L⁻¹ e quantidades de H_2SO_4 correspondentes às concentrações de 6, 9 e 12 mol L⁻¹. A oxidação foi realizada sem fonte externa de calor e a titulação dos extratos foi feita com uma solução de $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ 0,5 mol L⁻¹, utilizando-se como indicador difenilamina 0,16%. Foram obtidas quatro frações, com graus decrescentes de oxidação do C:

- Fração 1 (F1): C oxidado por $K_2Cr_2O_7$ em meio ácido de 6 mol L⁻¹ de H_2SO_4 .
- Fração 2 (F2): diferença do C oxidado por $K_2Cr_2O_7$ em meio ácido com 9 e 6 mol L⁻¹ de H_2SO_4 .
- Fração 3 (F3): diferença do C oxidado por $K_2Cr_2O_7$ em meio ácido com 12 e 9 mol L⁻¹ de H_2SO_4 .
- Fração 4 (F4): diferença do COT obtido pelo analisador elementar CHNS e o

C oxidado por $K_2Cr_2O_7$ em meio ácido com 12 mol L^{-1} de H_2SO_4 .

O IMC foi determinado por uma sequência de cálculos adaptados. Diferente de Blair et al. (1995), que consideram como carbono biodisponível o carbono oxidável por uma solução de $0,333 \text{ mol L}^{-1}$ de $KMnO_4$, neste trabalho o teor de C na fração F1 (Chan et al., 2001) foi considerado como carbono lábil (CL) do solo. Essa adaptação também foi realizada por Guareschi et al. (2013) e Oliveira et al. (2017).

O carbono não-lábil (CNL) foi obtido pela soma de F2 + F3 + F4 do método de Chan et al. (2001). A Labilidade (L) é dada por CL/CNL .

Tendo como base as variações nos teores de COT do solo da área de referência (Cerrado nativo) e do solo cultivado sob SPD ou SPC, foram calculados os seguintes índices: índice de compartimento de carbono (ICC) = $COT_{\text{cultivado}}/COT_{\text{referência}}$, Índice de Labilidade (IL) = $L_{\text{cultivado}}/L_{\text{referência}}$ e o Índice de Manejo de Carbono (IMC) = $ICC \times IL \times 100$.

Dentro de cada experimento as variáveis-resposta foram submetidas à análise de variância mediante o uso do procedimento GLM do Aplicativo SAS para verificar a significância dos sistemas de manejo avaliados. Os sistemas de manejo PC, PD e Cerrado foram comparados pelo teste t ($P < 0,10$).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição do COT no perfil do solo nos sítios S32, S15 e S12, é apresentada na Figura 1A, 1B e 1C, respectivamente.

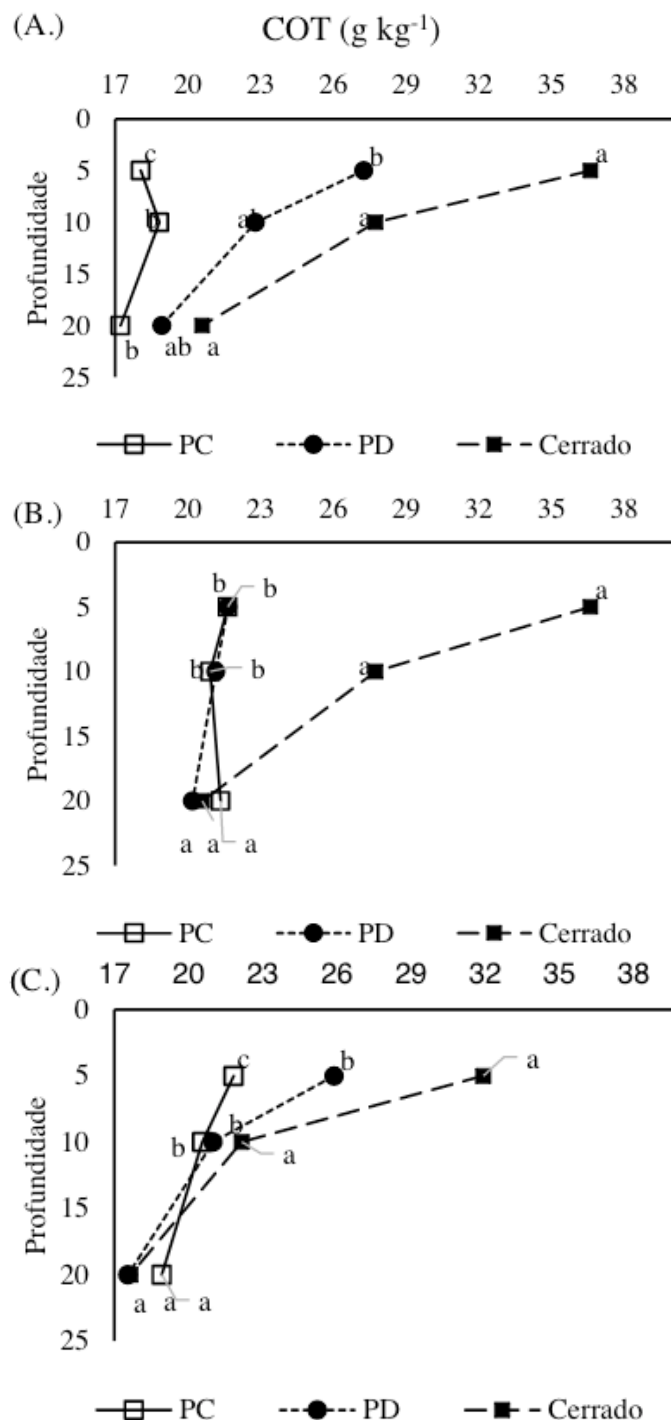


Figura 1. Distribuição do carbono orgânico total (COT) em profundidade de um Latossolo Vermelho argiloso após 32 anos (A.), 15 anos (B.) e 12 anos (C.) de plantio convencional (PC), plantio direto (PD) e sob vegetação de cerrado nativo (CER). Dentro de cada profundidade, médias seguidas por letras minúsculas iguais não são significativas pelo teste *t* ao nível de 10% de probabilidade.

Em S32 (Figura 1A) os valores de COT variaram de 17,23 a 36,63 g kg⁻¹, onde o maior valor foi encontrado no CER na profundidade de 0-5 cm e o menor valor no tratamento PC em 10-20 cm.

Em CER e PD, observam-se maiores valores de COT na superfície do solo. Já em PC, há uma maior distribuição do carbono no perfil do solo. Em 0-5 cm, as quantidades de COT foram diferentes, onde CER>PD>PC. Em 5-10 cm, o COT do CER é maior que PC, contudo semelhante ao PD. O PD e o PC não diferem quanto

ao COT. O mesmo comportamento se repete na profundidade de 10-20 cm.

Os teores de COT para CER e PD, em todas as profundidades, são semelhantes aos números encontrados por Ferreira (2013) na mesma área experimental. Porém, para o PC, as quantidades diferem. Realizando amostragens de solo no ano de 2009, Ferreira (2013) obteve, nas profundidades 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, valores de 20,8, 19,9 e 19,5 g kg⁻¹, respectivamente. Neste trabalho, com amostragem de solo em 2011, observou-se uma redução nestes teores para 18,06, 18,83 e 17,23 g kg⁻¹ nas mesmas profundidades.

A distribuição do COT no S32 é semelhante ao apresentado por Sá et. al (2009) em um estudo de longa duração no estado do Paraná. Sá et. al (2009) observaram que, após 23 anos de plantio direto e convencional, as variações de COT ocorrem na camada superficial (0-5 cm) e que PD, PC e CER não diferem quanto ao COT nas camadas mais profundas. Contudo, Sá et al. (2009) relataram valores maiores de COT em PD em relação ao CER, diferente dos dados em S32, que mesmo após 32 anos de plantio direto, a quantidades de COT no PD não atingiram as quantidades no CER. Vale ressaltar que no SPD estudado por Sá et. al (2009) foi realizado um cultivo de verão e um cultivo de inverno.

No Sítio 15 (Figura 1B), os valores de COT variam de 20,2 a 36,63 g kg⁻¹, maior valor em CER (0-5 cm) e menor em PD (10-20 cm). Valores de COT são semelhantes aos encontrados por Ferreira (2013) também nesta área do S15.

Os teores de COT no CER variaram de 36,63 a 20,6 g kg⁻¹, decrescendo gradualmente no intervalo de 0 a 20 cm de profundidade. Nos sistemas de cultivo PD e PC houve decréscimos menos acentuados em profundidade em amplitudes de 21,66 a 20,2 g kg⁻¹ e 21,66 a 21,36 g kg⁻¹, respectivamente, após 15 anos de manejo na aérea.

Na superfície, o valor de COT é maior no CER e PD não difere de PC. O mesmo comportamento é observado em 5-10 cm. De 10-20 cm, os valores nos três tratamentos são semelhantes. Rosset et al. (2016), em estudos para avaliar a qualidade do solo após 14 anos de PD, também só encontraram diferenças entre PD e CER nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm, onde o CER apresentou o maior teor de COT. A semelhança entre PD e PC ao longo do perfil do solo é explicada por Carvalho et. al (2009), que indica que os aumentos na MOS em áreas de PD comparados com outros sistemas de manejo levam de 10-15 anos para se tornarem significantes, pois o acúmulo de carbono acontece de forma lenta.

Em S12 (Figura 1C), o maior valor de COT é do CER em 0-5 cm - 31,93 g kg⁻¹ - havendo um decréscimo de COT na profundidade, 22,16 e 17,66 g kg⁻¹. Lembrando que o tratamento CER do S12 é diferente do CER dos sítios S32 e S15. Em PD nota-se uma redução acentuada do COT no perfil do solo enquanto em PC a distribuição é mais uniforme.

Na profundidade de 0-5 cm, o teor de COT é diferente para os três tratamentos, onde o CER>PD>PC, semelhante ao identificado no S32. Contudo, nas profundidades

de 5-10 cm e 10-20 cm, o mesmo comportamento não foi evidenciado. Em 5-10 cm, o teor de COT do CER é maior que os demais tratamentos e PD e PC não diferem.

Apesar de ter 12 anos da implementação, o S12 ficou por 4 anos em pousio. Nota-se uma redução no teor de COT no PC na camada de 0-5 cm e, mesmo que não estatisticamente significativo, um valor maior de COT em PC, comparado ao CER, na profundidade de 10-20 cm. Esta forma de distribuição do C nas profundidades foi relatada por Campos et al. (2013) estudando áreas recém cultivadas, com sistemas de plantio direto e convencional com 5 a 9 anos de implantação. Campos et al. (2013) relatam a inversão do teor de COT nas camadas do solo através da aração na abertura de novas áreas de vegetação nativa nos primeiros anos.

Quando se observa a distribuição do COT no perfil do solo em diferentes sítios com diferentes idades de implementação é possível verificar que os efeitos da conversão do CER em cultivo ocorreram sobretudo nos intervalos de 0-5 cm e 5-10 cm de profundidade.

Em 0-5 cm, no S32, ocorreram reduções nos teores de COT de 25 e 51% em PD e PC, respectivamente, em relação ao CER. No S15, as reduções foram de 41% tanto em PD quanto em PC. Já no S12, reduziu 18% em PD e 31,6% em PC. Na profundidade de 5-10 cm, a diminuição de COT foi de 18% em PD e 32,2% em PC, no sítio mais antigo (S32). Em S15, diminuiu 23,7% em PD e 24,6% em PC. No S12, reduções menos expressivas, apenas 5% em PD e 7% em PC. Na profundidade de 10-20 cm, a maior redução em relação ao CER foi em S32 e PC, 16,3%. Nos outros sítios, ocorreram variações menos significativas.

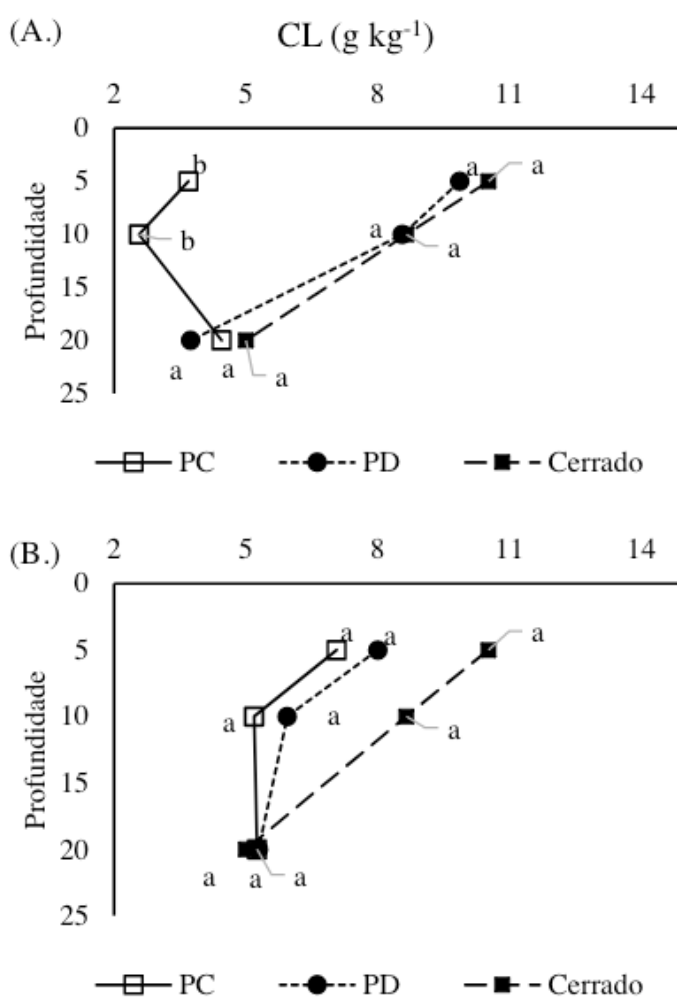
No CER, os maiores teores de COT verificados na camada superficial do solo sugerem maior contribuição do aporte da parte aérea das plantas na forma de serapilheira para a formação da matéria orgânica do solo (MOS) (NARDOTO et al., 2006). Guareschi et al. (2013) também reportam a importância da deposição de serapilheira e da ausência da ação antrópica para o aumento do teor de MO nas áreas de vegetação nativa. Estes estimaram que 10,07 Mg ha⁻¹ de resíduos de planta são depositados na superfície do solo na área de cerrado. Corbeels et al. (2016) estimam uma deposição de carbono de 1,5 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ em um SPC e de 5,3 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ em SPD.

A diminuição dos teores de COT de camadas superficiais decorrente da transformação do Cerrado nativo para sistemas manejados é demonstrada em trabalhos realizados na região (SANTOS, 2010; CUNHA et al., 2012). A diminuição na quantidade de COT em PD e PC é dada pela oxidação da MO reflexo da preparação do solo por aração ou gradagem após abertura da mata nativa no primeiro ano de implementação dos experimentos. Segundo Bayer & Mielniczuk (1999), as perdas da MOS são favorecidas pelo revolvimento do solo e consequente destruição dos agregados, maior fragmentação e incorporação dos resíduos vegetais e diminuição da cobertura do solo. A redução ainda se dá pelo aporte descontínuo de C nas áreas cultivadas, com longos períodos de pousio (período de seca).

Os resultados aqui apresentados ainda indicam que o revolvimento do solo distribui o COT no perfil do solo em PC. Nos sistemas em que o solo é revolvido, a MOS é distribuída por toda a camada arável, o que faz com que os teores de COT em profundidades maiores possam ser semelhantes ou até superiores aos do sistema PD (USSIRI & LAL, 2009). Roscoe & Buurman (2003) ainda apontaram para a alta capacidade protetora dos Latossolos na redução da decomposição da matéria orgânica, mesmo quando submetidos a lavoura convencional. Principalmente, os efeitos de estabilização exercidos sobre a MOS pelo alumínio e oxihidróxidos de ferro em solo tropical.

Após 32 anos, o PC do S32 apresentou os maiores valores de redução do COT em relação a vegetação nativa. As reduções foram de 51% (0-5cm), 32,2% (5-10 cm) e 16,3% (10-20 cm). Esses valores mostram que o fator “tempo” acentua os efeitos do revolvimento do solo e do aporte descontínuo sobre o teor de COT.

A Figura 2 apresenta a distribuição do carbono lábil (CL) no perfil do solo nos três sítios de experimentação.



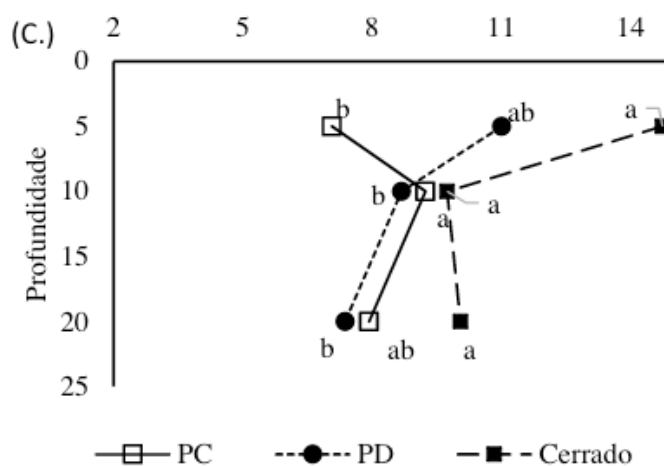


Figura 2. Distribuição do carbono lábil (CL) em profundidade de um Latossolo Vermelho argiloso após 32 anos (A.), 15 anos (B.) e 12 anos (C.) de plantio convencional (PC), plantio direto (PD) e sob vegetação de cerrado nativo (CER). Dentro de cada profundidade, médias seguidas por letras minúsculas iguais não são significativas pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

De modo geral, os valores de CL variam de 3,7 a 14,75 g kg⁻¹. Valores similares ao deste estudo foram encontrados por outros autores (RANGEL et al., 2008; GUARESCHI et al., 2013; MARTINS et al. 2015). As áreas de CER apresentaram valores superiores da fração mais lábil do C.

Observa-se que variações no CL não foram significativas em nenhuma das profundidades no S15 (Figura 2B), contudo, variações na fração mais facilmente oxidável do COT apresentaram comportamentos distintos dados ao tempo de implantação dos sistemas de cultivo. Observando a distribuição do CL no perfil do solo e a sua variação nos diferentes sítios, nota-se que, nos primeiros anos de conversão da vegetação nativa em sistemas de cultivo, em S12 (Figura 2C), o revolvimento do solo no plantio convencional causa inversão do CL, retirando-o da camada superficial e distribuindo nas camadas mais profundas. Com o passar do tempo, em S32 (Figura 2A), os valores de CL no sistema convencional caem dada à oxidação deste material.

Em S32 (Figura 2A), na profundidade de 0-5 cm, os valores de CL variam de 3,7 a 10,53 g kg⁻¹, onde o menor valor foi encontrado no PC e o maior no CER. Isso representa uma redução de aproximadamente 65% do teor de CL (PC em relação ao CER). Ainda nesta profundidade, a quantidade de CL em PD é semelhante ao CER, porém maior que PC. A mesma distribuição é evidenciada na profundidade de 5-10 cm, porém, de 10-20 cm, os valores de CL na vegetação nativa e nos sistemas não se diferenciaram.

Em S12 (Figura 2C), na profundidade de 0-5 cm, o PC apresentou a menor média e foi diferente apenas de CER, uma redução de 52%. Para a profundidade intermediária (5-10 cm), o menor valor de C na fração lábil foi constatado no PD, e os valores de PC e CER são semelhantes. De 10-20 cm, o CL apresenta o menor valor em PD em relação ao CER, contudo não difere de PC. As relações de diferença ou

semelhança encontradas no sítio 12 entre os tratamentos, em todas as profundidades, que tem o menor tempo de conversão do cerrado em áreas de plantio, corroboram com a ideia de que o CL é um indicador prematuro das mudanças que o manejo proporciona no C do solo (CHAN et al., 2001; BARRETO et al., 2011).

Esse padrão de comportamento de maiores valores de CL nas camadas mais superficiais em sistemas sob PD em relação ao PC foi observado por Loss et al. (2010). Isso indica que as práticas de aração e gradagem por longos períodos podem diminuir a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo, com impactos diretos nas frações mais facilmente oxidáveis da MOS.

A diferença entre teores de CL no PD e PC, em relação ao CER, também é consequência do aporte descontínuo de C no solo.

Na tabela 1 estão os valores de carbono não lábil (CNL), relação carbono lábil e carbono orgânico total (CL/COT) e labilidade (L).

Sítios	Manejos	CNL (g kg ⁻¹)	CL/COT (%)	L
0-5 cm				
S32	CER	26,09a	28,25a	0,40a
	PD	17,38b	35,96ab	0,57ab
	PC	14,36c	20,52b	0,26b
	5-10 cm			
	CER	19,10a	31,81a	0,53ab
	PD	16,25a	37,57a	0,61a
	PC	14,22a	13,79b	0,16ab
	10-20 cm			
	CER	15,58a	25,79a	0,32a
S15	PD	15,14a	23,74a	0,25a
	PC	12,78b	20,05a	0,35a
	0-5 cm			
	CER	26,09a	28,25a	0,40a
	PD	14,59b	36,87a	0,58a
	PC	13,65b	32,74a	0,50a
	5-10 cm			
	CER	19,10a	31,81a	0,53a
	PD	16,14a	25,09a	0,34a
	PC	14,98a	28,61a	0,41a
	10-20 cm			
	CER	15,58a	23,74a	0,32a
	PD	14,90a	26,29a	0,35a
	PC	16,11a	24,66a	0,33a
0-5 cm				

S12	CER	14,75a	17,17a	1,02a
	PD	11,02ab	14,88a	0,74a
	PC	7,07b	16,69a	0,46a
	5-10 cm			
	CER	9,75a	12,41a	0,78a
	PD	8,69b	12,31a	0,71a
	PC	9,25a	11,31a	0,83a
	10-20 cm			
	CER	7,6b	56,9a	1,31a
	PD	10,18ab	42,08b	0,73b
	PC	10,99a	42,07b	0,73b

Tabela 1. Teores de carbono não lábil (CNL) (g kg^{-1}), relação carbono lábil e carbono orgânico total (CL/COT) (%) e labilidade (L) nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm após 32, 15 e 12 anos de plantio direto e convencional e sob vegetação de cerrado nativo em Latossolo Vermelho argiloso.

¹Manejo cerrado nativo (CER), plantio direto (PD) e plantio Convencional (PC)

Em cada sítio, dentro de cada profundidade, médias seguidas por letras minúsculas iguais nas colunas não são significativas pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

Quando se compara os teores CNL (Tabela 1) nos sistemas de cultivo, em relação ao CER, observa-se que o último apresentou maior teor de CNL na profundidade de 0-5 cm tanto no S32 quanto no S15. Os maiores teores de CNL encontrados no solo sob CER se devem a qualidade dos resíduos adicionados que apresentam maiores proporções de carbono mais resistentes do ponto de vista químico e ainda que em áreas de mata os processos de formação de húmus ocorram de modo mais intenso, a ponto do CNL ser sintetizado a maiores taxas em relação às formas de maior oxidação (RANGEL et al., 2008). Ainda na profundidade de 0-5 cm há uma diferenciação entre PC e PD após 32 anos, com quantidades de CNL maiores em PD. Guareschi et al. (2013) considera o aumento do CNL de grande importância para a estabilidade do SPD, pois o C da fração não lábil apresenta uma ciclagem mais lenta em relação ao C lábil e atua como reservatório de nutrientes e também na estabilização químicas do microagregados.

Na profundidade de 10-20 cm, o teor de CNL em S12 há uma inversão, onde o teor de CNL em PC é maior que no CER. Isso pode ser reflexo da distribuição do CNL no perfil do solo do CER, com teores maiores na superfície ($17,17 \text{ g kg}^{-1}$) e menores na subsuperfície ($7,6 \text{ g kg}^{-1}$). E também como resultado da incorporação de resíduos de culturas no solo pela ação da aração e gradagem (CORBEELS et al., 2016).

Os valores da relação de CL/COT (Tabela 1) revelam que, após longos anos de plantio direto, a relação entre as quantidades CL em relação ao COT é restabelecida nas camadas superficiais. Em S32, nas profundidades 0-5 cm e 5-10 cm, os valores de CER e PD são semelhantes. A relação CL/COT também diferencia PD e PC, indicando a importância do não revolvimento na redução das taxas de oxidação da

MOS.

A labilidade (L) (Tabela 1) estabelece a relação CL/CNL, assim valores maiores que 1 indicam maior quantidade de C na fração lábil. Em S32, de 0-5 cm, a L em PC é menor que CER, porém semelhante ao PD. Já de 5-10 cm, não há diferença estatística entre PD e CER, contudo PD>PC.

Não houve diferença estatística entre os sistemas em nenhuma profundidade do S15. E apenas de 10-20 cm houve diferença no S12, onde a L do CER é maior que PD e PC.

Verifica-se que em todas as profundidades o índice de compartimento de carbono (ICC) foi maior em PD em relação ao PC, no sítio S32 (Figura 3A). O índice de compartimento de carbono (ICC) representa uma medida sensível das mudanças na dinâmica do carbono do solo entre um sistema manejado e um sistema referência sob condições estáveis.

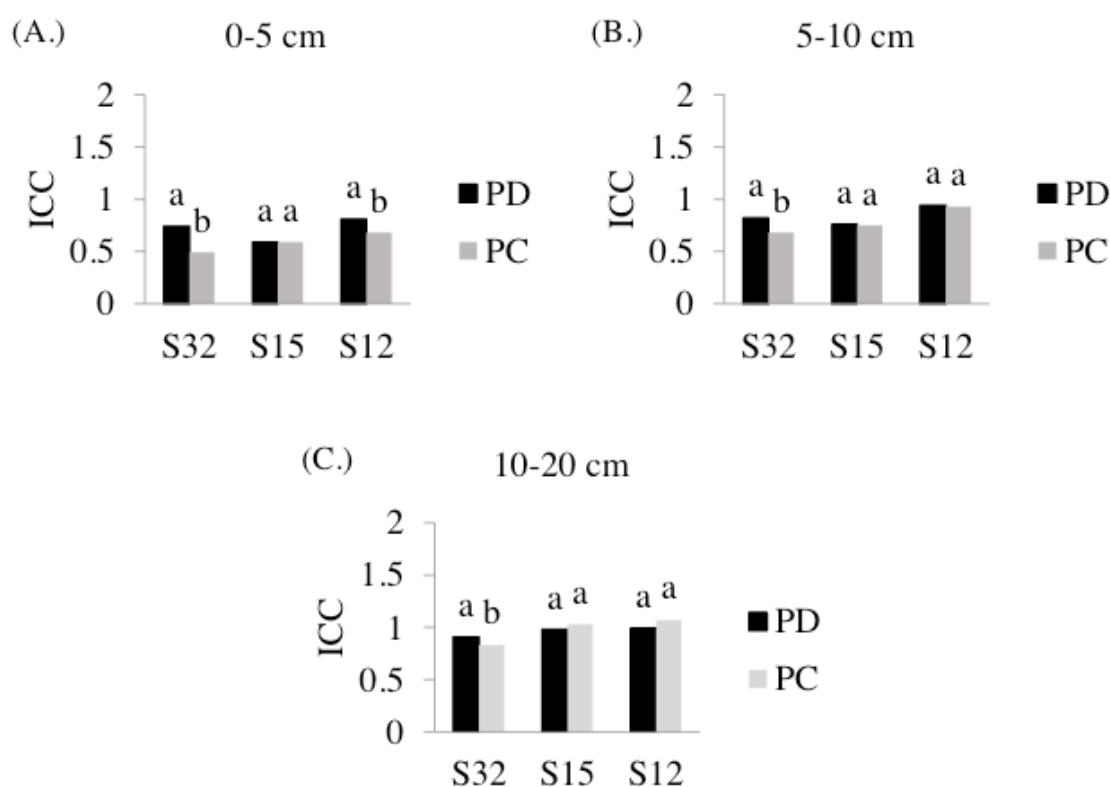


Figura 3. Índice de compartimento de carbono (ICC) em um Latossolo Vermelho argiloso sob plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) nas profundidades de 0-5 cm (A.), 5-10 cm (B.) e 10-20 cm (C.) após 32 (S32), 15 (S15) e 12 (S12) anos. Na mesma profundidade e dentro do mesmo sítio, médias seguidas por letras minúsculas iguais não significativas pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

Os valores superiores de ICC em PD, em relação ao PC, indicam que o sistema de plantio direto, após 32 anos, está contribuindo para um aumento dos teores de COT (Figura 3A). Porém, os valores de ICC, seja em PD ou PC, são todos menores que 1. Demonstrando que mesmo após um longo período, o acúmulo de COT não foi suficiente para restabelecer os valores da vegetação nativa. Portanto, é necessária a

adoção de um manejo voltado para o maior aporte de resíduos orgânicos no sistema como, por exemplo, cultivos em “safrinha”.

No sítio mais novo, S12 (Figura 3A), também há diferença estatística entre teores de ICC de 0-5 cm, onde PD>PC. Isto pode ser muito mais reflexo do não revolvimento do solo em PD, dificultando a redução de COT, do que do efeito do “acúmulo de matéria orgânica ao longo dos anos” como em S32.

Enquanto o índice de compartimento de carbono (ICC) indica alterações nas quantidades COT, o índice de labilidade (IL) indica uma maior ou menor redução, em relação à vegetação nativa, da biodisponibilidade do C (qualidade).

Os valores do IL de um Latossolo Vermelho argiloso manejado após 32, 15 e 12 anos, em diferentes profundidades, estão representados na Figura 4.

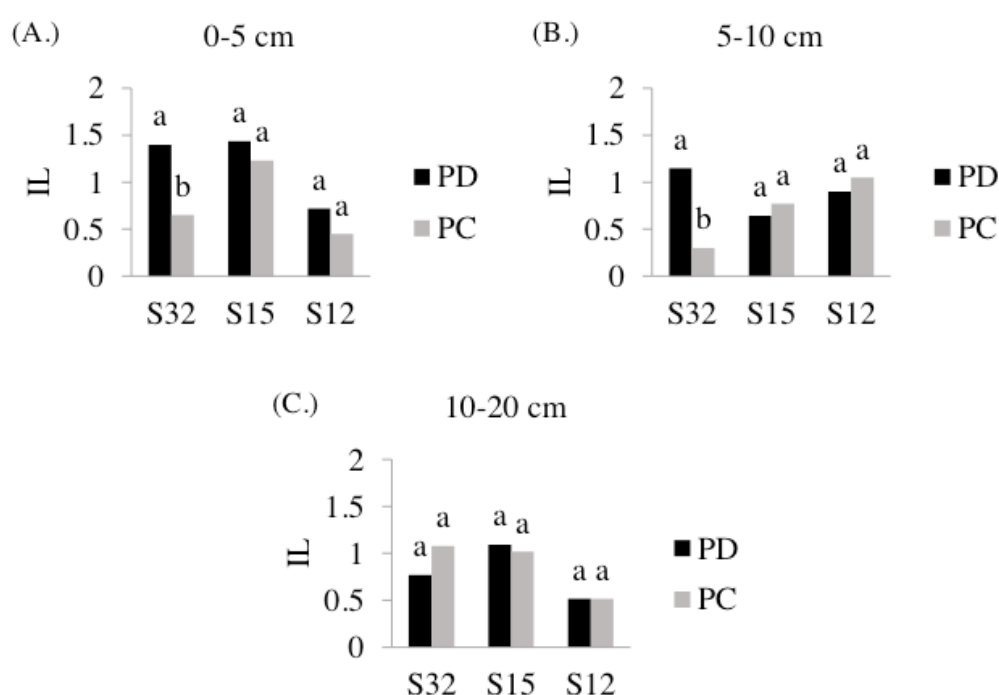


Figura 4. Índice de labilidade (IL) em um Latossolo Vermelho argiloso sob plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) nas profundidades de 0-5 cm (A), 5-10 cm (B) e 10-20 cm (C) após 32 (S32), 15 (S15) e 12 (S12) anos. Na mesma profundidade e dentro do mesmo sítio, médias seguidas por letras minúsculas iguais não significativas pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

Após 32 anos (S32), o PD apresentou maior índice de labilidade (IL) quando comparado ao PC nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm (Figuras 4A e 4B). Este padrão demonstra que o PD está proporcionando um ambiente menos oxidativo, com maior proteção física da MOS, favorecendo uma maior proporção do C lábil em comparação ao C total, aumentando o IL (GUARESCHI et al., 2013).

Na camada mais profunda, a lógica se inverte, onde PC é maior que PD. Isso pode ser consequência do revolvimento do solo. Os outros sítios não apresentaram diferenças nesse índice.

Os efeitos dos sistemas de preparo à quantidade e a qualidade da MOS podem

ser expressos pelo IMC, composto pelo ICC e o IL. Os valores de IMC nos três sítios de experimentação estão apresentados na Figura 5.

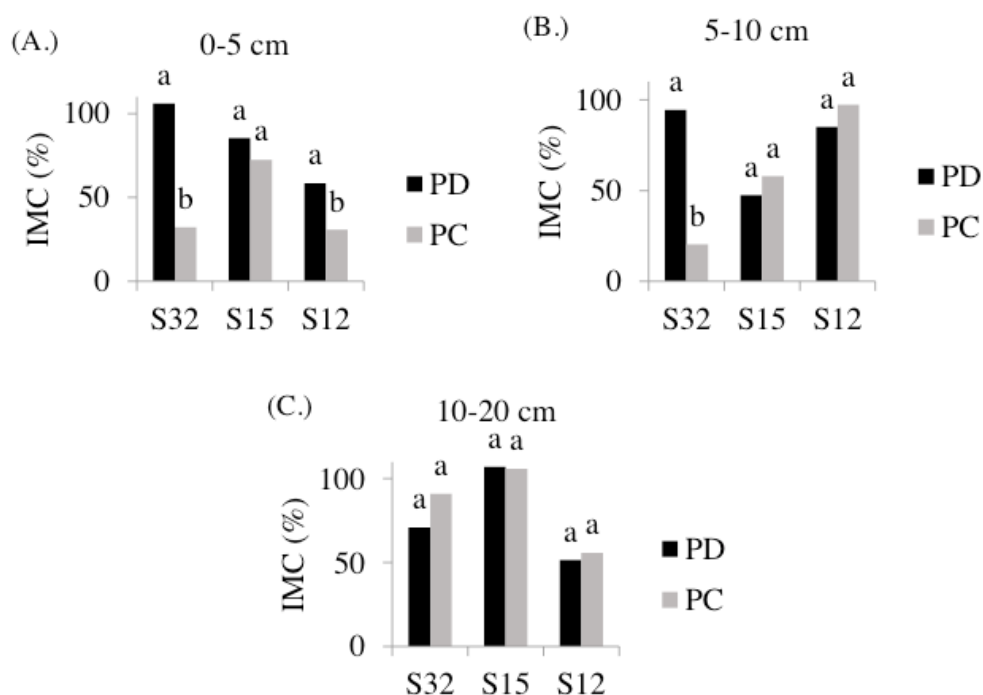


Figura 5. Índice de manejo de carbono (IMC) em um Latossolo Vermelho argiloso sob plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) nas profundidades de 0-5 cm (A), 5-10 cm (B) e 10-20 cm (C) após 32 (S32), 15 (S15) e 12 (S12) anos. Na mesma profundidade e dentro do mesmo sítio, médias seguidas por letras minúsculas iguais não significativas pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

No sítio S32, os valores de IMC foram estatisticamente significativos nas camadas mais superficiais. Na profundidade de 0-5 cm, o valor de IMC do PD é 69% superior ao do PC. De 5-10 cm, a diferença é ainda maior, 78%. No S12, o IMC do PD também é superior ao PC (0-5 cm), mas representado por uma diferença de 47%. O aumento dos valores de IMC mostra que o não revolvimento do solo e o aporte de resíduos vegetais nas camadas superficiais contribuíram para aumentar a capacidade de preservação e recuperação dos teores e da qualidade das frações orgânicas em relação ao plantio convencional.

Valores de IMC inferiores ao da referência (IMC=100) indicam que o sistema de manejo está promovendo um impacto negativo a MOS. Por outro lado, valores superiores indicam a capacidade do sistema de manejo melhorar a quantidade e a qualidade da MOS e consequentemente a qualidade do solo (BLAIR et al., 1995).

4 | CONCLUSÕES

Após 32 anos, observa-se um acúmulo de COT na superfície do solo no sistema de PD. O PC apresentou o maior percentual de redução de COT em relação ao CER. O CL reduziu em 65 %, de 0-5 cm, em PC em relação ao CER. Com 12 anos,

a redução de CL na superfície do solo foi de 52% no PC em relação ao CER. O ICC indica que após 32 anos o PD, em relação ao PC, está contribuindo para o aumento de COT. Porém, o mesmo índice (ICC) indica que mesmo após longos anos de cultivo, o acúmulo de COT não foi suficiente para restabelecer os valores de COT da vegetação nativa. O IL maior em PD, em relação ao PC, indica que o SPD está proporcionando um ambiente menos oxidativo, com maior proteção física da MOS. O aumento dos valores de IMC mostra que o não revolvimento do solo e o aporte de resíduos vegetais nas camadas superficiais contribuíram para aumentar a capacidade de preservação e recuperação dos teores e da qualidade das frações orgânicas no SPD em relação ao plantio convencional.

REFERÊNCIAS

- AZIZ, I.; MAHMOOD, T.; ISLAM, K. R. Effect of long term no-till and conventional tillage practices on soil quality. **Soil & Tillage Research**, v. 131, p. 28-35, 2013.
- BARRETO, P.A.B.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; GAMARODRIGUES, A.C.; FONTES, A.G.; POLIDORO, J.C.; MOCO, M.K.S.; MACHADO, R.C.R.; BALIGAR, V.C. Distribution of oxidizable organic C fractions in soils under cacao agroforestry systems in Southern Bahia, Brazil. **Agroforestry Systems**, v.81, p.213-220, 2011.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A; CAMARGO, F A O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: **Genesis**, 1999. p. 9-26.
- BLAIR, G.J.; LEFROY, R.D.B.; LISLE, L., Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. **Australian Journal of Agricultural Research** 46: 1459-1466, 1995.
- CAMPOS, L.P., LEITE, L.F.C., MACIEL, G.A., BRASIL, E.L., IWATA, B.D.F. Stocks and fractions of organic carbon in an Oxisol under different management systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 3, p. 304-312, 2013.
- CARVALHO, J.L.N.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J.; PICOLLO, M.C.; GODINHO, V.P.; CERRI, C.C. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. **Soil Tillage Research**, 103:342-349, 2009.
- CHAN, K.Y.; BOWMAN, A.; OATES, A. Oxidizable organic carbon fractions and soil quality changes in an oxic paleustalf under different pasture ley. **Soil Science** 166: 61-67, 2001.
- CONCEIÇÃO, P. C, BAYER, C., DIECKOW, J., SANTOS, D. C. Fracionamento físico da matéria orgânica e índice de manejo de carbono de um Argissolo submetido a sistemas conservacionistas de manejo. **Ciência Rural** v.44:794-800, 2014.
- CORBEELS, M., MARCHÃO, R.L., SIQUEIRA NETO, M., FERREIRA, E.G., Madari, B.E., SCOPEL, E., BRITO, O.R.,. Evidence of limited carbon sequestration in soils under no-tillage systems in the Cerrado of Brazil. **Nature Communications** Rep. 6:21450, 2016.
- CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 16:56–63, 2012.

DIEKOW, J.; MIELNICZUK, J.; KNICKER, H.; BAYER, C.; DICK, D.P. KNABNER, I.K. Carbon and nitrogen stocks in physical fractions of a subtropical Acrisol as influenced by long-term no-till cropping systems and N fertilization. **Plant and Soil**, v. 268, n.1. p. 319-328, 2005.

EMBRAPA. Embrapa mapeia degradação das pastagens do Cerrado. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2361250/embrapa-mapeia-degradacao-das-pastagens-docerrado>>, 2014.

FERREIRA, E.A.B. Dinâmica de longo prazo do carbono do solo em sistemas de manejo no Cerrado. **Tese**. Universidade de Brasília: Instituto de Ciências Biológicas. 235p. 2013.

FIGUEIREDO, C.C.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C.; FERREIRA, E.A.B.; RAMOS, M.L.G. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em resposta a diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:551-562, 2007.

GUARESCHI, R.F.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. Oxidizable carbono fractions in Red Latosol under different management systems. **Revista de Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n.2, p. 242-250, 2013.

HECKLER, J. C.; SALTON, J. C. Palha: Fundamento do sistema plantio direto. In: HECKLER, J. C.; SALTON, J. C. (Org). **7º Coleção sistema plantio direto**. Dourados: Embrapa-CPAO, 2002. p. 1- 25. (7 Coleção plantio direto).

JANTALIA, C.P.; RESCK, D.V.S.; ALVES, B.R.J.; ZOTARELLI, L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Tillage effect on C stocks of a clayey Oxisol under a soybean-based crop rotation in the Brazilian Cerrado region. **Soil Tillage Research**, 95:97-109, 2007.

LOSS, A.; MORAES, A.G.L.; PEREIRA, M.G.; SILVA, E.M.R. & ANJOS, L.H.C. Carbono, matéria orgânica leve e frações oxidáveis do carbono orgânico sob diferentes sistemas de produção orgânica. **Comunicata Scientiae**, 1:57-64, 2010.

MARCHÃO, R.L., BECQUER, T., BRUNET, D., BALBINO, L.C., VILELA, L., BROSSARD, M. Carbon and nitrogen stocks in a Brazilian clayey Oxisol: 13-year effects of integrated crop-livestock management systems. **Soil Tillage Research**. 103, 442–450, 2009.

MARTINS, C.M., COSTA, L.M., SCHAEFER, C.E.G.R., SOARES, E.M.B., SANTOS, S. R. Frações da matéria orgânica em solos sob formações decíduais no norte de Minas Gerais. **Revista Caatinga**, Mossoró , v. 28, n. 4, p. 10-20, Dec. 2015.

NARDOTO, G. B.; BUSTAMANTE, M. M. C.; PINTO, A. S.; KLINK, C. A. Nutrient use efficiency at ecosystem and species level in savanna areas of Central Brazil and impacts of fire. **Journal of Tropical Ecology**, v. 22, n. 2, 2006, p. 191-201.

OLIVEIRA, D. M. da S., PAUSTIAN, K., COTRUFO, M. F., FIALLOS, A. R., CERQUEIRA, A. G., CERRI, C. E. P., Assessing labile organic carbon in soils undergoing land use change in Brazil: A comparison of approaches, **Ecological Indicators**, Volume 72, 411-419, 2017.

RANGEL, O.J.P., SILVA, C.A., GUIMARÃES, P.T.G., GUILHERME, L.R.G. Frações oxidáveis do carbono orgânico de Latossolo cultivado com cafeeiro em diferentes espaçamentos de plantio. **Ciência e Agrotecnologia** 32: 429-437, 2008.

ROSCOE, R., BUURMAN, P. Tillage effects on soil organic matter in density fractions of a **Cerrado Oxisol**. **Soil Tillage Research**. 70, 107–119, 2003.

ROSSET, J.S.; LANA, M.C.; PEREIRA, M.G.; SCHIAVO, J.A.; RAMPIM, L.; SARTO, M.V.M. Frações químicas e oxidáveis da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo, em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária. Brasileira**, Brasília , v. 51, n. 9, p. 1529-1538, 2016.

ROSSETTI, K.V.; CENTURION, J. F. Estoque de carbono e atributos físicos de um Latossolo em cronosequência sob diferentes manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 3, p. 252-258, 2015.

SÁ, J. C.M.; CERRI, C.C; LAL, R; DICK, W.A; PICCOLO, M.C; FEIGL, B.E. Soil organic carbon and fertility interactions affected by a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. **Soil Tillage Research**, v.104, p.56-64, 2009.

SANTOS, J. B. Carbono e nitrogênio em classes de solos com diferentes texturas e tempo de adoção do sistema plantio direto - espacialização e contribuição do sistema. **Tese de doutorado** em produção vegetal. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 145p., 2010.

SEGNINI, A. Estrutura e estabilidade da matéria orgânica em áreas com potencial de seqüestro de carbono no solo. 2007. 131f. **Tese** (Doutorado) - Universidade de São Paulo – Instituto de Química de São Carlos, São Paulo.

USSIRI, D.A.N.; LAL, R. Long-term tillage effects on soil carbon storage and carbon dioxide emissions in continuous corn cropping system from an Alfisol in Ohio. **Soil and Tillage Research**, v.104, p.39-47, 2009.

COMPATIBILIDADE DO FERTILIZANTE NUCLEOS O-PHOS COM *Trichoderma asperellum*

Daniela Tiago da Silva Campos

Professora Dra da Universidade Federal de Mato Grosso

Mayco Mascarello Richardi

Técnico em Agropecuária da Universidade Federal de Mato Grosso

Matheus de Medeiros Bagli

Aluno de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso

Marcelo Augusto Cruz Filho

Engenheiro Agrônomo

Ligia Bronholi Pedrini

Engenheira Agrônoma

Renato de Almeida Jr

Empresa Country Manager – Brasil

diferentes combinações e a enumeração dos fungos realizada nos tempos de 30, 60, 120, 180, 240 e 300 minutos após a mistura. O número de unidades formadoras de colônias (UFC) ficou entre 10^7 e 10^8 , não ocorreu uma diferença significativa. Conclui-se que não há interferência do fertilizante líquido nos tempos avaliados e o produtor rural pode utilizar a mistura.

PALAVRAS-CHAVE: fungo, mistura.

COMPATIBILITY OF NUCLEOS O-PHOS

FERTILIZER WITH *Trichoderma asperellum*

ABSTRACT: *Trichoderma* fungi have been used in the field for various purposes, including biological control of nematodes. The cost-saving rural producer mixes organic products in the same syrup as other inputs, such as liquid fertilizers. Due to the need to obtain information about the effect of mixing microorganisms and liquid fertilizer, this work aimed to evaluate the effects of mixing NUCLEOS O-PHOS, a liquid fertilizer on the population of *Trichoderma asperellum*. In the laboratory the mixtures were performed in different combinations and the enumeration of the fungi was performed at 30, 60, 120, 180, 240 and 300 minutes after mixing. The number of colony forming units (CFU) was between 10^7 and 10^8 , no significant difference

RESUMO: Os fungos do gênero *Trichoderma* vêm sendo utilizados no campo com diversas finalidades, entre elas para o controle biológico de nematóides. O produtor rural que visa a redução de custos faz a mistura dos produtos biológicos na mesma calda de aplicação de outros insumos, como fertilizantes líquidos. Em função da necessidade de obter informações à cerca do efeito da mistura de micro-organismos e fertilizante líquido, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da mistura de NUCLEOS O-PHOS, um fertilizante líquido na população de *Trichoderma asperellum*. No laboratório foram realizadas as misturas em

occurred. It is concluded that there is no interference of the liquid fertilizer in the evaluated times and the rural producer can use the mixture.

KEYWORDS: fungus, mixtures

1 | INTRODUÇÃO

A utilização de micro-organismos e produtos químicos na agricultura é cada vez mais frequente, dada à necessidade dos produtores rurais reduzirem os custos e obterem melhores resultados, quantitativa e qualitativamente, na agricultura, não deixando de lado os cuidados com o meio ambiente (Rêgo et al., 2014).

Porém, a aplicação de micro-organismos nas sementes ou no sulco de plantio, em função da redução dos custos deve ser compatível com o uso de fungicidas, fertilizantes líquidos e inoculantes. Os fungicidas podem diminuir drasticamente a viabilidade dos micro-organismos nas sementes, como exemplo as bactérias fixadoras de N, onde para garantir uma boa nodulação é importante usar produtos com baixa toxicidade ao *Bradyrhizobium japonicum* (Hungria et al., 2001).

A preocupação com o meio ambiente, o aumento da demanda por alimentos mais saudáveis e as dificuldades encontradas no controle químico de algumas doenças de culturas comercialmente importantes têm feito com que os produtores busquem novas tecnologias ecologicamente mais apropriadas e sustentáveis (Lucon et al., 2014).

A utilização de algumas linhagens do fungo *Trichoderma* sp vêm ganhando destaque no controle biológico de nematóides e como promotores de crescimento devido a sua versatilidade de ação, como no parasitismo, antibiose e competição, além de atuarem como indutores de resistência das plantas contra doenças. Essas características tornam o *Trichoderma* um dos fungos mais pesquisados em condições de laboratório, casa de vegetação e no campo (Louzada et al., 2009; Hoyos-Carvajal et al., 2009).

Em função da demanda de mercado em realizar as misturas dos micro-organismos e outros consumíveis o objetivo deste trabalho foi avaliar a compatibilidade e sobrevivência do fungo *Trichoderma asperellum* com o fertilizante líquido NUCLEOS O-PHOS em mistura, após 30, 60, 120, 180, 240, 300 minutos da mistura.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento e descrição dos tratamentos

As atividades foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Solo da FAAZ, Campus de Cuiabá, MT. Para facilitar as atividades laboratoriais dividiu-se o experimento em três etapas que foram realizadas separadamente em função dos

diferentes tempos da pré mistura e do volume de material a ser preparado.

O fungo utilizado foi o *Trichoderma asperellum*, um produto comercial, concentração de $1,5 \times 10^{10}$ UFC/g, recomendação do fabricante e utilizada no trabalho: 100 g ha^{-1} . O produto NUCLEOS O-PHOS foi utilizado na dose recomendada pelo fabricante, que é uma dose de aplicação no campo. A descrição dos tratamentos está no Quadro 1.

Etapas	Tratamentos	Doses	Tempos
1	Inoculante	Recomendação do fabricante (900 mL/ha)	30, 60, 120, 180, 240, 300 min. após a mistura.
	Inoculante+ NUCLEOS O-PHOS	10 L/ha	
2	<i>T. asperellum</i>	Recomendação do fabricante	30, 60, 120, 180, 240, 300 min. após a mistura.
	<i>T. asperellum</i> + NUCLEOS O-PHOS	10 L/ha	
3	Inoculante + <i>T. asperellum</i>	Recomendação do fabricante	30, 60, 120, 180, 240, 300 min. após a mistura.
	Inoculante + <i>T. asperellum</i> + NUCLEOS O-PHOS	10 L/ha	

Quadro 1. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.

2.2 Descrição das atividades laboratoriais

Para a enumeração do *T. asperellum* utilizou-se o meio de cultura BDA (Batata Dextrose Ágar) acrescido de vancomicina (Wollum, 1982). Com os meios de cultura prontos, iniciou-se a confecção das misturas primeiramente da etapa 1, sucessivamente das etapas 2 e 3. Os experimentos foram realizados em tempos diferentes, mas respeitando os tempos de mistura.

As misturas foram realizadas tentando seguir a mesma rotina que aconteceria na propriedade rural, por isto utilizou-se a água de torneira e os produtos biológicos e químicos nas proporções recomendadas pelos fabricantes dos produtos e nas quantidades que são utilizadas pelos produtores rurais.

Após a mistura e decorridos os tempos descritos anteriormente, procedeu-se à diluição seriada em solução salina (0,9 %) e distribuição de $200 \mu\text{L}$ do inóculo em meio de cultura com o auxílio de Alça de Drigalsky. As placas foram incubadas à temperatura de 28°C por dois dias. Os dados foram submetidos à análise estatística ao nível de 5 % de probabilidade utilizando-se o programa Assistat, versão 7.6, beta 2011 (Silva e Azevedo, 2002).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 30 min. após a mistura, o número de UFC do *T. asperellum* não reduziu em função do inoculante líquido. Apenas aos 60 min. é que a mistura proporcionou uma maior quantidade do fungo. Nos demais tempos, mesmo sem uma diferença estatística é possível verificar uma queda acentuada no número de UFC na mistura

com o fertilizante.

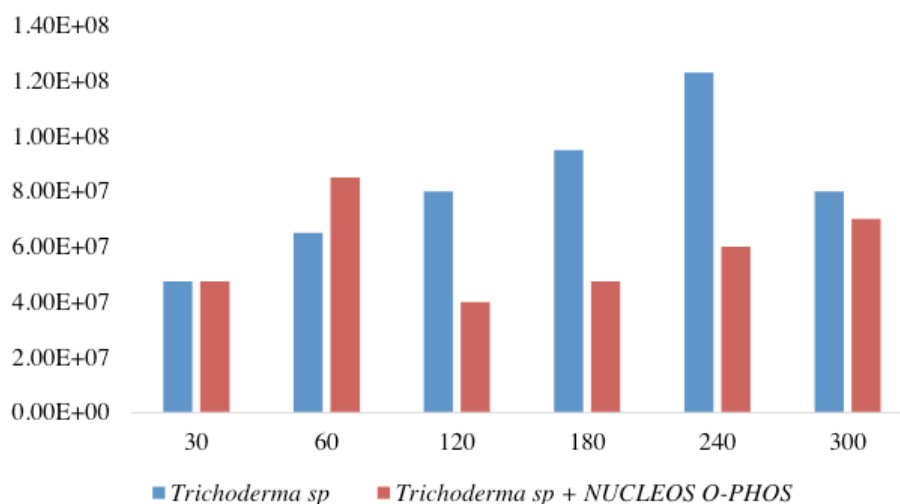


Figura 1. Número de unidades formadoras de colônias de *Trichoderma asperellum*, após a mistura com o fertilizante NUCLEO O-PHOS, nos tempos de 30, 60, 120, 180, 240 e 300 min.

4 | CONCLUSÕES

A mistura do fungo *Trichoderma asperellum* com o fertilizante líquido pode ser realizada.

REFERÊNCIAS

- FREITAS, S.S. Rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (RPCPS). In: Hungria, M.; Araújo, R.S. (Eds). Manual de Métodos Empregados em Estudos de Microbiologia Agrícola. 1. ed. Brasília: Embrapa - SPI, 1994. cap. 18, p. 369-376.
- HOYOS-CARVAJAL, L.; ORDUZ, S.; BISSETT, J. Growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by *Trichoderma*. Biological Control, 51: 409–416. 2009.
- LOUZADA, G.A.S; CARVALHO, D. D. C; MELLO, S.C.M., LOBO JÚNIOR, M.; MARTINS, I., BRAÚNA L.M. Potencial antagônico de *Trichoderma* spp. originários de diferentes ecossistemas contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium solani*. Biota Neotropica, 9, 3: p.145–149. 2009.
- LUCON, C.M.M. *Trichoderma*: o que é, para que serve e como usar corretamente na lavoura. São Paulo, 2014. 28p. :il
- RÊGO, M. C. F.; ILKIU-BORGES, F.; FILIPPI, M. C. C.; GONÇALVES, L. A.; SILVA, G. B. Morphoanatomical and biochemical changes in the roots of rice plants induced by plant growth-promoting microorganisms. Journal of Botany, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/818797>, 2014.
- SILVA, F.A.S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, 4, 71-78, 2002.
- WOLLUM, A.G. Cultural methods for soil microorganisms. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H.; KEENEY, D.R. (Ed.). Methods of soil analysis. Madison : Soil Science Society of America, p.781- 802, 1982.

CONTAMINAÇÃO MICROBIANA E PARASITÁRIA NO CULTIVO DE HORTALIÇAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Juciene de Jesus Barreto da Silva

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências Agrárias Ambientais e
Biológicas, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

Ana Lúcia Moreno Amor

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências da Saúde, Santo Antônio de
Jesus, Bahia, Brasil.

Isabella de Matos Mendes da Silva

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências da Saúde, Santo Antônio de
Jesus, Bahia, Brasil.

RESUMO: Apresentar uma revisão integrativa a fim de refletir acerca da contaminação microbiana e parasitária de hortaliças durante o cultivo e dos riscos alimentares que os comensais estão expostos em decorrência dessa contaminação. O estudo foi realizado por meio de uma revisão bibliográfica sobre a contaminação microbiana e parasitária de hortaliças no Brasil. Para tanto, foram realizadas buscas nas bases de dados *Medline*, *Lilacs*, *Scielo*, no período entre 2008 a 2018. As palavras-chave utilizadas foram “vegetais”, “contaminação”, “qualidade sanitária”. Utilizou-se também buscas na legislação em vigor relacionada à contaminação de hortaliças. A contaminação microbiológica e parasitológica pode ocorrer durante a produção, por meio do

contato com o solo ou da água de irrigação contaminados por dejetos fecais, ou durante a manipulação, por meio de práticas inadequadas de higiene. Salienta-se que o tipo de produção, as características de cada hortaliça, bem como a sua localização em relação ao solo interferem no grau de contaminação. A produção de alimentos deve ser baseada em práticas que garantam que os produtos sejam seguros para os consumidores. Cuidados com a qualidade da água e dos adubos orgânicos, higiene pessoal dos horticultores, e aplicação de Boas Práticas Agrícolas (BPA) em todas as etapas da cadeia produtiva das hortaliças, além da sanitização adequada pelos consumidores e manipuladores de alimentos, são fatores fundamentais para a garantia da produção segura das hortaliças.

PALAVRAS CHAVE: Vegetais, contaminação, qualidade sanitária.

MICROBIAL AND PARASITIC

CONTAMINATION IN THE CULTIVATION OF VEGETABLES: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: To present an integrative review in order to reflect on the microbial and parasitic contamination of vegetables during the cultivation and the food risks that the diners are exposed as a result of this contamination. The study was carried out through a bibliographic

review on the microbial and parasitic contamination of vegetables in Brazil. For that, we searched the databases Medline, Lilacs, Scielo, between 2009 and 2019. The keywords used were “vegetables”, “contamination”, “sanitary quality”. Searches were also made in the legislation in force related to the contamination of vegetables. Microbiological and parasitological contamination can occur during production, through contact with soil or irrigation water contaminated by fecal waste, or during handling, through inappropriate hygiene practices. It should be noted that the type of production, the characteristics of each vegetable, as well as its location in relation to the soil, interfere with the degree of contamination. Food production should be based on practices that ensure that products are safe for consumers. Care of the quality of water and organic fertilizers, personal hygiene of gardeners, and the application of Good Agricultural Practices (BPA) at all stages of the vegetable production chain, as well as proper sanitation by consumers and food handlers, are key factors for ensuring the safe production of vegetables.

KEYWORDS: Vegetation, contamination, sanitary quality.

1 | INTRODUÇÃO

A produção e o consumo de hortaliças representam valores significativos para a economia brasileira e para a saúde da população. As hortaliças se individualizam por serem as principais fontes de vitaminas, sais minerais e fibras alimentares, sendo, portanto, um grupo de alimentos essencial para uma dieta equilibrada (BERALDO, 2010; BRASIL, 2014).

De outra forma, as hortaliças também oferecem riscos à saúde dos comensais devido ao risco de contaminação por bactérias e enteroparasitos, especialmente quando inadequadamente higienizadas são consumidas cruas (ESTEVES; FIGUEIROA, 2009; DUFLOTH et al., 2013; VIEIRA et al., 2013).

A contaminação das hortaliças pode ocorrer de diversas formas desde o cultivo até chegar à mesa do consumidor principalmente, por meio da água contaminada por material fecal de origem humana ou animal utilizada na irrigação, por contaminação do solo por uso de adubo orgânico com dejetos fecais ou ainda por contato com o homem e animais domésticos (GREGÓRIO et al., 2012; VIEIRA et al., 2013).

As doenças microbianas e parasitárias representam um problema mundial de grande importância para a saúde pública, pela sua elevada prevalência e diversidade de manifestações clínicas. Sua incidência está relacionada principalmente às más condições de higiene, a precariedade ou a falta de serviço de saneamento básico, no qual esgotos domésticos são lançados diretamente no solo ou nos rios sem o tratamento adequado (PINHEIRO, 2011; VIEIRA; BENETTON, 2013).

No Brasil, o perfil epidemiológico das Doenças Transmitidas por alimentos ainda é pouco conhecido. Somente alguns Estados e/ou municípios dispõem de dados sobre os agentes etiológicos mais comuns, alimentos mais frequentemente implicados, população de maior risco e fatores contribuintes. Os surtos notificados

geralmente se restringem àqueles que envolvem um maior número de pessoas ou quando a duração dos sintomas é mais prolongada. Vários surtos de gastroenterites têm sido associados ao consumo de vegetais frescos contaminados. Isso porque sob condições favoráveis, bactérias, protozoários e vírus podem sobreviver por extensos períodos em produtos frescos (BRASIL, 2010).

As pesquisas existentes para avaliar a qualidade sanitária das hortaliças geralmente se concentram nos locais de distribuição e comercialização, sendo escassas as que se referem ao ambiente de cultivo e produtores. Salienta-se, que o monitoramento da contaminação microbiológica e parasitária das hortaliças no ambiente de produção permite a adoção de um sistema preventivo e dinâmico para a qualidade das hortaliças consumidas pela população.

Assim sendo, este trabalho tem por finalidade apresentar uma revisão integrativa a fim de refletir acerca da contaminação microbiana e parasitária de hortaliças durante o cultivo e dos riscos alimentares que os comensais estão expostos em decorrência dessa contaminação.

2 | MÉTODO

O estudo foi realizado por meio de uma revisão bibliográfica sobre a contaminação microbiana e parasitária de hortaliças no Brasil. Para tanto, foram realizadas buscas nas bases de dados Medline, Lilacs, Scielo, no período entre 2009 a 2019. As palavras-chave utilizadas foram “vegetais”, “contaminação”, “qualidade sanitária” e suas correspondentes em inglês, “vegetation”, “contamination” e “sanitary quality”. Utilizou-se também buscas na legislação em vigor. Foram selecionados artigos completos publicados em revistas, sendo critérios de exclusão: artigos publicados antes de 2009 e os que não se referiram à contaminação microbiana e parasitária especificamente. Em relação às legislações, foram utilizadas todas em vigor que se relacionam com a qualidade de vegetais e produção de alimentos.

3 | ASPECTOS RELACIONADOS À PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS NO BRASIL

O cultivo de hortaliças no Brasil é caracterizado como uma atividade realizada prioritariamente em micro e pequenas propriedades, localizadas em sua grande maioria nas proximidades dos grandes centros urbanos. Com área cultivada de aproximadamente 837 mil hectares e volume de produção em torno de 63 milhões de toneladas, a produção de hortaliças contempla mais de uma centena de espécies cultivadas em todas as regiões do país (BRASIL, 2017).

Contudo, a horticultura brasileira vem apresentando certa estabilidade na produção, ocorrendo algumas variações em decorrência da interferência de problemas climáticos, a exemplo da seca. Em 2015 a área cultivada com hortaliças

foi 1,2% menor que a cultivada em 2014 (EMBRAPA, 2016). A produção de tomate para consumo in natura no Brasil destaca-se na Região Sudeste (55%), Região Sul (23%) e Nordeste (22,0%). Para 2016 a previsão da safra brasileira foi de 3.311.956 toneladas para uma área de 52.503 hectares.

A alface se destaca por ser a folhosa mais consumida no Brasil e a 3ª hortaliça em maior volume de produção, perdendo apenas para a melancia e o tomate, movimentando anualmente, em média, um montante de R\$ 8 bilhões apenas no varejo, com uma produção de mais de 1,5 milhões de toneladas ao ano (ABCSEM, 2016).

A produção de hortaliças ocorre por meio de distintas tecnologias, em propriedades de diferentes tamanhos, abrangendo desde práticas agrícolas de tecnologias mais simples, empregadas na agricultura familiar urbana e peri urbana, até as mais complexas, com utilização de maquinários e equipamentos de elevado nível tecnológico, utilizadas por horticultores industriais (REETZ et al., 2014).

Os sistemas de cultivo dividem-se em campo aberto e cultivo protegido. O cultivo em campo aberto é o sistema mais amplamente praticado por horticultores brasileiros devido às condições edafoclimáticas que permitem conduzir lavouras durante o ano ao longo do território nacional, conseguindo abastecer a demanda dos mercados consumidores. No cultivo protegido, as plantas ficam protegidas da atmosfera externa, enquanto no cultivo de campo aberto as hortaliças ficam sem área de proteção, expostas às condições climáticas naturais que podem comprometer a produtividade e qualidade do produto (BRANCO; BLAT, 2014).

Tipos de cultivo	Características
Hidropônico	Sistema de cultivo em campo protegido, no qual não há utilização do solo, as hortaliças são cultivadas sobre a água com adição de nutrientes essenciais ao desenvolvimento da planta. A hidroponia requer conhecimentos técnicos para lidar com o manejo da cultura, da solução nutritiva e do ambiente protegido (EPAMING, 2015).
Convencional	Pode ser realizado em campo aberto ou fechado, ocorrendo um preparo intensivo do solo através da utilização de adubos minerais de alta solubilidade e agrotóxicos para o controle de pragas, doenças e ervas (REETZ et al., 2014).
Orgânico	O cultivo orgânico pode ser realizado tanto em campo aberto como em cultivo protegido devendo ser dispensada a utilização de insumos agrícolas industrializados como fertilizantes e defensivos químicos. Neste caso, os fertilizantes são preparados com matérias-primas provenientes de fontes orgânicas, como dejetos animais e resíduos vegetais, gerados preferencialmente na própria propriedade. Esse tipo de cultivo vem experimentando crescimento ano a ano (BRANCO; BLAT, 2014).

Quadro 1: Principais tipos de cultivo de hortaliças.

Todavia, para o cultivo ser considerado orgânico, o produtor precisa obter certificação junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) ou organizar-se em associações para realizar a venda direta sem certificação. Neste

caso, o produtor não pode vender para terceiros, só na feira direto ao consumidor e para as compras do governo à exemplo do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) (BRASIL, 2003).

A agricultura orgânica se destaca como uma pequena fonte de renda para os pequenos produtores devido à crescente procura por alimentos mais saudáveis. Está associada ao baixo nível de sofisticação tecnológica e a mão de obra geralmente concentra-se entre os membros da família, garantindo renda para o pequeno produtor (TRICHES; SCHNEIDER, 2010).

Contudo, existem controvérsias sobre as vantagens oferecidas pelos alimentos orgânicos em relação ao seu valor nutritivo e segurança sanitária, sobretudo devido à escassez de estudos científicos que comprovem esses benefícios e à contaminação ambiental generalizada que impossibilita a garantia de alimentos livres de contaminação por resíduos tóxicos. Estudos mostram que a utilização de fezes de animais como base para obtenção de fertilizantes compromete a qualidade sanitária das hortaliças, oferecendo risco de contaminação por bactéria e parasitos, sendo responsáveis por Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) (TEIXEIRA et al., 2013; COUTINHO et al., 2015).

3.1 Consumo de hortaliças

Hortaliças são principalmente plantas cultivadas em campos ou sob abrigo (cultivo protegido) e que são utilizadas quase exclusivamente como alimento. As hortaliças podem ser classificadas de diversas maneiras. A classificação mais utilizada é em relação às partes comestíveis, a qual as classifica em: raízes, bulbos, frutos, folhas, tubérculos, inflorescência imatura, vagens, sementes imaturas e talos tenros (ABCSEM, 2016).

O consumo de hortaliças de uma forma geral auxilia na prevenção de doenças ligadas aos hábitos alimentares, como obesidade, diabetes, problemas cardiovasculares, hipertensão, osteoporose e câncer, decorrentes de dietas ricas em gordura, sal e açúcar e de hábitos de vida sedentários (BERALDO, 2010; MENEZES et al., 2016). Hortaliças fornecem vitaminas e minerais, possuem antioxidantes e altos teores de fibras, que auxiliam no trato intestinal e aumentam a sensação de saciedade. São hipocalóricas, e também contribuem para a hidratação do corpo (SERAFINI; PELUSO, 2016).

O Ministério da Saúde recomenda uma ingestão mínima de pelo menos 400 gramas, ou seja, três porções de hortaliças na forma de legumes e verduras como parte das refeições e três porções ou mais de frutas nas sobremesas e lanches. (BRASIL, 2014).

A última Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF 2008-2009, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011), que investiga o consumo alimentar da população brasileira, revelou que o consumo *per capita* de hortaliças no

Brasil, no período entre maio de 2008 e maio de 2009, foi em média de 27 kg. Ainda de acordo com a pesquisa, os vegetais mais consumidos pela população nesse período foram tomate, couve e alface, além de preparações prontas como ‘salada crua’ considerada como qualquer vegetal consumido cru ou vinagrete (Tabela 1).

Hortaliças	Prevalência de consumo alimentar (%)					Consumo alimentar médio per capita (g/dia)				
	N	NE	SE	S	CO	N	NE	SE	S	CO
Salada crua*	10,2	10,6	17,8	18,2	27,4	9,6	8,8	16,8	17,0	26,6
Tomate	3,6	4,7	12,2	11,8	16,1	2,6	3,3	7,9	8,5	11
Alface	2,7	2,4	11,8	18,4	11,6	1,1	0,6	3,8	9,2	4,6
Couve	2,5	4,1	8,7	6,6	8,4	1,3	2,2	5,1	3,7	5,9

Tabela 1: Prevalência de consumo alimentar médio *per capita*, por grandes regiões segundo os grupos de alimentos – Brasil – período 2008-2009.

*Qualquer vegetal cru ou vinagrete. Fonte: IBGE, 2011 (adaptado).

N = Norte; NE= Nordeste; SE= Sudeste; S = Sul; CO = Centro Oeste.

No entanto, o consumo de hortaliças apontado pela POF ainda não é o adequado. Os dados da pesquisa VIGITEL 2014 (Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico) do Ministério da Saúde apontou que menos de 25% da população brasileira ingere a quantidade diária (400 gramas) de vegetais recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (BRASIL, 2015).

Contudo, apesar dos benefícios atribuídos ao consumo de hortaliças é necessária uma preocupação com a qualidade e segurança desses alimentos por parte dos consumidores. As práticas higiênicas dos horticultores, as técnicas agrícolas utilizadas, as aplicações de pesticidas devem ser consideradas na escolha desses alimentos (ARBOS et al., 2010).

3.2 Indicadores de contaminação dos alimentos

Alguns grupos de microrganismos são utilizados como indicadores de contaminação alimentar e quando presentes fornecem informações relevantes sobre a qualidade higiênico-sanitária do alimento, assim como a presença de patógenos. Em produtos frescos, como as hortaliças, os microrganismos indicadores podem ser utilizados para medir como o ambiente de produção, o manuseio e o transporte do campo para o mercado podem afetar populações microbianas que contribuem para a sua qualidade (ZOELLNER et al., 2016).

3.2.1 Indicadores microbiológicos de contaminação

A avaliação microbiológica constitui um dos parâmetros de grande relevância que determina a qualidade de um alimento (TEIXEIRA et al., 2013).

As bactérias do grupo coliformes incluem os coliformes totais e termotolerantes. Essas bactérias apresentam-se na forma de bastonetes Gram-negativos, não esporogênicos, aeróbicos ou anaeróbicos facultativos. Os coliformes totais são capazes de fermentar a lactose com produção de gás, quando incubados a 35-37° C, por 48 horas. Fazem parte desse grupo bactérias pertencentes ao gênero *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Os coliformes totais fazem parte de um grupo considerado como bactérias ambientais, uma vez que estão dispersas no meio ambiente. Apenas *Escherichia coli* possui como habitat primário o intestino de animais de sangue quente (SILVA; YAMANAKA; MONTEIRO, 2016).

Os coliformes termotolerantes representam um subgrupo do grupo dos coliformes totais, sendo capazes de continuar fermentando a lactose com produção de gás, quando incubados a 44-45,5° C. O principal representante desse grupo é a bactéria *Escherichia coli*. Sua presença indica contaminação recente de origem fecal, condições higiênicas inadequadas do produto e melhor indicação de eventual presença de enteropatógenos (SILVA; YAMANAKA; MONTEIRO, 2016).

No Brasil, alguns estudos têm sido conduzidos para avaliar a qualidade higiênico-sanitária das hortaliças que são consumidas in natura. Dentre os microrganismos pesquisados o grupo dos coliformes é frequentemente incluído. Esses estudos demonstram a relevância desse problema, ou seja, a elevada prevalência desses microrganismos nas amostras estudadas (TEIXEIRA et al., 2013; COUTINHO et al., 2015).

Teixeira et al. (2013) em trabalho realizado com hortaliças comercializadas na cidade de Juazeiro do Norte – CE, demonstraram que todas as amostras analisadas apresentaram índices de contaminação iguais ou superiores a $2,8 \times 10$ NMP/g.

Coutinho et al. (2015) avaliaram a qualidade microbiológica e parasitológica de alfaces (*Lactuca sativa* L) comercializadas em feiras livres do município de Sobral – CE. Das amostras analisadas 100% apresentaram índices de coliformes termotolerantes acima do permitido pela legislação RDC nº 12/2001 da ANVISA, sendo identificadas dez espécies de bactérias da família Enterobacteriaceae. Os resultados para coliformes totais variaram de $3,1 \times 10^3$ NMP/g a $>1,6 \times 10^6$ NMP/g com média de $9,9 \times 10^4$ NMP/g, para coliformes termotolerantes apresentou valor médio de $8,2 \times 10^4$ NMP/g variando de $3,1 \times 10^3$ NMP/g a $2,2 \times 10^5$ NMP/g.

O microrganismo indicador mais utilizado em amostras de água são as bactérias heterotróficas. As bactérias heterotróficas são microrganismos que dependem de carbono orgânico como fonte de nutrientes. São importantes indicadores de contaminação difusa, pois sua presença fornece de forma geral informações sobre a

presença de bactérias ou endósporos que podem fazer parte da microbiota natural da água ou de outras fontes por estar em contato com a terra, biofilmes, materiais em processo de putrefação, entre outros. São anaeróbicas e estão presentes em todos os tipos de água, alimento, solo, vegetação e ar. Multiplicam-se quando incubadas a 35° C por 48 horas oferecendo risco à saúde quando presentes em altas concentrações (SILVA et al., 2013).

Estudos avaliaram a presença de bactérias heterotróficas em águas utilizadas para consumo humano detectaram populações significativas. Souza et al. (2011) avaliaram a qualidade da água no semi-árido pernambucano. Os resultados indicaram a presença de bactérias heterotróficas em populações que variaram de 2.000 a 12.000 UFC/mL. No estudo realizado por Araújo et al. (2015) para avaliar a qualidade física, química e microbiológica das águas utilizadas para irrigação de hortaliças na Bacia do Córrego Sujo, Teresópolis, RJ as populações de bactérias heterotróficas variaram de 1,7 a $4,7 \times 10^3$ UFC/100mL, indicando a necessidade de tratamento dessa água antes do uso na irrigação.

Outro indicador de importância para a verificação da qualidade higiênico-sanitária dos alimentos são os fungos. Constituem-se microrganismos amplamente distribuídos na natureza e são contaminantes comuns de alimentos. Os principais representantes de interesse em alimentos são os bolores e leveduras. Os bolores são fungos filamentosos, multicelulares que podem estar presentes no solo, no ar, na água e em matéria orgânica em decomposição. As leveduras são fungos não filamentosos, normalmente disseminadas por insetos vetores e por correntes aéreas. A presença desses microrganismos viáveis e em índices elevados nos alimentos pode fornecer várias informações sobre as condições higiênicas dos alimentos. Determinados fungos produzem metabólitos secundários tóxicos denominados de toxinas que podem provocar intoxicações em humanos e animais (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Ferreira, Alvarenga e São José (2015) avaliaram as condições higiênico-sanitárias das barracas de duas feiras livres da Grande Vitória/ES, bem como a qualidade de hortaliças orgânicas comercializadas nestes locais. A população de fungos filamentosos e leveduras nas hortaliças analisadas foram de 5,7 log UFC/g nas amostras alface, 6,0 log UFC/g nas amostras de coentro e 5,7 log UFC/g nas amostras de tomate.

Apesar da legislação brasileira não indicar limites para estes microrganismos em hortaliças, a análise deste grupo de microrganismos é importante, pois a alta contagem está relacionada à maior chance de deterioração do alimento. Além disso, em contagens elevadas pode haver produção de micotoxinas nos alimentos gerando riscos de contaminação alimentar.

3.2.2 Enteroparasitos

Os parasitos intestinais ou enteroparasitos atuam como marcadores socioeconômicos, pois estão geralmente associados às condições sanitárias locais (IBGE, 2010; ROCHA et al., 2011). Os parasitos atingem a população humana principalmente pela ingestão de alimentos e água contaminada com cistos, oocistos ou ovos e/ou através da pele por pequenos ferimentos quando em contato com o solo (NAZARO; SILVA; AMORIM, 2016).

As enteroparasitoses são infecções causadas por helmintos ou protozoários que passam ao menos um ciclo do seu desenvolvimento dentro do sistema gastrointestinal do homem. Representam um dos maiores problemas de saúde pública e afetam principalmente crianças que vivem em condições higiênicas inadequadas (ALMEIDA; SILVA; MEDEIROS, 2014; SHARIF et al., 2015).

Os helmintos constituem um numeroso grupo de animais invertebrados, incluindo espécies de vida livre e parasitária, apresentando formas e estruturas variadas (ROCHA et al., 2011; TORTOTA; FUNKE; CASE, 2012). Os helmintos se dividem em quatro grandes grupos, sendo apenas dois de interesse para a saúde pública, que são os Platyhelminthes, ou vermes achatados como *Taenia solium* e os Nematodas, ou vermes cilíndricos, como *Ascaris lumbricoides* (DUFLOTH et al., 2013).

Os protozoários englobam todos os organismos protistas, eucariotos com uma única célula. Habitam a água e o solo e apresenta as mais variadas formas, processos de locomoção, alimentação e reprodução. Protozoários comensais como *Entamoeba coli* e *Endolimax nana* não constitui agravo à saúde, porém são indicadores de condições higiênico-sanitárias deficientes indicando contaminação por fezes de humanos. A transmissão ocorre preferencialmente, por meio do solo, do consumo de água e vegetais, contaminados com material fecal (GELATTI et al., 2013).

A verificação da presença de helmintos e protozoários em hortaliças é de grande importância para a saúde pública. Assim, estudos têm pesquisado a presença de parasitos em hortaliças a fim de determinar a qualidade desses alimentos (ALVES; CUNHA NETO; ROSSIGNOLI, 2013; FERNANDES et al., 2014; SILVA et al., 2014; MESQUITA et al., 2015).

Alves, Cunha Neto, Rossignoli (2013) analisaram 45 pés de alface coletados aleatoriamente, em três redes de supermercados de grande porte de Cuiabá-MT. Dentre as amostras, 66,7% (30/45) mostraram-se contaminadas, contendo 182 formas parasitárias, das quais 67 eram ovos de *Ascaris* spp. e um ovo de *Enterobius vermicularis*, 33 ovos e larvas de Ancilostomídeos, quatro larvas de *Strongyloides* spp. e 38 larvas de outros nematoides não identificados entre os helmintos. Já entre os protozoários, detectaram-se 23 trofozoítos de *Balantidium* spp., 10 cistos de *Entamoeba* sp., 3 cistos de *Endolimax nana*, 2 cistos de *Giardia* spp. e 1 oocisto de

Isospora spp. O ovo de *Ascaris* spp. foi encontrado nas amostras de todas as redes e seus fornecedores.

Fernandes et al. (2014) realizaram avaliação parasitológica de amostras de verduras comercializadas em supermercados e feiras-livres no município de Umuarama – PR. Foram avaliadas um total de 148 amostras de alface, couve, almeirão e rúcula foram coletadas, com um total de 20 (13,5%) de positivos para *Toxocara* (5,4%), *Ascaris* (5,4%), *Hymenolepis nana* (1,4%), *Entamoeba coli* (0,7%) e *Taenia* (0,7%).

No estudo realizado por Mesquita et al. (2015) para verificar a presença de parasitos em alfaces-crespas comercializadas em hortas comunitárias, foram analisadas 120 amostras de alface-crespa (*Lactuca sativa* L.) em três bairros diferentes do município de Teresina-PI, no período de setembro a novembro de 2013. Os autores observaram que 34,1% (41/120) das amostras analisadas apresentaram algum tipo de estrutura parasitária (protozoário e/ou helmintos). Os parasitos detectados foram *Strongyloides* spp., *Ancylostoma* spp., *Balantidium* spp., *Ascaris* spp. e *Eiimeria* spp.

Várias complicações podem surgir em decorrência das doenças parasitárias, sobretudo, problemas gastrointestinais, entre os quais náuseas e vômitos, diarreia, perda proteica dos alimentos, obstrução intestinal e colites; além de desnutrição e anemia por deficiência de ferro acompanhada de baixo rendimento físico e consequente déficit no desenvolvimento escolar (GELATTI, et al., 2013; MELO et al., 2015).

3.3 Doenças Transmitidas Por Alimentos (DTA)

A expressão “Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA)” é utilizada para designar um quadro sintomatológico, caracterizado por um conjunto de perturbações gástricas, envolvendo geralmente emese, diarreia, febre e/ou cólicas abdominais (OLIVEIRA et al., 2010). Os sintomas vão desde cólica abdominal até quadros extremamente sérios com desidratação grave, melena, insuficiência renal aguda e insuficiência respiratória (ZANONI; GELINSKI, 2013).

As DTA podem ser causadas por diversos agentes como bactérias, fungos, vírus, parasitos, toxinas, *prions*, agrotóxicos e metais tóxicos. Estão geralmente associadas ao consumo de preparações prontas e vegetais frescos processados ou não (BRASIL, 2018; GÉNÉREUX et al., 2015).

Dados do Ministério de Saúde constataam que de 2000 a 2018 no Brasil foram notificados 12.503 surtos de DTA envolvendo 236.403 pessoas doentes e 182 óbitos. As hortaliças foram os responsáveis por 135 surtos relatados (BRASIL, 2018). A maioria dos casos de DTA não é notificada às autoridades sanitárias, pois muitos dos patógenos alimentares causam sintomas brandos, por isso as vítimas geralmente não buscam auxílio médico (OLIVEIRA et al., 2010; SILVA; ABAYASEKARA;

DISSANAYAKE, 2013).

Entre os agentes etiológicos mais envolvidos estão as bactérias *Salmonella* (31%), *E. coli* (24 %) e *S. aureus* (16%) (BRASIL, 2018). A presença de bactérias como *Salmonella* e *Escherichia coli* em alimentos caracteriza perigo em potencial para a saúde coletiva, em razão de sua capacidade de ocasionar surtos de DTA e até mesmo levar o consumidor a óbito dependendo do sorotipo envolvido (SÃO JOSÉ; SILVA, 2014).

De acordo com Jesus et al. (2013), indivíduos sem a manifestação de sintomas que estão em contato direto e permanente com alimentos, como os horticultores, podem tornar-se fonte potencial de contaminação e disseminação de vários patógenos, devido ao hábito do consumo de hortaliças in natura.

A propagação de enteroparasitoses por manipuladores de alimentos é um problema comum e persistente em todo o mundo. Os manipuladores de alimentos com falhas de higiene pessoal podem ser infectados por diferentes enteropatógenos, causando contaminação dos alimentos por patógenos de origem fecal presentes em suas mãos durante a preparação dos alimentos (SHARIF et al., 2015).

3.4 Contaminação de hortaliças

Todo alimento possui uma microbiota própria variável concentrando-se principalmente na parte externa. Aliado a essa microbiota, os alimentos também estão sujeitos a contaminação por fatores extrínsecos, como o ambiente ao qual é cultivado, a manipulação, utensílios, equipamentos, o tipo de produção, as condições de crescimento, a localização da parte comestível em relação ao solo, juntamente com características intrínsecas de cada hortaliça (SILVA; ABAYASEKARA; DISSANAYAKE, 2013).

Bactérias deteriorantes, leveduras e bolores dominam a microbiota em vegetais crus. No entanto, devido à sua riqueza de nutrientes a multiplicação de bactérias patogênicas torna-se um fator importante. Parasitos e vírus também podem ser encontrados (TERTO; OLIVEIRA; LIMA, 2014). Entre as bactérias dominantes estão às pertencentes às famílias Enterobacteriaceae e Pseudomonadaceae. Na família Enterobacteriaceae destaca-se o gênero *Escherichia*, sendo a espécie *Escherichia coli* inserida no grupo dos coliformes termotolerantes como a principal representante (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil, e devido as suas folhas de grandes superfícies, está sempre em risco para contaminações microbianas (PACÍFICO; BASTOS; UCHOA, 2013; COUTINHO et al., 2015). Por outro lado, esses vegetais apresentam folhas mais largas, maleáveis, que dificultam a fixação de estruturas parasitárias (ESTEVES; FIGUEIROA, 2009), assim como o tomate (*Solanum lycopersicum*), que apresenta superfície lisa, (ARBOS et al., 2010).

Alves, Cunha Neto, Rossignolli (2013) avaliaram a presença de estruturas

parasitárias de helmintos e protozoários em alfaces crespas de plantio convencional comercializadas em três supermercados do município de Cuiabá, Mato Grosso. Dentre as amostras analisadas, 66,7% (30/45) mostraram-se contaminadas, contendo 182 formas parasitárias.

Antunes et al. (2013) avaliaram a presença de formas transmissíveis de enteroparasitos em hortaliças consumidas cruas na cidade de Pelotas, RS, Brasil, e dentre as três hortaliças a rúcula apresentou maior percentual de contaminação (42%), seguida do agrião (25%) e da alface (24%). Os autores atribuíram esse resultado a estrutura dessa hortaliça, pois a mesma apresenta folhas múltiplas e separadas, com grande área de contato o que permite maior adesão de determinados enteroparasitos.

Junior, Gontijo e Silva (2012) descreveram o perfil parasitológico e microbiológico de alfaces comercializadas em restaurantes *self-service* de Gurupi – TO entre 2010 e 2011. A análise de coliformes totais detectou que na primeira coleta 30% dos restaurantes pesquisados apresentavam contaminação com índices superiores 2400 coliformes por 100 mL e na segunda coleta o percentual de restaurantes com contaminação foi de 80%. A análise de coliformes termotolerantes detectou que na primeira coleta 10% dos restaurantes pesquisados apresentavam contaminação com índices superiores a 100 coliformes por 100 mL, enquanto que na segunda coleta o percentual foi de 100%, estando em desacordo com a legislação nº 12/2001 da ANVISA (BRASIL, 2001). Houve o encontro de estruturas parasitárias em 20% das amostras, estando em desacordo com a RDC nº 14/2014 da ANVISA (BRASIL, 2014).

3.4.1 Contaminação dos alimentos por meio do solo

A produção de alimentos deve ser baseada em práticas que garantam que os produtos sejam seguros para os consumidores. No entanto, tem-se levantado questões a respeito de um risco aumentado de contaminação microbiológica e parasitária nas hortaliças, em virtude, principalmente, do tipo de adubação proveniente de dejetos animais (ARBOS, et al., 2010; ABREU et al., 2010).

No preparo do solo para a produção é comum à utilização de adubos provenientes de dejetos animais que podem estar potencialmente contaminados. O trato intestinal de animais de sangue quente como bovinos, ovinos e aves parece ser os principais reservatórios de cepas de *Escherichia coli* O157:H7 (ALVES; CUNHA; ROSSIGNOLI, 2013; VIEIRA et al., 2013; TERTO; OLIVEIRA; LIMA, 2014; COUTINHO et al., 2015).

Abreu et al. (2010) observaram contaminação por coliformes termotolerantes em plantas de alface provenientes dos tratamentos adubados com esterco de galinha e bovino, com 20% das amostras contaminadas e, na parcela testemunha (sem adubação), com 40% de contaminação. Já no estudo realizado por Costa (2012) para determinação de coliformes termotolerantes em amostras de alface

orgânica e convencional em Fortaleza-CE as amostras de alface convencionais apresentaram contaminação maior por coliformes termotolerantes do que as orgânicas, respectivamente, 346 NMP/g e 57 NMP/g.

Alguns ovos de helmintos podem sobreviver por um período de até 10 anos no solo, como é o caso de *Ascaris lumbricoides*. Cistos de protozoários também são capazes de sobreviver fora de seu hospedeiro. Assim quando são excretados pelo indivíduo contaminado por meio das fezes diretamente no solo podem permanecer por um longo período e contaminar o alimento que esteja em contato direto com o solo (VIEIRA et al., 2013).

Constantin, Gelatti, Santos (2013) avaliando a contaminação parasitológica de alfaces no Sul do Brasil, encontraram elevada prevalência (99,16%) de contaminação por parasitos. Todos os produtores quando questionados sobre o tipo de adubo utilizado, informaram que utilizavam adubo orgânico obtido na própria propriedade.

3.4.2 Contaminação dos alimentos por meio da água de irrigação

No Brasil a progressiva contaminação das águas superficiais e subterrâneas ocorre devido às deficiências de infraestrutura dos serviços de esgotamento sanitário. Em 2013 de acordo com os dados do Ministério das Cidades (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS), mais de 35 milhões de brasileiros não possuíam serviço de saneamento básico. Em relação à coleta de esgoto, quase 100 milhões de brasileiros não recebe esse serviço (BRASIL, 2016).

A água de irrigação e lavagem com qualidade imprópria são um dos fatores que contribuem negativamente para a qualidade higiênico-sanitária de hortaliças. Quando contaminada por efluentes não tratados, como esgoto doméstico caracteriza-se como uma importante fonte de contaminação de patógenos para o ser humano (BERALDO, 2010; ALVES; CUNHA; ROSSIGNOLI, 2013).

A contaminação fecal humana do ambiente aquático se origina das descargas do esgoto público ou doméstico, como também da liberação direta do material fecal na água de superfície por animais domésticos ou selvagens. Os enteroparasitos se aderem às partículas do solo e são arrastados para a água, onde sobrevivem e movem-se em toda sua superfície, principalmente em condições de tempo excepcionais tais como chuvas pesadas e inundações levando o esgoto e ou solo contaminado, dessa forma, aumenta a carga fecal na água das superfícies dos lagos e dos rios, prejudicando a qualidade da água dos mananciais (FERREIRA; HORTA; PEREIRA, 2013).

Estudos realizados no Brasil identificaram a presença de parasitos em hortaliças sendo a água de irrigação e lavagem considerada como um dos principais fatores para a contaminação das hortaliças avaliadas (PACÍFICO; BASTOS; UCHÔA, 2013; TERTO; OLIVEIRA; LIMA 2014).

Ferreira, Horta e Pereira (2013) pesquisaram a qualidade higiênico-sanitária

das águas de irrigação de estabelecimentos produtores de hortaliças no município de Teresópolis, RJ. Das amostras coletadas no período seco (novembro-dezembro), 70% apresentaram a presença de *Giardia* spp. e de *Cryptosporidium* spp.; enquanto que nas amostras coletadas no período chuvoso (maio a setembro), foi constatada a presença dos dois organismos em 90% delas. Já as concentrações médias de coliformes totais para o período chuvoso foi de 37,6 NMP/100 mL (18-78) e 17,8 NMP/100 mL (7-41) para os termotolerantes; e para o período seco as concentrações médias de coliformes totais foram de 45,5 NMP/100 mL (15-71) e 19,9 NMP/100 mL (6-33) para os termotolerantes.

Silva et al., (2016) avaliaram a qualidade das águas utilizadas na irrigação de cinco horticulturas por meio de microrganismos indicadores de contaminação fecal (grupo coliforme) e de contaminação por material orgânico (*Pseudomonas aeruginosa*) tanto na água como nos alimentos irrigados. Observou-se a presença do grupo coliforme (NMP>1600) e da bactéria *Pseudomonas aeruginosa*, tanto na água de irrigação, como nos alimentos irrigados. Observou-se ainda que o nível de contaminação da água de irrigação e o nível de contaminação da alface e do coentro apresentam forte correlação. Isto é, segundo análise dos coeficientes de determinação (R^2), 95,6% do nível de contaminação da alface e 97,5% do nível de contaminação do coentro podem ser explicados pelo nível de contaminação da água.

3.4.3 Contaminação dos alimentos por meio dos manipuladores

As parasitoses intestinais são difundidas, sobretudo devido às más condições de higiene em que vive o homem e as hortaliças podem contribuir como uma potencial fonte de transmissão, tendo em vista que as parasitoses intestinais possuem mecanismos de infecção fecal-oral e/ou cutâneo (SILVA et al., 2010).

O indivíduo parasitado contamina seu próprio ambiente com ovos, cistos e larvas de parasitos intestinais, por meio de seus dejetos. Assim, as fezes representam a fonte de contaminação de todos os parasitas intestinais (ROCHA et al., 2011; ANGELUCI et al., 2013).

As hortaliças quando cultivadas em áreas próximas às residências estão propícias à contaminação microbiológica e parasitária. O acesso de animais ao local de produção, por exemplo, pode se constituir como focos potenciais de contaminação das hortaliças e dos solos por fezes (CASTRO NETO et al., 2010). Outros fatores como a inexistência de instalações sanitárias que implica em má distribuição dos dejetos fecais nas residências e a saúde e higiene pessoal dos manipuladores que estão em contato direto com as hortaliças contribuem para o aumento da contaminação.

Melo et al. (2011) avaliaram a prevalência de enteroparasitos em manipuladores de alimentos e sua correlação com a contaminação enteroparasitária de hortaliças do município de Parnaíba, Piauí. Do total de amostras fecais, 50% estavam positivas para algum tipo de enteroparasito. Dentre essas amostras positivas,

foram diagnosticados formas evolutivas de *Entamoeba coli* (60,8%), *Giardia duodenalis* (43,5%) e *Strongyloides stercoralis* (34,8%). Das alfaces, 40,9% estavam contaminadas com larvas de *Strongyloides* spp. e cistos de protozoários. Quanto aos hábitos dos manipuladores de alimentos, foi observado desconhecimento sobre procedimentos higiênicos, inadequado armazenamento de alimentos, bem como o não uso de itens de proteção individual.

Ponath et al. (2016) avaliaram a presença de microrganismos indicadores de falta de higienização em mãos de manipuladores de alimentos, de cinco estabelecimentos em Ji-Paraná, Rondônia. As populações de coliformes totais variaram de $1,1 \times 10^4$ a $8,7 \times 10^3$ UFC/mão. As populações de *Staphylococcus aureus* variaram de $1,2 \times 10^2$ a $7,2 \times 10^2$ UFC/mão e aeróbios mesófilos de $1,1 \times 10^4$ a $6,0 \times 10^4$ UFC/mão.

3.5 Legislação sanitária

A realização de análises microbiológicas e a comparação dos resultados obtidos com os padrões estabelecidos pelos órgãos regulamentadores são imprescindíveis para averiguar a qualidade dos alimentos oferecidos aos consumidores.

A legislação brasileira por meio da RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estabelece limites microbiológicos para coliformes termotolerantes e *Salmonella* spp. em hortaliças in natura. Segundo essa regulamentação, as hortaliças in natura podem apresentar até 10^2 NMP.g-1 de coliformes termotolerantes e ausência de *Salmonella* spp. (BRASIL, 2001). Quanto à presença de coliformes totais e aeróbios mesófilos a resolução não estabelece limites, no entanto, a presença destes microrganismos nos alimentos constituem forte indicadores de precárias condições de higiene durante a manipulação (SILVA et al., 2016).

Em relação à presença de parasitos a Resolução RDC nº 14, de 28 de março de 2014 dispõe sobre matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, seus limites de tolerância e dá outras providências. Para vegetais frescos prontos para o consumo essa resolução determina a ausência de qualquer matéria estranha indicativa de risco à saúde humana, em qualquer fase de desenvolvimento (BRASIL, 2014).

A resolução nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde estabelece o padrão de potabilidade da água para consumo humano e produção de alimentos. Dentre os padrões de potabilidade, incluem os físico-químicos, microbiológicos e parasitológicos (BRASIL, 2011). A portaria estabelece valores recomendados de pH (entre 6,0 e 9,5), turbidez (valor máximo de 5,0 UT), entre outros, como substâncias químicas que representam risco à saúde. Em relação aos padrões microbiológicos é recomendado que as contagens de bactérias heterotróficas não ultrapassem $2,7 \log$ UFC/mL, sendo que essa avaliação é utilizada para avaliação dos sistemas de distribuição. Coliformes totais e *E. coli* devem estar ausentes em 100 mL (BRASIL, 2011).

Todavia, quanto a padrões parasitológicos, apenas há a citação de monitoramento de cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. quando a média geométrica anual for maior ou igual a 1.000 *E. coli*/100 mL. A RDC 14/2014, só se aplica a águas envasadas, desta forma, há uma lacuna na legislação brasileira para padrões parasitológicos de potabilidade da água para consumo humano (BRASIL, 2011; BRASIL, 2014).

A legislação brasileira não estabelece limites microbiológicos nem parasitológicos para as mãos de manipuladores de alimentos. No entanto, a presença de parasitos nas mãos dos manipuladores indica condições inadequadas de higiene pessoal e a determinação de parâmetros microbiológicos e parasitológicos seria de grande valia para o controle da qualidade das mãos desses profissionais.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contaminação de hortaliças pode ocorrer da horta até a mesa do consumidor por diversos meios, seja da utilização de água de irrigação com qualidade imprópria, da utilização de adubos não tratados ou tratados de forma inadequada, na manipulação por parte do horticultor, na embalagem, transporte ou por manipulação nos pontos de venda.

Cuidados com a qualidade da água e dos adubos orgânicos, higiene pessoal dos horticultores e manipuladores de alimentos, e aplicação de Boas Práticas Agrícolas (BPA) em todas as etapas da cadeia produtiva das hortaliças, além da sanitização adequada pelos consumidores, são fatores fundamentais para a garantia da produção segura das hortaliças.

REFERÊNCIAS

ABREU, I.M.O; JUNQUEIRA, A.M.R; PEIXOTO, J.R; OLIVEIRA, S.A. **Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica.** Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 2010, v. 30, n1, p. 108-118.

ALVES, A.S; CUNHA NETO, A; ROSSIGNOLLI, P. A. **Parasitos em alface-crespa (*Lactuca sativa* L.), de plantio convencional, comercializada em supermercados de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.** Rev Patol Trop, 2013, vol. 42, n 2, p. 217-229.

ALMEIDA, F.S; SILVA, R.C; MEDEIROS. **Ocorrência de helmintos e protozoários intestinais em idosos.** Rev. Biofarm, 2014, v. 10, n. 2.

ANDRADE, N. J. **Higiene na indústria de alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos.** São Paulo: Varela, 2008.

ANGELUCI, C.H. G, REGO, L.S, SILVA N.S. L, SANTOS, E. **Avaliação da Prevalência de Parasitoses intestinais em escolares do Município de Formosa, GO.** Rev. Sinergia, São Paulo, 2013, v. 14, n. 3, p. 227-232.

ANTUNES, L; VIEIRA, J.N; PEREIRA, C.P; BASTOS, C. G. G; NAGEL, A. S; VILELA, M. M.

Parasitos em hortaliças comercializadas no sul do Rio Grande DO Sul, Brasil. Rev. Ciênc. Méd. Biol, 2013, v.12, n.1, p.45-49.

ARBOS, K.A., FREITAS, R.J.S., STERTZ, S.C., CARVALHO, L.A. **Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais.** Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, 2010, v. 30, Supl.1, p. 215-220.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS (ABCSEM). **O Mercado de Folhosas: Números e Tendências, 2016.** Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/upload/arquivos/O_mercado_de_folhosas__Numeros_e_Tendencias_-_Steven.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2017.

BERALDO, R. M. **Qualidade bacteriológica de águas de irrigação de hortas nos municípios de Araraquara, Boa Esperança do Sul e Ibitinga, SP.** Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Araraquara – SP, 2010.

BRANCO, R.B.F., BLAT, S.F. **Sistema de cultivo na produção de hortaliças.** Pesquisa & Tecnologia, 2014, v. 11, n. 1.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 12 de 02 de Janeiro de 2001.** Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso.** 8. ed. rev. – Brasília: DF, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde, **Portaria MS nº 2294, de 12 de Dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 14 de dezembro de 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira.** 2. ed. – Brasília: DF, 2014. 156 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 14 de 28 de Março de 2014.** Dispõe sobre matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, seus limites de tolerância e dá outras providências. D.O.U. - Diário Oficial da União. Seção I, nº 61, de 31 de março de 2014.

BRASIL (2015). Ministério da Saúde. **VIGITEL 2014: vigilância de Fatores de Risco e Proteção Para doenças crônicas Por inquérito telefônico.** Ministério da Saúde, Brasília.

BRASIL (2018). Ministério da Saúde. Coordenação geral de doenças transmissíveis. **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil.** Disponível em: <http://portal.arquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/janeiro/17/Apresentacao-Surtos-DTA-2018.pdf>. Acesso em: 01 Mar. 2019.

BRASIL. Confederação de Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). **Hortaliças: Balanço 2016/ Perspectivas 2017.** Disponível em <http://www.cnabrazil.org.br/central-comunicacao/comissoes-nacionais/hortalicas-e-flores>. Acesso em: 14 jan. 2017.

BRAUER, A.M.N.W; SILVA, J.C; SOUZA, M. M. A. A. **Distribuição de enteroparasitos em verduras do comércio alimentício do município de São Mateus, Espírito Santo, Brasil.** Natureza *on line*, 2016, v.14, n.1, p. 055-060.

CARVALHO, C; KIST, B.B; TREICHEL, M. **Anuário brasileiro das hortaliças 2016.** Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 64 p.

CASTRO NETO, N., DENUZI, V.S.S., RINALDI, R.N., STADUTO, J.A.R. **Produção orgânica: uma potencialidade estratégica para a agricultura familiar.** Revista Percurso- NEMO Maringá, 2010, v.

COSTA, E.A; FIGUEIREDO, E.A.T; CHAVES, C.S; ALMEIDA, P.C; VASCONCELOS, N.M; MAGALHÃES, I.M.C; MORAES, A.F; PAIXÃO, L.M.N. **Avaliação microbiológica de alfaces (*Lactuca sativa* L.) convencionais e orgânicas e a eficiência de dois processos de higienização.** Rev. Alimentos e Nutrição, Araraquara, 2012, v. 23, n. 3, p. 387-392.

CONSTANTIN, B.S; GELATTI, L.C; SANTOS, O. **Avaliação da contaminação parasitológica em alfaces: um estudo no sul do Brasil.** Revista Fasem Ciências, 2013, v. 3, n. 1.

COUTINHO, M.G.S; FERREIRA, C.S; NEVES, A.M; ALVES, F.R.L; SOUZA, F.F.P; FONTENELLE, R.O.S. **Avaliação microbiológica e parasitológica de alfaces (*Lactuca sativa* L) comercializadas em feiras livres no município de Sobral – CE.** Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, 2015, v. 13, n. 2, p. 388-397.

DUFLOTH, D.B; SILVA, C.M; LACERDA, A.S.S.P.N; SILVA, S.F.V; TEIXEIRA, K.T.R; MONTEIRO, T.M.R; OLIVEIRA, W.S; LESSA, C.S.S; AGUIAR, V.M. **Pesquisa sobre a contaminação de hortaliças por ovos e larvas de nematódeos e cistos de protozoários como método de estudo.** Rev. Patol. Trop, 2013, v. 42, n. 4, p. 443-454.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Qualidade da água de irrigação.** Dados eletrônicos. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/publicações/livro_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 06 jul. 2015.

EMPRABA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Anuário Hortifruti Brasil - Retrospectiva 2015 & Perspectiva 2016. **HORTIFRUTI BRASIL** - Dezembro de 2015/Janeiro de 2016. Disponível em <http://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/capa/a-hortifruti-brasil-vai-para-a-rede-em-2016.aspx> . Acesso em: 07 dez. 2016.

ESTEVES, F.A.M.; FIGUEIRÔA, E.O. **Deteção de enteroparasitas em hortaliças comercializadas em feiras livres no município de Caruaru (PE).** Revista Baiana de Saúde Pública. Salvador, 2019, v.33, n.2.

EPAMING – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Hidroponia: Uma Técnica Alternativa de Cultivo.** Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.epamig.br%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D16&ei=hNCaVfXpK MLsgwSrwIDwBg&usq=AFQjCNGGIVAtiACedqboQLSShSi0aLWlsg&bvm=bv.96952980,d.eXY>. Acesso em: 06 jul. 2015.

FERREIRA, A.P; HORTA, M.A.P; PEREIRA, C.R.A. Qualidade higiênico-sanitária das águas de irrigação de estabelecimentos produtores de hortaliças no município de Teresópolis, RJ. **Rev. Uniandrade**, 2013, v.13, n.1.

FRANCO, B.D.G.M., LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos.** São Paulo: SP. Ed. Atheneu, 2008.

GELATTI, L.C; PEREIRA, A.S.S; MENDES, A.P.S; JASEM, D.F.A; NASCIMENTO, F.S; BASTOS, H.L; SOUZA, M.F; PAULA, M.B.C; SILVA, M.V.S; REIS, N.O. **Ocorrência de parasitos e comensais intestinais numa população de escolares do município de Uruaçu, Goiás.** Revista Fasem Ciências, 2013, v. 3, n. 1.

GÉNÉREUX, M.J.O; BRETON, M; FAIRBROTHER, J.M; FRAVALO, P; CÔTÉ, C. **Persistence of Indicator and Pathogenic Microorganisms in Broccoli following Manure Spreading and Irrigation with Fecally Contaminated Water: Field Experiment.** Journal of Food Protection, 2015, vol. 78, n. 10, p. 1776–1784.

GREGÓRIO, D.S; MORAES, G.F.A; NASSIF, J.M; ALVES, M.R.M; CARMO, N.E; JARROUGE, M.G;

BOUÇAS, R.I; SANTOS, A.C.C; BOUÇAS, T.R.J. **Estudo da contaminação por parasitas em hortaliças da região leste de São Paulo.** Science in Health, 2012, v. 3, n. 2, p. 96-103.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2008-2009)** IBGE, 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF (2008-2009)** IBGE, 2011.

JESUS, J.S; MENEZES, R.A.O; ANDRADE, R.F; GOMES, M.S.M; BARBOSA, F.H.F; FAUSTINO, S.M.M. **Prevalência de enteroparasitoses em agricultores da feira do produtor rural do bairro do Buritizal, Macapá, Amapá, Brasil.** Revista de Biologia e Ciências da Terra, 2013, v. 13, n. 2.

MELO, A.C.F.L; FURTADO, L.F.V; FERRO, T.C; BEZERRA, K.C; COSTA, D.C.A; COSTA, L.A; SILVA, L.R. **Contaminação parasitária de alfaces e sua relação com enteroparasitoses em manipuladores de alimentos.** Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas, 2011, v. 5, n. 3, p. 47.

MELO, A.R; ERICEIRA, F.V; OLIVEIRA, N.D; ROCHA, J.R; FIRMO, W.C.A. **Ocorrência de parasitos intestinais em laudos parasitológicos de fezes de um laboratório privado do município de Bacabal-MA.** Enciclopédia Biosfera, 2015, v.11, n. 21, p. 3420.

MEIRELLES, P.G; BIAZON, L; ONO, M.A; HIROOKA, E.Y; ONO, E.Y. **Imunoensaios: uma alternativa para a detecção de fungos toxigênicos em alimentos.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 2006, v. 27, n. 4, p. 617-628.

MENEZES, M.C; COSTA, B.V.L; OLIVEIRA, C.D.L; LOPES, A.C. S. **Local food environment and fruit and vegetable consumption: An ecological study.** Preventive Medicine Reports, 2016, v. 5, p. 13–20.

NAZARO, O.S; AMORIM, M.R; SILVA, A.M. **Pesquisa de helmintos e protozoários de caráter zoonótico no solo de praças públicas no município de Patos – PB.** Temas em Saúde, 2016, v.16, n. 3.

OLIVEIRA, A.B.A; CARDOSO, M; DE PAULA, C.M.D; TONDO, E.C. **Doenças Transmitidas por Alimentos: Principais Agentes Etiológicos, Alimentos Envolvidos e Fatores Predisponentes.** Rev HCPA, 2010, v. 30, n. 3.

PACIFICO, B.B; BASTOS, O.M.P; UCHÔA, C.M. A. **Contaminação parasitária em alfaces crespas (*Lactuca sativa* var. *crispa*), de cultivos tradicional e hidropônico, comercializadas em feiras livres do Rio de Janeiro (RJ).** Rev Inst Adolfo Lutz. São Paulo, 2013, v.72, n.3, p.219-25.

REETZ, E.R; KIST, B.B; SANTOS, C.E; CARVALHO, C; DRUM, M. **Anuário brasileiro de hortaliças 2014.** Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz. p. 88, 2014.

ROCHA, T.J.M; BRAZ, J.C; SILVEIRA, L.J.D; CALHEIROS, C.M.L. **Relação entre aspectos socioeconômicos e a ocorrência de ectoparasitoses e enteroparasitoses em uma comunidade do litoral norte alagoano.** RBAC, 2011, v. 43, n. 4, p. 271-6.

SÃO JOSÉ, J.F.B; SILVA, L.F. **Ocorrência de patógenos em frutas e hortaliças.** Higiene Alimentar, 2014, vol. 28 – n. 234/235.

SERAFINI, M; PELUSO, I. **Functional foods for health: the interrelated antioxidant and anti-inflammatory role of fruits, vegetables, herbs, spices and cocoa in humans.** Current Pharmaceutical Design, 2016, v. 22, n. 46.

SHARIF, M; DARYANI, A; KIA, E; REZAEI, F; NASIRI, M; NASROLAHEI, M. **Prevalence of intestinal**

parasites among food handlers of sari, Northern Iran. Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo, 2014, v. 57, n. 2, p.139-144.

SILVA, G.D.D; ABAYASEKARA, C.L; DISSANAYAKE, R.A. **Freshly Eaten Leafy Vegetables: A Source of Food Borne Pathogens?** Ceylon Journal of Science, 2013, v. 42, n. 2, p. 95-99.

SILVA, A.F.S; LIMA, C.A; QUEIROZ, J.J.F; JÁCOME, P.R.L.A; JUNIOR, A.T.J. **Análise bacteriológica das águas de irrigação de horticulturas.** Rev. Ambient. Água, 2016, v. 11, n. 2.

SILVA, L.P; SILVA, E.J; SILVA, R.M.G. **Diagnóstico parasitológico de horticultores no Monitoramento da contaminação parasitária em Ambientes rurais.** Biosci. J, 2010, v. 26, n. 4, p. 648-652.

SILVA, C.P; STRAPAÇÃO, S; YAMANAKA, E.H.U; BALLÃO, C; MONTEIRO, C. **Potabilidade da água de poços rasos em uma comunidade tradicional, Curitiba-PR.** Revista Biociências, 2013, v.19, n.2, p. 88-92.

SILVA, A.S; SILVA, I.M.M; REBOUÇAS, L.T; ALMEIDA, J.S; ROCHA, E.V.S; AMOR, A.L.M. **Análise parasitológica e microbiológica de hortaliças comercializadas no município de Santo Antônio de Jesus, Bahia (Brasil).** Vigilância Sanitária em Debate, 2016, v.4, n.3, pg.77-85.SIQUEIRA, L.P;

SHINOHARA, N.K.S; LIMA, R.M.T; PAIVA, J.E; LIMA FILHO. J. L; CARVALHO, I.T. **Avaliação microbiológica da água de consumo empregada em unidades de alimentação.** Ciência & Saúde Coletiva, 2010, v. 15, n. 1, p. 63-66.

SOUZA, S.H.B; MONTENEGRO, S.M.G.L; SANTOS, S.L; PESSOAS, S.G.S. **Avaliação da qualidade da água e da eficácia de barreiras sanitárias em sistemas para aproveitamento de água de chuva.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2011, v. 16, n. 3, p. 81-93.

TEIXEIRA, L.E.B; SANTOS, J.E.F; MOREIRA, I.S; SOUSA, F.C; NUNES, J.S. **Qualidade microbiológica de frutas e hortaliças comercializadas na cidade de Juazeiro do Norte – CE.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 2016, v. 8, n.2.

TERTO, W.D.S; OLIVEIRA, R.G; LIMA, M.M. **Avaliação parasitológica em alfaces (Lactuca sativa L.) comercializadas em Serra Talhada, Pernambuco, Brasil.** Vigilância Sanitária em Debate, 2014,v. 2, n. 3, p. 51-57.

TORTORA, G.J; FUNKE, B.R; CASE, C.L. **Microbiologia. – 10. ed. – Dados eletrônicos. –** Porto Alegre: RS, Ed. Artmed, 2012.

TONDO, E.C; BARTZ, S. **Microbiologia e Sistemas de Gestão da Segurança de Alimentos.** Porto Alegre: Sulina, 263 p.

TRICHES, R.M; SCHNEIDER, S. **Alimentação Escolar e Agricultura Familiar: reconectando o consumo à produção.** Saúde Soc, 2010, v.19, n.4, p.933-945.

VIEIRA, J.N; PEREIRA, C.P; BASTOS, C.G.G; NAGEL, A.S; ANTUNES, L; VILLELA, M.M. **Parasitos em hortaliças comercializadas no sul do Rio Grande do Sul, Brasil.** Revista de Ciências Médicas e Biológicas, 2013, v.12, n.1, p.45-49.

VIEIRA, D.E.A; BENETTON, M.L.F. N. **Fatores ambientais e sócioeconômicos associados à Ocorrência de enteroparasitoses em usuários atendidos na Rede pública de saúde em Manaus, AM, Brasil.** Biosci. J, 2013, v. 29, n. 2, p. 487-498.

ZANONI, K; GELINSKI, J.M.L.N. **Condições higiênico-sanitárias de salada de vegetais servidas em três restaurantes self-service em município do interior de Santa Catarina, Brasil.** Revista Eletrônica de Farmácia, 2013, v.10, n. 3, p. 30–42.

ZOELLNER, A.C; VENEGAS, B.F; CHUREYA, J.J; DÁVILA-AVIÑAB, J; GROHNC, Y.T; GARCÍAB, S; HEREDIAB, N; WOROBOA, R.W. **Microbial dynamics of indicator microorganisms on fresh tomatoes in the supply chain from Mexico to the USA.** International Journal of Food Microbiology, 2016, v. 238, n.5, pag. 202–207.

CRESCIMENTO DE BANANEIRAS E BARUEIROS EM CONSÓRCIO COM PLANTAS DE COBERTURA EM SISTEMA AGROFLORESTAL

Everton Martins Arruda

Universidade do Estado de Mato Grosso
Nova Xavantina – MT

Leonardo Santos Collier

Universidade Federal de Goiás
Goiânia – GO

Rilner Alves Flores

Universidade Federal de Goiás
Goiânia – GO

Bruna Bandeira do Nascimento

Universidade Federal de Goiás
Goiânia – GO

Leonardo Rodrigues Barros

Universidade Federal de Goiás
Goiânia - GO

Risely Ferraz Almeida

Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho
Jaboticabal – SP

Marcos Paulo dos Santos

Universidade Federal de Goiás
Goiânia – GO

RESUMO: O cultivo de plantas de cobertura na forma de adubos verdes pode aumentar o desenvolvimento e crescimento das espécies arbóreas e frutíferas em agroecossistemas consorciados. Com isso, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o crescimento de bananeiras e de barueiros em consórcio com plantas

de cobertura em sistema agroflorestal. A pesquisa foi realizada em Goiânia-GO, entre os renques de árvores de barueiros (*Dipteryx alata* V.), em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições. As plantas de cobertura foram cultivadas solteiras: feijão guandu (*Cajanus cajan*), estilosantes cv. campo grande (*Stylosanthes macrocephala* - 20% e *Stylosanthes capitata* - 80%); massai (*Panicum maximum*) e consorciadas: feijão guandu + massai e estilosantes + massai, além de uma área mantida com vegetação espontânea. Foram avaliados o crescimento das bananeiras aos 6 e 12 meses após o transplântio das mudas, o índice relativo de clorofilas nas folhas de bananeiras ao longo de 360 dias, além do crescimento das árvores de barueiros. Independente do cultivo de plantas de cobertura utilizado, o crescimento das árvores de barueiros não é afetado. O crescimento em altura das bananeiras aos 6 e 12 meses é maior no consórcio com capim massai quando comparado à área mantida com vegetação espontânea.

PALAVRAS-CHAVE: Bananeiras, capim massai, barueiros.

BANANA AND BARU GROWTH IN CONSORTIUM WITH COVER PLANTS IN AN AGROFLORESTAL SYSTEM

ABSTRACT: The cultivation of cover crops in the form of green manures can improve the quality of tropical soils and increase the development of tree and fruit species in intercropped systems. Thus, the objective of this research was to evaluate the growth of banana trees and Baru trees in consortium with cover crops in an agroforestry system. The research was carried out in Goiânia-GO, among the rows of Baru trees (*Dipteryx alata* L.), in a soil classified as typical dystrophic Red Latosol. The experimental design was randomized complete block (RCB), with four replications. The cover plants cultivated singly were: Pigeon pea (*Cajanus cajan*), Stylosanthes cv Campo Grande (*Stylosanthes macrocephala* - 20% and *Stylosanthes capitata* - 80%); Massai grass (*Panicum maximum*) and intercropped: Pigeon pea + Massai grass and Stylosanthes + Massai grass, in addition to an area maintained with spontaneous vegetation. We evaluated the banana growth at 6 and 12 months after transplanting of the seedlings, relative chlorophyll content in banana leaves during 360 days, besides Baru tree growth. Regardless of the cultivation of cover plants used, the growth of Baru trees was not affected. The height growth of the banana trees at 6 and 12 months was higher in the consortium with Massai grass when compared to the area maintained with spontaneous vegetation.

KEYWORDS: banana trees, massai grass, baru.

INTRODUÇÃO

A presença do componente arbóreo em sistemas de produção pode promover maior equilíbrio dos processos ecológicos tropicais, possibilitando uma exploração agrícola tanto em perfis verticais como horizontais da paisagem. E isto promove maior eficiência nas reações de troca de cargas nos solo em razão da presença das raízes das espécies árvores que atuam na ciclagem dos nutrientes e reatividade dos radicais orgânicos na matéria orgânica do solo incrementados anualmente através dos resíduos vegetais da parte superior (Iwata et al., 2012).

Dentre as espécies nativas do bioma Cerrado, os barueiros (*Dipteryx alata* V.) tem se destacado pela amplitude de ocorrência e pela integração ou convivência com o modelo de exploração praticado pelas populações rurais, notadamente em áreas tradicionais em que as árvores são preservadas na implantação dos sistemas de produção (Corrêa et al., 2000). A preservação das árvores de barueiros pode ser alternativa sustentável pela restauração florestal de áreas agrícolas na forma de reserva legal, assegurando ao agricultor familiar exploração e uso da terra em modelo agroflorestal, principalmente quando utilizada a bananeira (*Musa* sp.) como componente frutífero herbáceo no sistema de produção.

A banana é uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo explorada na

maioria dos países tropicais (Flori e Resende, 2016), pois é um alimento altamente energético com elevado conteúdo de carboidratos assimiláveis (Perin et al., 2009), além do mais, é uma espécie adaptada às condições de sub-bosque florestal, pelo fato de ser tolerante ao sombreamento (Santos et al., 2012).

Os consórcios entre espécies frutíferas e arbóreas podem intensificar o consumo de nutrientes em sistemas agroflorestais, aumentando a dependência de fertilizantes minerais. Uma alternativa para reduzir o uso de fertilizantes externos é utilizar plantas de cobertura como adubo verde na forma de consórcio (Barbosa et al., 2013), promovendo uso eficiente dos nutrientes (Barros et al., 2013) e proteção física do solo (Damour et al., 2016).

O consórcio de barueiros e bananeiras com plantas de cobertura em sistema agroflorestal pode ser uma estratégia sustentável, pois por meio de roçadas ao longo dos anos os resíduos vegetais podem ser aproveitados pelo depositado em torno da espécie arbórea e frutífera na forma de adubação verde. Este manejo pode proporcionar contribuições significativas de nutrientes para solução do solo, a fim de reduzir o uso de fertilizantes minerais para o desenvolvimento das plantas.

Com isso, o objetivou-se com esta pesquisa avaliar os atributos químicos do solo, o crescimento de bananeiras e barueiros em consórcio com plantas de cobertura em sistema agroflorestal.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em Goiânia, estado de Goiás, Brasil, dentre as coordenadas 16° 36' 11" de latitude Sul e 49° 16'47" de longitude Oeste. O clima da região é o tipo climático Aw (Megatérmico) ou tropical de savanas, com invernos secos e verões chuvosos, de acordo com a classificação de Köppen. A área de estudo possui 730 m de altitude. Os dados climáticos do período de condução da pesquisa estão apresentados na Figura 1.

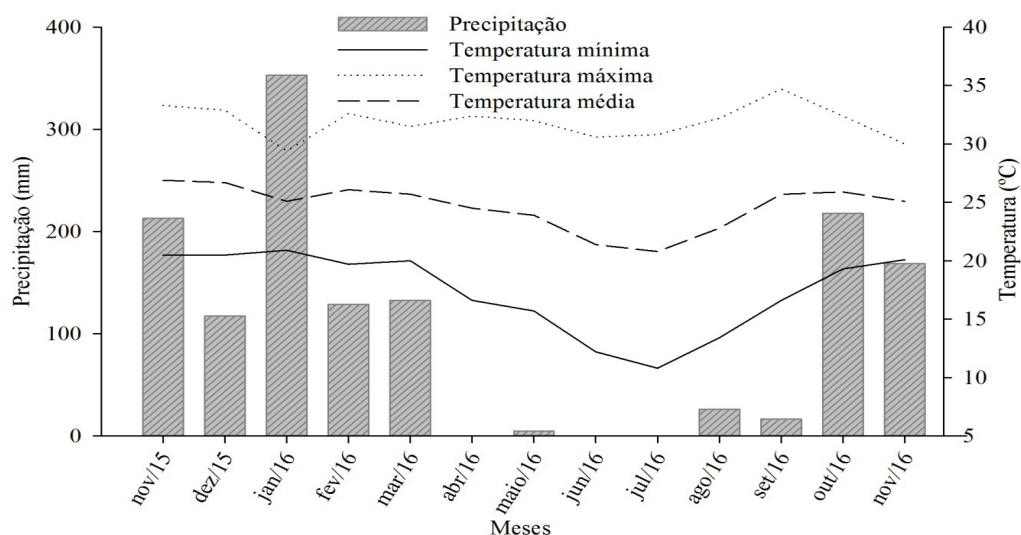


Figura 1. Precipitação, temperatura máxima, mínima e média mensais no período de condução da pesquisa, Goiânia, 2015-2016

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (Embrapa, 2013). A análise química e granulométrica do solo antes da implantação do experimento pode ser observada na Tabela 1.

P	K	Ca	Mg	MO	pH	H+Al	SB	CTC	V	Argila
mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³		g dm ⁻³		-----cmol _c dm ⁻³ -----			%	g kg ⁻¹
3,4	44	1,40	0,22	19,2	4,3	3,38	1,73	5,12	34	432

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo na profundidade 0-20 cm

pH (CaCl₂); P (Mehlich I)

No ano de 2006 foi implantado um pomar de barueiros (*Dipteryx alata* V.), sendo implantados seis renques com doze plantas, totalizando uma população de setenta e duas árvores. A distribuição das árvores na área experimental foi em espaçamento de 3 m entre plantas e 6 m entre renques. Não foi realizado manejo de adubações nas espécies arbóreas e a área entre os renques permaneceu com vegetação espontânea durante seis anos. Sendo que em dezembro de 2012 foi realizada semeadura de plantas de cobertura (*Cajanus cajan*, *Stylosanthes* spp. e *Panicum maximum*), até que na safra 2014-2015 foi cultivado milho em sistema plantio direto. Logo após a colheita deste milho verão, na segunda safra (safrinha), em março de 2015, foi implantado o experimento através de uma nova semeadura das plantas de cobertura.

Os tratamentos foram constituídos pelas plantas de cobertura semeadas entre os renques, em posição adjacente aos barueiros, sendo que cada unidade experimental correspondia à duas árvores. As unidades experimentais foram constituídas de 5 m de largura por 6 m de comprimento, perfazendo uma área de 30 m², entretanto, para

área útil foi desprezado 1 m das extremidades, totalizando uma área de 20 m². A área total do experimento foi de 720 m².

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições. As plantas de cobertura foram cultivadas solteiras: feijão guandu (*Cajanus cajan*); estilosantes cv. campo grande (*Stylosanthes macrocephala* - 20% e *Stylosanthes capitata* - 80%); massai (*Panicum maximum*) e consorciadas: feijão guandu + massai (FG+M) e estilosantes campo grande + massai (E+M), além de uma área mantida sob vegetação espontânea (tratamento controle), com predomínio de *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens*), Corda de viola (*Ipomoea quamoclit*), Picão-preto (*Bidens pilosa*) e Tiririca (*Cyperus rotundus*).

A semeadura das plantas de cobertura foi realizada na segunda safra (safrinha), em março de 2015, de forma manual em sulco de plantio, sem prática de adubação mineral ou orgânica. Foram utilizados espaçamentos de 0,45 m entre plantas e taxas de semeadura de 2, 4 e 20 kg ha⁻¹ para o massai, estilosantes e feijão guandu, respectivamente, para os cultivos solteiros. Nos cultivos consorciados (E+M e FG+M) a taxa de semeadura da gramínea foi reduzida em 20% (Embrapa, 2000).

Em novembro de 2015 foi realizada a abertura das covas com dimensões de 0,40 x 0,40 x 0,40 m para o transplantio das mudas de bananeiras. As mudas do tipo rizoma das bananeiras do grupo prata (variedade Graúda) foram transplantadas entre os renques das árvores de barueiros, com espaçamento de 2 m entre fileiras de bananeiras e 3 m de distância para as árvores de barueiros, estimando uma população de 834 plantas de bananeiras por hectare para o cultivo consorciado.

Foi realizada correção da acidez do solo com aplicação de 32 g por cova de calcário dolomítico (CaO=36%; MgO=15%; PN=98%; PRNT=92,54%) e adubação no sulco de transplantio com 50 g de fosfato monoamônio (48% P₂O₅ e 9% de N). A adubação de cobertura foi realizada a lanço em forma circular com 420 g de sulfato de amônio por planta (21% de N e 23% de S), 120 g de fosfato monoamônio por planta (48% de P₂O₅ e 9% de N) e 250 g de cloreto de potássio por planta (60% K₂O), parceladas em aplicações aos 40, 80 e 120 dias após o transplantio das mudas de bananeiras. Esta fertilização foi propositalmente baixa, sendo somente 50% da dose recomendada para culturas frutíferas herbáceas (Sousa e Lobato, 2004), pois visamos avaliar o possível efeito da palhada das plantas de cobertura consorciadas em relação ao crescimento das bananeiras entre os renques dos barueiros.

Em dezembro de 2015, após o reinício das chuvas, foi realizado o primeiro corte das plantas de cobertura e da vegetação espontânea, e em março de 2016 foi realizado o segundo corte para quantificar a produtividade de fitomassa seca (Tabela 2). Logo após a amostragem, a biomassa remanescente foi redistribuída de forma uniforme dentro da unidade experimental, sendo que 50% deste material vegetal era adicionado em forma circular as plantas de bananeiras e 50% permanecia na projeção da copa dos barueiros.

	Estilosantes	F.guandu	Massai	E+M	FG+M	VE
	----- Mg ha ⁻¹ -----					
1° Corte	2.633	3.516	5.024	4.074	3.658	2.674
2° Corte	3.774	3.274	6.191	4.824	4.308	3.066

Tabela 2. Produtividade de fitomassa seca das plantas de cobertura e vegetação espontânea em sistema agroflorestal

E+M: Estilosantes + Massai; FG+M: Feijão Guandu + Massai; VE: Vegetação espontânea.

Foi avaliado o índice relativo de clorofilas (IRC) nas folhas de bananeiras aos 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315 e 360 dias após o transplântio, com auxílio do aparelho da OPTI-Sciences® modelo CCM-200. Para estas avaliações foram padronizadas à terceira folha aberta a partir da folha bandeira.

A primeira avaliação de crescimento das bananeiras foi realizada em maio de 2016 (6 meses após o transplântio) através da circunferência de base do pseudocaule (20 cm da base do solo) e altura das plantas. A segunda avaliação de crescimento das bananeiras foi realizada em dezembro de 2016 (12 meses após o transplântio das mudas) através da circunferência de base do pseudocaule (20 cm da base do solo), diâmetro à altura do peito (DAP) fixada em 1,30 cm da base do solo e número de folhas.

A medição do crescimento das árvores de barueiros foi realizado antes da semeadura das plantas de cobertura (fevereiro de 2015) e ao final das avaliações de crescimento das bananeiras (dezembro de 2016). As árvores foram avaliadas pela altura (m) e diâmetro médio à altura do peito (DAP, fixada em 1,3 m de altura em relação à base do solo), estas avaliações foram realizadas através de um hipsômetro e de uma suta dendrométrica, respectivamente. Também foi avaliado o diâmetro de copa (DC), através da medição de oito raios equidistantes abaixo da copa das árvores, para posterior cálculo do valor médio de DC, estas avaliações foram realizadas com apoio de uma trena métrica. Logo após, foram calculados os incrementos de crescimento em altura, DAP e DC através da subtração dos valores observados no ano de 2015 em relação aos valores observados em 2016 (Venturolli et al., 2013).

A análise estatística dos dados foi realizada pela análise de variância (Teste F). E quando obtivemos resultados significativos, as médias foram comparações pelo teste de Tukey ($p < 0,05$ ou $0,01$), utilizando o programa estatístico Sisvar versão 5.6 (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas avaliações realizadas aos 6 meses, a altura das plantas de bananeiras foram maiores no consórcio com capim massai solteiro, porém, sem diferir do E+M. O consórcio com capim massai solteiro apresentou valores de altura aproximadamente

29, 31, 32 e 36% superiores em relação ao uso de estilosantes, feijão guandu, FG+M e vegetação espontânea, respectivamente. Nas avaliações realizadas aos 12 meses, a altura das plantas permaneceu maiores no consórcio com capim massai solteiro, entretanto, foram superiores somente em relação à área mantida com vegetação espontânea. O consórcio com massai apresentou altura aproximadamente 37% superior em relação à área mantida com vegetação espontânea (Tabela 3).

Plantas de cobertura	Altura(m)	CPC (cm)	Altura(m)	CPC (cm)	DAP (cm)	NF
	----- 6 meses -----		----- 12 meses -----			
Estilosantes	2,44 b	10,74	3,44 ab	11,92	51,10	8,75
F. Guandu	2,41 b	10,94	3,43 ab	11,67	48,00	9,00
Massai	3,15 a	12,18	3,89 a	12,30	49,82	8,50
E + M	2,80 ab	13,08	3,40 ab	13,20	52,40	8,75
FG + M	2,39 b	12,68	3,38 ab	12,45	49,55	9,00
Pousio	2,31 b	11,38	2,83 b	12,10	49,85	9,25
F (teste)	5,14**	1,55 ^{n.s.}	6,31**	0,88 ^{n.s.}	0,44 ^{n.s.}	0,57 ^{n.s.}
CV (%)	12,35	14,58	7,89	9,15	8,92	7,80

Tabela 3. Crescimento de bananeiras em cultivo consorciado com plantas de cobertura em sistema agroflorestal

Médias distintas diferem entre si nas colunas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para as variáveis de crescimento das plantas de bananeiras. E+M: Estilosantes + Massai; FG+M: Feijão Guandu + Massai; DAP: Diâmetro a altura do peito; CPC: Circunferência do pseudocaule; NF: Número de folhas; CV: Coeficiente de variação.

Os maiores valores de altura das plantas de bananeiras consorciadas com o capim massai aos 6 e 12 meses se devem, provavelmente, pela maior disponibilidade do K^+ na solução do solo proveniente da mineralização da parte aérea desta espécie gramínea no sistema agroflorestal. O K^+ tem sido o nutriente mais importante para o crescimento e produção das bananeiras, sendo o elemento mais absorvido (Silva et al., 2011). O K^+ é o nutriente exigido em maior quantidade pela bananeira e o seu cultivo em solos com deficiência deste nutriente geralmente produzem cachos pequenos, frutos finos e com baixo peso (Silva et al., 2011).

Outro fator importante que possibilitou o consórcio com capim massai promover incrementos em alturas das plantas de bananeiras está relacionado à proteção física do solo ao redor das plantas, através da alta produtividade de fitomassa seca (5.024 Mg ha^{-1} no primeiro corte e 6.191 Mg ha^{-1} no segundo corte) e também pelos resíduos das gramíneas apresentarem menor velocidade de decomposição (maior relação C/N e Lignina/N), o que de certa forma, aumenta o tempo de permanência da biomassa na superfície do solo (Costa et al., 2015). Esta palhada remanescente das plantas de cobertura protege a superfície do solo, garantindo menor variação na temperatura do solo, maior umidade e principalmente disponibilização de nutrientes durante o processo de decomposição da palhada, bem como, mineralização da matéria orgânica (Torres et al., 2005).

O fato dos tratamentos com leguminosas solteiras (estilosantes e feijão guandu) ou consorciadas (E+M e FG+M) apresentarem resultados de crescimento em altura semelhantes ao tratamento com vegetação espontânea. Isto pode ter ocorrido devido à rápida decomposição dos resíduos das leguminosas, o que pode ter ocasionado assincronismo entre a disponibilidade de N e a absorção pela bananeira, resultando em perdas de N nos tratamentos com leguminosas (Barbosa, 2016), por outro lado, o uso de vegetação espontânea fornece pouco N ao solo em relação ao uso de plantas de cobertura (Moda et al., 2014).

A variável diâmetro à altura do peito (DAP) das plantas de bananeiras avaliadas aos 6 e aos 12 meses, além das variáveis circunferência do pseudocaule (CPC) e número de folhas (NF) avaliadas aos 12 meses não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) em relação ao uso das plantas de cobertura (Tabela 3).

Na segunda avaliação (15 de fevereiro), os consórcios com estilosantes, E+M e FG+M quando comparados com a área mantida com vegetação espontânea proporcionaram maiores valores de Índice relativo de clorofilas (IRC) nas folhas de bananeiras. Na terceira avaliação (01 de abril) somente o E+M proporcionou maiores valores de IRC e na quinta avaliação (01 de julho), o capim massai e E+M proporcionaram os maiores valores de IRC. As demais épocas de avaliações não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$), conforme Figura 2.

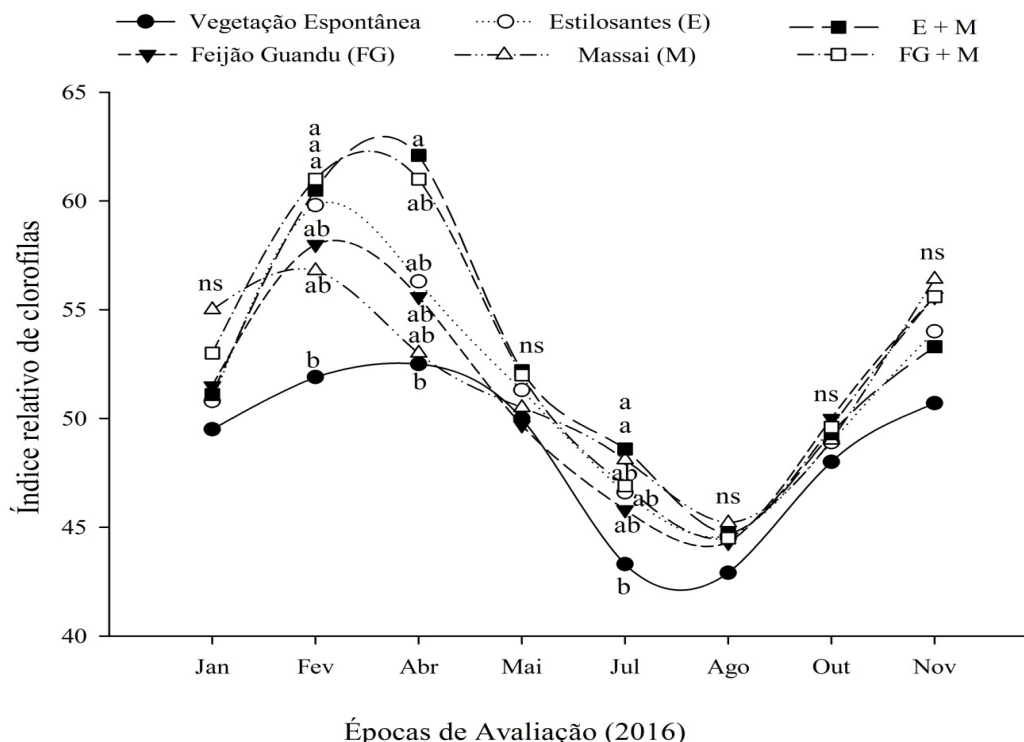


Figura 2. Índice relativo de clorofilas em folhas de bananeiras em consórcio com plantas de cobertura em sistema agroflorestal

Na quinta avaliação, os valores de IRC foram 11 e 12% superiores nas folhas das bananeiras em consórcio com capim massai e E+M, respectivamente, em

relação à área mantida com vegetação espontânea (Figura 2). Neste período, no mês de julho, as bananeiras poderiam estar sofrendo com estresse hídrico porque havia quatro meses praticamente sem precipitações (abril, maio, junho e julho), ocorrendo somente uma menor precipitação durante o mês de maio, em torno de 5 mm (Figura 1). Desta forma, os maiores valores de IRC verificados nas folhas de bananeiras em consórcio com capim massai e E+M, provavelmente favoreceram maiores períodos de manutenção da umidade do solo através da cobertura vegetal destas plantas de cobertura, fazendo com que bananeiras tolerassem as condições ambientais adversas e continuasse absorvendo N. O IRC está relacionado com a intensidade de cor verde na folha e apresenta relação direta com os níveis de N nas folhas (Barbosa et al., 2013), como as perdas de água provavelmente foram reduzidas, provavelmente a absorção de nutrientes foi mantida (Teixeira et al., 2007), especialmente o N nativo do solo (Silva et al., 2006).

O crescimento das árvores de barueiros não foi influenciado pelo cultivo consorciado das plantas de cobertura, tanto nas avaliações da altura, como em diâmetro à altura do peito (DAP) e diâmetro de copa (DC), figuras 3A, 3B e 3C, respectivamente. As plantas de cobertura também não influenciaram os incrementos em crescimento avaliados entre os anos de 2015 e 2016, na altura (Figura 4A), DAP (Figura 4B) e DC (Figura 4C) das árvores ($p>0,05$).

O barueiro é uma espécie florestal brasileira que possui grande adaptação a solos ácidos e pobres em fertilidade da região do cerrado. Estas espécies arbóreas em ambientes naturais apresentam crescimento inicial rápido (Venturilli et al., 2013), o que pode ter favorecido a ausência de diferenças significativas para taxas de crescimento das árvores em relação às plantas de cobertura em apenas um ano de avaliação.

A ausência de resultados para o crescimento das árvores de barueiros pelo uso de plantas de cobertura na forma de adubação verde em relação à área mantida com vegetação espontânea comprova que esta espécie possui um mecanismo eficiente na absorção e utilização de nutrientes, sendo isto suficiente para manter o crescimento adequado da espécie (Vieira e Weber, 2016).

O fato do manejo das plantas de cobertura não influenciar o crescimento das árvores de barueiros é interessante para o sistema agroflorestal. Pois demonstra que independente da inserção da espécie leguminosa, gramínea ou até mesmo uso de vegetação espontânea nos espaços entre os renques não afetará o crescimento das árvores, podendo assim, intensificar o sistema de produção pelo maior número de espécies, sem comprometer o crescimento das árvores que ocupam posições superiores na paisagem.

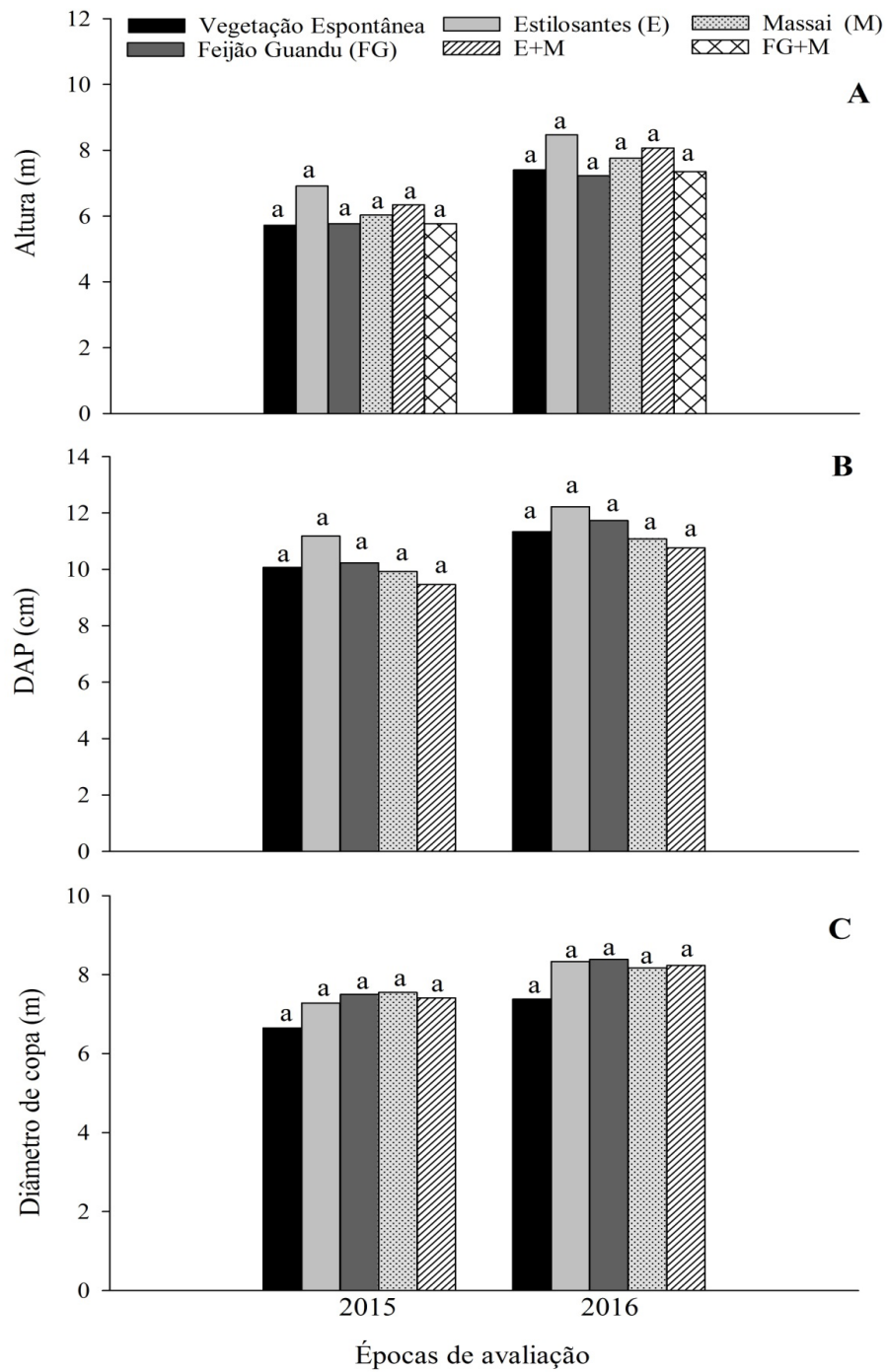


Figura 3. Crescimento de árvores de barueiros em cultivo consorciado com plantas de cobertura em sistema agroflorestal

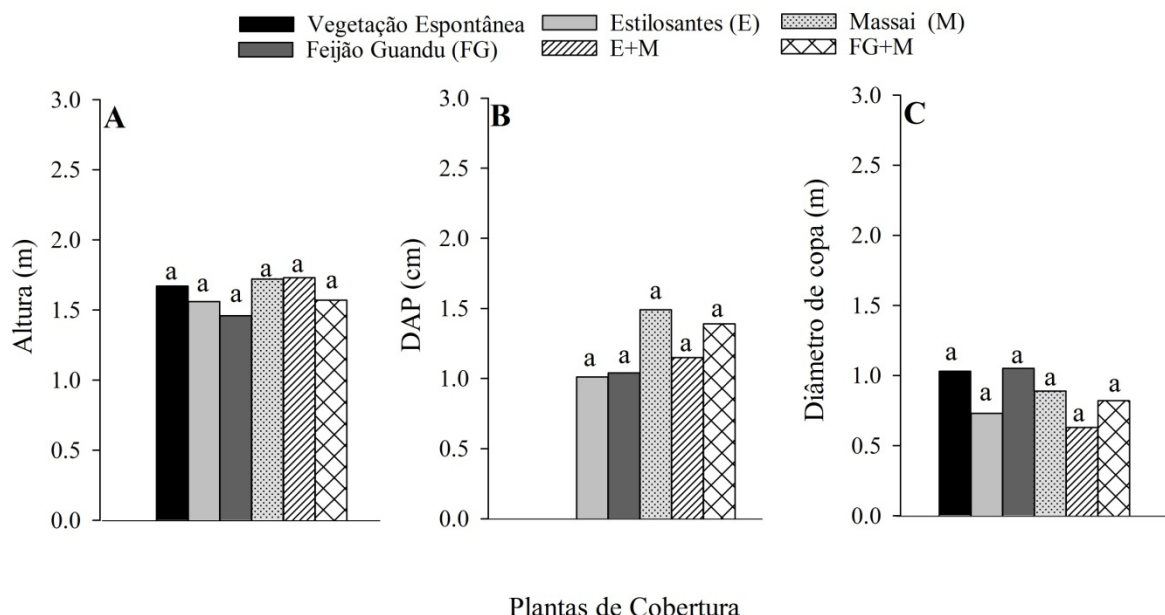


Figura 4. Incremento de crescimento de árvores de barueiros em consórcio com plantas de cobertura em sistema agroflorestal (2015 até 2016)

CONCLUSÃO

O consórcio com capim massai promove maior crescimento em altura das bananeiras aos 6 e 12 meses quando comparado à área mantida com vegetação espontânea. Todavia, o crescimento das árvores de barueiros não é afetado.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, F. E. L.; LACERDA, C. F.; FEITOSA, H. O.; SOARES, I.; ANDRADE FILHO, F. L.; AMORIM, A. V. Crescimento, nutrição e produção da bananeira associados a plantas de cobertura e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 12, p. 1271-1277, 2013.
- BARBOSA, F. E. L. **Qualidade do solo e produção da bananeira prata anã associada a plantas de cobertura e diferentes lâminas de irrigação**. 2016. 99 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Ciência do Solo) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- BARROS, D. L.; GOMIDE, P. H. O.; CARVALHO, G. J. Plantas de cobertura e seus efeitos na cultura em sucessão. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 308-318, 2013.
- CORRÊA, G. C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R.; ZICA, L. F. Caracterização física de frutos (*Dipteryx alata* Vog.) em três populações nos cerrados do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 30, n. 2, p. 5-11, 2000.
- COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 818-829, 2015.
- DAMOUR, G.; GUÉRIN, C.; DOREL, M. Leaf area development strategies of cover plants used in banana plantations identified from a set of plant traits. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 74, p. 103-111, 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Estilosantes campo grande: Estabelecimento, manejo e produção animal**. 1. ed. Campo Grande: Embrapa Gado de corte, 2000. 8 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2013. 350 p.

FLORI, J. E.; RESENDE, G. M. Soil chemical attributes and leaf nutrients of 'Pacovan' banana under two cover crops. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 2, p. 290-295, 2016.

IWATA, B. F.; LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L.; GEHRING, C.; CAMPOS, L. P. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 730-738, 2012.

MODA, L. R.; SANTOS, C. L. R.; FLORES, R. A.; BORGES, B. M. M. N.; ANDRIOLI, I.; PRADO, R. M. Resposta do milho cultivado em sistema de plantio direto à aplicação de doses de nitrogênio e cultivo de plantas de cobertura em pré-safra. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 178-187, 2014.

PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; ESPIBDOLA, J. A. A.; TEIXEIRA, M. G.; BUSQUET, R. N. B. Desempenho de bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1511-1517, 2009.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; BECQUER, T. Atributos químicos e estabilidade de agregados sob diferentes culturas de cobertura em Latossolo do cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 11, p. 1171-1178, 2012.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; VELOSO, M. E. C.; TRIVELIN, P. C. O. Absorção de nitrogênio nativo do solo pelo milho sob plantio direto em sucessão a plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 723-732, 2006.

SILVA, J. T. A.; PEREIRA, R. D.; SILVA, I. P.; OLIVEIRA, P. M. Produção da bananeira "Prata anã" (AAB) em função de diferentes doses e fontes de potássio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 817-822, 2011.

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

TEIXEIRA, L. A. J.; NATALE, W.; MARTINS, A. L. M. Nitrogênio e potássio via fertirrigação e adubação convencional - Estado nutricional das bananeiras e produção de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 153-160, 2007.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 4, n. 29, p. 609-618, 2005.

VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S.; BORGES, J. D.; CASTRO, D. S.; SOUZA, D. M.; MONTEIRO, M. M.; CALIL, F. N. Incremento de espécies arbóreas em plantio de recuperação de área degradada em solo de cerrado no distrito federal. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 143-151, 2013.

VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S. Saturação por bases e doses de P no crescimento e na qualidade de mudas de cumbaru. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 18, n. 1, p. 6-16, 2016.

CRESCIMENTO DE PLANTAS DE MAMOEIRO ‘THB’ EM CAMPO

Karina Tiemi Hassuda dos Santos

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

Renan Garcia Malikouski

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

Vinicius de Souza Oliveira

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

Geraldo Antônio Ferreguetti

Caliman Agrícola S.A, Linhares, Espírito Santo.

Gleyce Pereira Santos

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

Omar Schmidt

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

Marcio Paulo Czepak

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

Edilson Romais Schmidt

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

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho, a obtenção da curva de crescimento para altura da parte aérea e diâmetro de caule de plantas de mamoeiro ‘THB’ em campo, durante a fase vegetativa. Ao todo foram avaliadas 100 plantas em quatro fileiras aleatórias, sendo 25 covas em sequência, por fileira. Cada cova continha três plantas, entretanto somente a mais vigorosa foi avaliada. O acompanhamento do crescimento das plantas ocorreu aos 18, 39, 53, 67, 81 e 95 dias após o plantio (dap). Para os dados obtidos ao longo do tempo, empregou-se equações de regressão para explicar o seu comportamento, obtendo-se assim a curva de crescimento. Para as plantas da cultivar THB analisadas no período, de 18 até 95 dap, houve crescimento da parte aérea (altura), de aproximadamente 9,5 cm a cada 10 dias, e em diâmetro do caule, cerca de 4 mm a cada 10 dias.

PALAVRAS-CHAVE: *Carica papaya* L., épocas de avaliação, curva de crescimento.

GROWTH OF FIELD ‘THB’ PAPAYA PLANTS

ABSTRACT: The objective of this work was to obtain the growth curve for height and stem diameter of ‘THB’ papaya plants in the field during the vegetative phase. In all, 100 plants were evaluated in four random rows, 25 holes in a row per row. Each pit contained three plants,

but only the most vigorous was evaluated. Plant growth was monitored at 18, 39, 53, 67, 81 and 95 days after planting (dap). For the data obtained over time, regression equations were used to explain their behavior, thus obtaining the growth curve. For the plants of cultivar THB analyzed from 18 to 95 dap, there was growth in height of approximately 9.5 cm every 10 days and stem diameter about 4 mm every 10 days.

KEYWORDS: *Carica papaya* L., evaluation time, growth curve.

1 | INTRODUÇÃO

A cultivar THB é pertencente ao grupo “Solo”, sendo lançada no mercado em 2004 (RUGGIERO et al., 2011).

Uma maneira de verificar o desempenho das plantas frente às variações de ambiente é avaliando suas características vegetativas, uma vez que essas podem responder de forma diferenciada quando submetidas a condições de luz temperatura, e precipitação que são peculiares de acordo com a época do ano (SILVA et. al., 2012). Segundo Medeiros & Oliveira (2007) o mamoeiro apresenta três fases de desenvolvimento distintas: 1) formação da planta, 2) floração e frutificação e 3) produção. Em mamoeiro as variações de ambiente são bem visíveis nas plantas até o período de floração, em que o cultivo é feito colocando no mínimo três mudas por cova, existindo assim a competição entre plantas na mesma cova por luz, nutrientes e água, o que as torna com crescimento diferenciado.

Caracterizar uma lavoura é importante, pois com base nesse conhecimento pode-se tomar decisões apropriadas quanto aos tratos culturais e condução da lavoura. Existe uma carência de informações referentes ao crescimento vegetativo do mamoeiro e as relações entre essa fase e o padrão de qualidade dos frutos, principalmente no que se refere a plantas originadas de sementes selecionadas pelos produtores (SILVA et al., 2010).

Considerando que, atualmente, a maior parte do conhecimento sobre o mamoeiro ‘THB’ está entre os agricultores e que pouco se encontra divulgado cientificamente, objetivou-se com este trabalho, contribuir com a disseminação de conhecimento sobre a variedade, por meio da obtenção da curva de crescimento para altura da parte aérea e diâmetro de caule das plantas durante a fase vegetativa.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Curvas de crescimento para altura de parte aérea e diâmetro de caule de plantas de mamoeiro ‘THB’ foram obtidas a partir de avaliações feitas entre o final de janeiro e início de junho de 2018, na fazenda Santa Terezinha, pertencente a empresa Caliman S.A., no município de Linhares, estado do Espírito Santo.

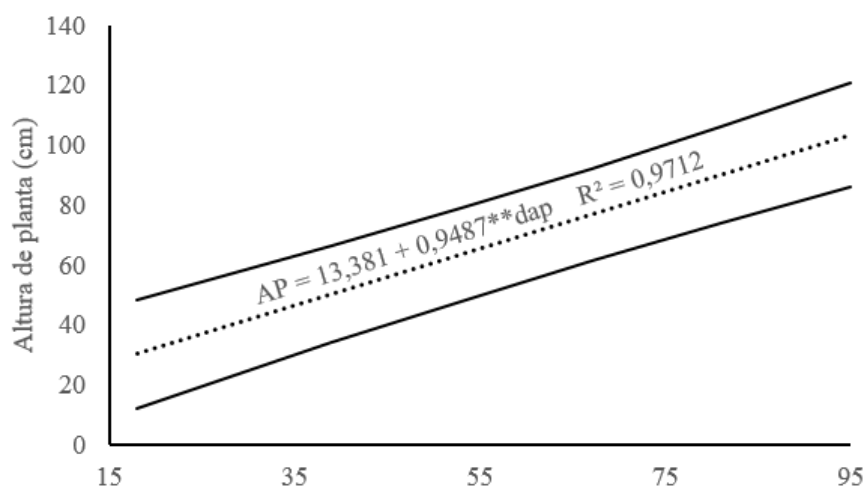
O plantio comercial foi realizado em solo argissolo vermelho amarelo distrófico, num espaçamento 3,5 x 1,5 m, com três mudas por cova, num talhão

de aproximadamente 12,0 hectares. A lavoura foi conduzida com todos os tratos culturais segundo padrão da Caliman Agrícola S.A. Por ocasião do plantio selecionou-se quatro fileiras aleatórias e, nestas demarcaram-se, em cada fileira, 25 covas, sequencialmente. Nestas 100 covas acompanhou-se o crescimento das plantas até os 95 dias após o plantio (dap), ocasião em que mais de 50% das covas estavam com a sexagem completada, onde deixou-se apenas uma muda hermafrodita por cova. Em cada cova avaliou-se dentre as três plantas a mais vigorosa aos 18, 39, 53, 67, 81 e 95 dap. As características avaliadas foram: diâmetro do caule, medido em mm, a 10 cm do solo, com paquímetro digital; altura da planta, em cm, medido do solo até o ápice do caule, na saída da última folha.

Para os dados de crescimento, ao longo do tempo, de cada característica avaliada, procurou-se estabelecer equações de regressão que explicassem o comportamento. As análises estatísticas das curvas de regressão foram feitas usando o software Genes (CRUZ, 2016) e a representação gráfica pelo software Excel® (LEVINE et al., 2017).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento das plantas de mamoeiro ‘THB’ para altura da parte aérea (AP) e diâmetro de caule (DC) é apresentado na Figura 1. De acordo com os critérios de significância estatística dos coeficientes de regressão, as duas características se ajustam melhor a modelo linear simples, onde ainda pode-se verificar o excelente ajuste mostrado pelo coeficiente de determinação (R^2), superior a 0,95.



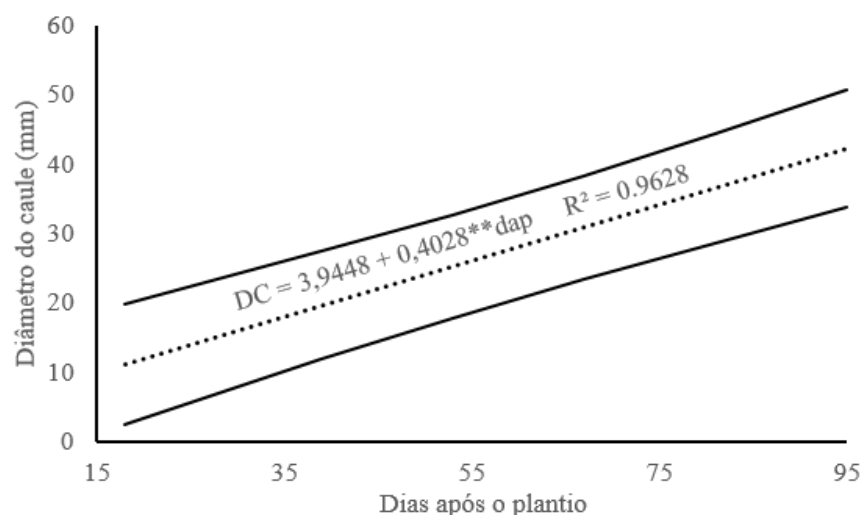


Figura 1 – Curva de crescimento de plantas de mamoeiro ‘THB’, a campo, para altura da parte aérea (AP) e para diâmetro de caule (DC) (A linha tracejada indica a reta ajustada de acordo com a equação estimada e as linhas contínuas indicam intervalo de confiança a 95%, dap = dias após plantio. ** indica coeficiente estatisticamente diferente de zero pelo teste F).

De acordo com a equação ajustada, a AP de ‘THB’ cresceu linearmente com aumento de aproximadamente 1,0 cm ao dia. Desta forma, a AP estimada aos 90 dap foi de 98,76 cm, com 95% das plantas estando com altura entre 82 e 116 cm. Simão (2017) também avaliando ‘THB’ aos 90 dap, verificou que a média da AP foi de cerca de 85 cm, embora o plantio tenha se estabelecido no inverno e, no experimento em questão, o plantio foi estabelecido no verão. Schmidt et al. (2016), avaliando ‘THB’ em várias épocas de plantio, verificaram que, as plantas crescem mais rapidamente quando os plantios foram estabelecidos no verão.

Concernente à DC, com comportamento ajustado ao modelo linear simples crescente, aos 90 dap as plantas apresentaram DC = 40,20 mm, sendo que, 95% das plantas estavam com valores entre 40 e 50 mm. Estes resultados são semelhantes aos verificados por Silva et al. (2010) com o mamoeiro ‘Golden’ e, por Simão (2017) com o mamoeiro ‘THB’. De acordo com a equação ajustada, percebe-se também que, até os 95 dap, as plantas crescem em diâmetro cerca de 4 mm a cada 10 dias.

Os resultados encontrados para AP e DC refletem a realidade nos plantios comerciais, onde verificam-se na fase vegetativa uma grande concorrência entre as plantas na cova, principalmente pela competição por luz, nutrientes e água, o que as torna com crescimento diferenciado.

4 | CONCLUSÃO

No período analisado em campo, dos 18 até aos 95 dap, a cultivar THB teve o crescimento da parte aérea (altura) de aproximadamente 9,5 cm a cada 10 dias, e o diâmetro do caule, cerca de 4 mm a cada 10 dias.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela bolsa fornecida ao primeiro autor, à UFES, pelo fornecimento de transporte, e à Caliman Agrícola S.A., pela área cedida e infraestrutura fornecida para a realização do experimento.

REFERÊNCIAS

CRUZ, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.

LEVINE, D. M.; STEPHAN, D. F.; SZABAT, K. A. **Statistics for managers using Microsoft® Excel**. 8. ed. London: Pearson, 2017. 728 p.

MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. A. D. Fertirrigação da cultura do mamoeiro. In: MARTINS, D.; COSTA, A. N.; COSTA, A. F. S. (Ed.). **Papaya Brasil: manejo, qualidade e mercado do mamão**. Vitória: Incaper, 2007. 704 p.

SCHMILDT, E. R.; SCHMILDT, O.; CRUZ, C. D.; CATTANEO, L. F.; FERREGUETTI, G.A. Optimum plot size and number of replications in papaya field experiment. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 2, p.1-9, 2016.

SILVA, C. A.; FERREIRA, J. P.; NASCIMENTO, C. A.; CATTANEO, L. F.; SCHMILDT, O.; SCHMILDT, E. R. Taxa de crescimento em acessos de mamão (*Carica papaya* L.) em função de seis épocas do ano. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 12, 2012, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: UNIVAP, 2012.

SILVA, M. M.; BROETTO, S. G.; VALBÃO, S. C.; COSTA, A. F. S.; SILVA, D. M. Características vegetativas e de frutos de mamoeiros obtidos por seleção massal. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.1, p.29-38, 2010.

SIMÃO, L. A. **Fertilizantes de liberação controlada no crescimento e desenvolvimento do mamoeiro THB**. 2017. 30f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2017.

RUGGIERO, C.; MARIN, S. L. D.; DURIGAN, J. F. Mamão, uma história de sucesso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 76-82, 2011.

CRESCIMENTO MICELIAL DE *COLLETOTRICHUM* spp. EM DIFERENTES MEIOS DE CULTURA

Elisson Felipe Rezende Cano

Pontifícia Universidade Católica do Paraná
(PUCPR). Toledo – Paraná.

Marta Sabrina Nimet

Pontifícia Universidade Católica do Paraná
(PUCPR). Toledo – Paraná.

Mayco Antonio Batistella

Pontifícia Universidade Católica do Paraná
(PUCPR). Toledo – Paraná.

Fabio Mattes Maiorki

Pontifícia Universidade Católica do Paraná
(PUCPR). Toledo – Paraná.

Felipe José Gibbert

Pontifícia Universidade Católica do Paraná
(PUCPR). Toledo – Paraná.

Márcia de Holanda Nozaki

Pontifícia Universidade Católica do Paraná
(PUCPR), Prof^a. Dra do curso de Agronomia.
Toledo – Paraná.

RESUMO: O fungo *Colletotrichum graminicola* infesta, comercialmente, a cultura do Milho, causando antracnose das folhas e colmo, podendo levar a planta à morte. O fungo sobrevive em restos culturais e sementes. Assim, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes meios de cultura no crescimento micelial deste patógeno. O estudo foi realizado na PUCPR – Toledo, durante o mês de Abril de 2016, em delineamento experimental inteiramente

casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições. Os meios de cultura foram preparados previamente à incubação do patógeno e posteriormente levados a autoclave. Discos miceliais do patógeno foram extraídos das folhas do milho e depositados em placas que continham os diferentes meios de cultura, então as placas foram vedadas e armazenadas em temperatura ambiente. Foram realizadas duas medições do crescimento micelial com 4 dias após a incubação e com 8 dias após a incubação. Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística. Dentre todos os tratamentos o que apresentou o melhor resultado foi o tratamento Ágar-água-banana, enquanto que o tratamento Ágar-água teve menor crescimento dentre todos. Os tratamentos BDA e Ágar-nutriente obtiveram melhores resultados quando comparados ao tratamento Ágar-água devido ao seu maior potencial nutritivo, e, quando comparado à Ágar-água-Banana, demonstraram um crescimento menor. Portanto, o tratamento Ágar-água-banana mostrou-se viável para a produção massal do fungo.

PALAVRAS CHAVE: *Zeamays*, Antracnose do milho, substrato.

COLLETOTRICHUM spp. MYCELIAL
GROWTH IN DIFFERENT MEANS OF

ABSTRACT: The fungus *Colletotrichum graminicola* commercially infests the corn crop, causing anthracnose of leaves and stalk, leading to plant for death. The fungus survives on crop remains and seeds. The objective in this article was to evaluate the effect of different means of culture on the mycelial growth of this pathogen. The study was conducted on PUCPR in Toledo City, Paraná state in April 2016. The experimental treatment utilized was completely randomized with four treatments and four repetitions. The means of culture were prepared prior to pathogen incubation and then autoclaved. Pathogen mycelial discs were extracted from corn leaves and deposited on plates containing the different means of culture then the plates were sealed and stored at room temperature. Two mycelial growth measurements were realized, 4 days after incubation and 8 days after incubation. The data obtained were submitted to statistical analysis. Among all the treatments that presented the best result was the Agar-water-banana treatment, while the Agar-water treatment had the lowest growth among all. BDA and Agar-nutrient treatments had better results when compared to Agar-water treatment due to their higher nutritional potential, and, when compared to Agar-water-Banana, showed lower growth. Therefore, the Agar-water-banana treatment proved to be viable for mass production of the fungus.

KEYWORDS: *Zeamays*, Corn anthracnose, substrate.

1 | INTRODUÇÃO

Entre as atividades agrícolas no Brasil, a produção de grãos é uma das mais importantes. A safra brasileira de grãos 2014/2015 alcançou 209,5 milhões de toneladas, com mais um recorde sobre os números passados. O aumento é de 8,2%, ou 15,9 milhões de toneladas, sobre da produção de 2013/14, de 193,62 milhões de toneladas (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2015). Nessa produção de grãos, o milho (*Zea mays*) tem um papel de destaque. A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) em seu último levantamento da safra 2014/2015, registrou para o milho, somando as duas safras, uma produção de 84.729,2 mil toneladas, representando um acréscimo de 5,8% em relação à produção passada (2013/2014), que atingiu 80.051,7 mil toneladas. (CONAB, 2015).

O milho (*Zea mays*) é hoje o cereal mais produzido no mundo, é esperada uma produção de 989,30 milhões de toneladas para a safra 15/16, a produção mundial concentra-se basicamente em três grandes produtores: EUA, China e Brasil; sozinhos esses países representam 65,62% da produção mundial de milho.

Apesar dos bons números, ao observar-se a produção por hectare (kg ha⁻¹) o Brasil ainda possui uma produção reduzida, quando confrontado à outros produtores, como EUA, China e Argentina (COSTA et al., 2010a). Entre os fatores que contribuem para essa produtividade, podemos dar atenção especial para as doenças do milho. A antracnose causada pelo fungo *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W. Wils. é

uma das principais doenças do milho em todo o mundo (COSTA et al., 2010b)

O fungo *Colletotrichum graminicola* pode infectar todas as partes da planta de milho, resultando diferentes sintomas nas folhas, no colmo, na espiga nas raízes e no pendão, em qualquer fase de desenvolvimento, porém os sintomas tornam-se mais visíveis após o florescimento. Na fase foliar, a doença caracteriza-se pela presença de lesões de formas variadas, sendo às vezes difícil o seu diagnóstico. Nas nervuras, é comum a presença de lesões elípticas com frutificações (acérvulos do patógeno) (CASELA et al., 2006; COSTA et al., 2010b).

A antracnose de colmo, ou podridão do colmo é caracterizada pela formação, na casca, de lesões encharcadas, estreitas, elípticas na vertical ou ovais posteriormente tornam-se marrom-avermelhadas e, finalmente, marrom-escuras a negras. As lesões podem coalescer, formando extensas áreas necrosadas de coloração escura-brilhante. O tecido interno do colmo apresenta, de forma contínua e uniforme, coloração marrom-escuro podendo se desintegrar, levando a planta à morte prematura e ao acamamento. (CASELA et al., 2006; COSTA et al., 2010b). Também pode ocorrer o sintoma conhecido como *top dieback*, caracterizado pela murcha das folhas apicais e posterior seca do ponteiro da planta (COSTA et al., 2010a).

O patógeno pode sobreviver em restos de cultura ou em sementes, na forma de micélio e conídios. O ciclo de vida de *C. graminicola* pode ser dividido em cinco fases: produção e dispersão do inóculo primário nos restos culturais da cultura anterior, lesões foliares nas plântulas, manchas foliares com produção de inóculo secundário, colonização sistêmica com podridão do colmo e sobrevivência nos restos culturais (BERGSTROM; NICHOLSON, 1999 apud COSTA et al., 2010a).

Ainda, o patógeno pode ser disseminado de uma planta para outra por meio de vários agentes do ambiente aéreo. As sementes infectadas também podem disseminar o patógeno de uma área para outra e, quando semeadas, poderão transmiti-lo para plântulas, induzindo sintomas de *damping-off* de pré e pós-emergência. Para invadir o tecido hospedeiro, as espécies de *Colletotrichum* utilizam estratégias que variam de hemibiotróficos intracelular a necrotrófico subcuticular, desenvolvendo estruturas especializadas para penetrar no hospedeiro, como por exemplo, os apressórios. Com o processo de colonização do patógeno, nos tecidos da planta afetada, surgem os sintomas de antracnose, visíveis em folhas, inflorescências e frutos, sendo a doença mais severa em regiões tropicais e subtropicais. (MENEZES, 2006)

O uso de meio de cultura sólido para avaliação do crescimento de fungos é considerado adequado, pois, na natureza, os fungos comumente desenvolvem-se em substratos sólidos, tais como resíduos vegetais e animais ou no solo (BONONIET et al., 1999).

O cultivo in vitro tem como objetivo identificar as condições ótimas de crescimento do fungo em relação a meios de cultura, temperatura e tempo de incubação (HATVANI, 2001), sendo que o crescimento micelial do fungo, durante

um período de tempo, pode ser traduzido por uma curva sigmoidal típica, com várias fases com propriedades fisiológicas típicas (MONTINI et al., 2006).

Dessa forma, o presente estudo objetivou avaliar o efeito de diferentes meios de cultura no crescimento micelial do fungo *Colletotrichum graminicola*, afim de facilitar posteriores estudos de comportamento deste fungo.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia do campus Toledo da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, durante o mês de Abril de 2016.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, consistindo de quatro tratamentos, compostos por diferentes meios de culturas, sendo estes compostos por Ágar-água, BDA, Ágar-Nutriente e Ágar-Água-Banana, com quatro repetições cada.

Os meios de cultura foram preparados previamente à inoculação do patógeno nestes. Sendo o Ágar-água preparado a partir da adição de 2,0 gramas de Ágar, forma comercial preparada, em 100mL de água esterilizada. Para o segundo tratamento adicionou-se 3,9g de BDA (Batata-Dextrose-Ágar) à 100mL de água esterilizada. O tratamento 3 foi preparado com a adição de 2,8g de Ágar-Nutriente, preparado comercialmente, à 100mL de água esterilizada. O último tratamento foi disposto à partir da trituração de uma banana com 100mL e adição, ainda, de 2,0g de Ágar. Após o preparo, os meios de cultura, foram levadas a Autoclave (121° C, 1 atm, 20 minutos) para esterilização.

Após o preparo de todos os tratamentos, estes foram vertidos, ainda líquidos, em quatro Placas de Petri e aguardou-se a solidificação dos meios, então, discos miceliais de *Colletotrichum graminicola*, foram depositados no centro de cada placa dos diferentes tratamentos.

As placas foram vedadas e incubadas sob condições de temperatura e fotoperíodo ambiente, 25° C e 12 horas luz.

Realizou-se duas medições do crescimento micelial, aos quatro e oito dias após a incubação (DAI) no sentido diametricamente oposto, com auxílio de uma régua.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos a análise estatística no software SASM- Agri (CANTERI, 2001), utilizando-se a Análise de Variância e quando significativos, as médias, foram comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 1%.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 da análise de variância, houve diferença significativa para o meio de cultura do tratamento 4 (Ágar-Água+Banana), com 0,825 cm de crescimento,

na primeira avaliação que ocorreu com 4 dias após a inoculação. Enquanto que os tratamentos Ágar-Água, BDA e Ágar-Nutriente não houve diferença. Na segunda avaliação que ocorreu com 8 dias após a incubação, não houve diferença significativa entre os tratamentos BDA, Ágar-nutriente e Ágar-água-banana, enquanto que o tratamento Ágar-água se diferenciou dos demais, com a menor média (0,75 cm).

TRATAMENTO	MÉDIAS DE CRESCIMENTO MICELIAL (cm)	
	4 DAÍ	8 DAI
T1 – Ágar-água	0,325 b	0,75 b
T2 – BDA	0,525 b	8,275 a
T3 – Ágar-Nutriente	0,45 b	7,475 a
T4 – Ágar-Água-Banana	0,825 a	9 a
CV%	19,78%	19,05%

Tabela 1 - Crescimento micelial de *Colletotrichum* spp. submetido a diferentes meios de cultura. Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna são significativas a 1% pelo Teste de Tukey.

Na avaliação de 8 dias após a incubação, dentre os diferentes meios testados, o meio BDA teve maior crescimento micelial se comparado ao meio Ágar-nutriente, apesar de não apresentar diferença estatística. Resultado semelhante foi observado por Silva (2012), avaliando a esporulação e crescimento micelial de *Fusarium solani*, no qual obteve respostas significativas no crescimento micelial do mesmo com o meio de cultura BDA.

Já Borba (2006), obteve um maior crescimento micelial do fungo de *A. ambiguus* usando o tratamento Ágar nutritivo + tifa, resultado semelhante ao avaliado em Ágar-água-banana em que utilizou-se a banana como fonte de nutriente para o patógeno onde se conseguiu obter o melhor resultado.

O Ágar-água-banana obteve a melhor média de crescimento dentre todos devido a quantidade de nutrientes que o meio de cultura pode oferecer, devido a utilização de uma fonte de nutrientes alternativa, enquanto que o Ágar-água apresentou os menores valores de crescimento dentre os diferentes meios avaliados, isso provavelmente devido à falta de nutrientes, ocasionando pouco crescimento do fungo. Os tratamentos BDA e Ágar-nutriente obtiveram melhores resultados quando comparados ao tratamento Ágar-água devido aos seus maiores potenciais nutritivos do meio, e, quando comparados ao tratamento Ágar-água-banana, mesmo não diferindo estatisticamente na amostragem final com 8 dias após a inoculação, mostraram valores de crescimento menores nas duas avaliações realizadas (4 DAI e 8 DAI), sendo que na primeira avaliação o meio Ágar-água-banana apresentou diferença estatística, demonstrando uma qualidade de potencial de crescimento interessante para o fungo. De acordo com Kock (1975), diferenças de crescimento podem ocorrer devido à constituição do meio de cultura utilizado.

4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que devido ao alto índice de nutrientes presentes no tratamento composto de Ágar-Água-Banana, este mostra-se uma boa opção para incubação e reprodução do fungo e utilização em trabalhos posteriores.

REFERÊNCIAS

BONONI, V.L.; CAPELARI, M.; MAZIEIRO, R.; TRUFEM, S.F.B. **Cultivo de cogumelos comestíveis**. São Paulo: Ícone, 1999. 206p.

BORBA, R.S.; LOECK, A.E.V.; BANDEIRA, J.M.; MORAES, C.L.; CENTENARO, E.D. Crescimento do fungo simbionte de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* em meios de cultura com diferentes extratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, V.36, n.3, p.725-730, 2006.

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, V.1, N.2, p.18-24. 2001.

CASA, R.T.; MOREIRA, E.N.; BOGO, A.; SANGOI, L. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.4, p.353-357, 2007.

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S.; ALMEIDA, N.F.J. Doenças na cultura do Milho. **Circular Técnica**, Sete Lagoas, n.83,2006.

CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO; **Levantamento da Safra 2014/2015**. Ed. 12, 2015.

COSTA, R.V.; SILVA, D.D.; COTA, L.V.; PARREIRA, D.F.; FERREIRA, A.S.; CASELA, C.R. Incidência de *Colletotrichum graminicola* em colmos de genótipos de milho. **Summa Phytopathologica**, v.36, n.2, p.122-128, 2010^a.

COSTA, R.V.; COTA, L.V.; GUIMARÃES, P.E.; GUIMARÃES, L.J.M.; PARENTONI, S.N.; PACHECO, C.A.P.; SILVA, D.D.; PARREIRA, D.F. Métodos de inoculação de *Colletotrichum graminicola* em Colmo de Milho. **Circular Técnica**, Sete Lagoas, n.137, 2010b. apud BERGSTROM, G. C.; NICHOLSON, R. L. The biology of corn anthracnose: knowledge to exploit for improved management. *PlantDisease*, St. Paul, v. 83, p. 596-608, 1999.

HATVANI, N. Antibacterial effect of the culture fluid of *Lentinula edodes* mycelium grown in submerged liquid culture. **International Journal of Antimicrobial Agents**. v.17, n.1, p.71-74, 2001.

IMEA, Instituto Mato-grossense de Economia Aplicada; Entendendo o Mercado do Milho. **Workshop Jornalismo Agropecuário**. p. 6-12. 2015.

LIMA, M.L.F. & MENEZES, M. Estudo comparativo de isolados de *Colletotrichum graminicola* através da análise eletroforética de padrões proteicos e isoenzimáticos. **Fitopatologia Brasileira** 27:012-016. 2002.

MENEZES, M. Aspectos Biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, vol. 3, p.170-179, 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA; **Safra brasileira 2014/2015**. Levantamento. 2015.

MONTINI, R.M.C.; PASSOS, J.R.S.; EIRA, A.F. Digital monitoring of mycelium growth kinetics and vigor of shiitake (*Lentinula edodes* (Berk.) Pegler) on agar medium. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.37, p.90-95, 2006.

SERRA, I.M.R.S.; COELHO, R.S.B.; MENEZES, M. Caracterização fisiológica, patogênica e análise isoenzimática de isolados monospóricos e multispóricos de *Colletotrichum gloeosporioides*. **Summa Phytopathologica**, v.34, n.2, p.113-120, 2008.

SILVA, J.L.; TEIXEIRA, R.N.V. Esporulação e crescimento micelial de *Fusarium solani* em diferentes meios de cultura e regimes de luminosidade. **Revista Agro Ambiente**, V.6, n.1, p.47-52, 2012.

CAPÍTULO 21

DEFICIÊNCIA DE CÁLCIO E MAGNÉSIO AFETA O METABOLISMO DE NITROGÊNIO E O DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.)

Erinaldo Gomes Pereira

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

Albiane Carvalho Dias

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

Camilla Santos Reis de Andrade da Silva

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

Liliandra Barreto Emídio Gomes

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

Lorraine Cristina Henrique Almeida

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

Natália dos Santos Ferreira

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

Otávio Augusto Queiroz dos Santos

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

Octávio Vioratti Telles de Moura

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

Cássia Pereira Coelho Bucher

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

Carlos Alberto Bucher

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

Everaldo Zonta

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

Manlio Silvestre Fernandes

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

RESUMO: A nutrição adequada das plantas é um ponto chave para um bom desenvolvimento e produção. O desbalanço nutricional pode acarretar em alterações metabólicas e interferir de forma negativa no ciclo vital das plantas. Objetivou-se com este trabalho examinar alterações no metabolismo de nitrogênio (N) em plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) submetidas a deficiência de cálcio e magnésio. Para isso as plantas foram cultivadas em solução nutritiva modificada de Hoagland e Arnon, 1950, a 1/2 de força iônica, 1,5 mM de NO_3^- mais 0,5 mM de NH_4^+ e pH 5,8, por duas semanas antes do

início do tratamento. Posteriormente foram divididas em três grupos, sendo o primeiro grupo como controle (solução nutritiva completa), e os outros dois grupos com plantas cultivadas em solução nutritiva sem cálcio ou magnésio. A solução foi repostada a cada três dias. Após 15 dias nestas condições as plantas foram coletadas, seccionadas em raízes bainhas e folhas. Foram determinados os seguintes parâmetros: massa fresca de raízes, bainhas e folhas, atividade da enzima nitrato redutase, e os teores internos de nitrato, amônio, aminoácidos totais e açúcares totais. As plantas submetidas a deficiência nutricional apresentaram diminuição da atividade da NR nas folhas e aumento nas raízes. Foi registrado menor teor de NO_3^- , e acúmulo de NH_4^+ , aminoácidos totais e açúcares solúveis nas raízes, bainhas e folhas, além de redução na massa fresca total. Os resultados sugerem interferência direta do cálcio e magnésio na absorção e assimilação do N.

PALAVRAS-CHAVE: Nitrato, amônio, aminoácidos, açúcares solúveis

CALCIUM AND MAGNESIUM DEFICIENCY AFFECT NITROGEN METABOLISM AND RICE PLANT DEVELOPMENT (*Oryza sativa* L.)

ABSTRACT: Proper plant nutrition is a key point for good development and production. Nutritional imbalance can lead to metabolic changes and negative interferences in plant life cycle. The objective was to use analytical changes in nitrogen (N) metabolism in rice (*Oryza sativa* L.) plants submitted to calcium and magnesium deficiency. For this, the plants were grown in modified nutrient solution of Hoagland and Arnon, 1950, a half of ionic strength, 1.5 mM NO_3^- plus 0.5 mM NH_4^+ and pH 5.8, by weeks before. from the beginning of the exercise. treatment. Subsequently, they were divided into three groups, the first group being control, and the other two groups with plants grown in nutrient solution without calcium or without magnesium. The solution was replaced every three days. After 15 weeks the plants were collected, sectioned on sheath roots and leaves. The following parameters were: fresh mass of roots, sheaths and leaves, activity of nitrate reductase enzyme, and internal levels of nitrate, ammonium, total amino acids and total sugars. As plants subjected to nutritional deficiency, NR activity in leaves and root increase. Lower NO_3^- content, higher content of NH_4^+ , amino acids and soluble sugars in the sheath and leaf roots, as well as reduction in total fresh mass. The results suggest that calcium and magnesium in the absorption and assimilation of N.

KEYWORDS: Nitrate, ammonium, amino acids, soluble sugars.

1 | INTRODUÇÃO

Cálcio e Magnésio são macronutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas. São classificados como essenciais por atenderem os três critérios propostos por Arnon & Stout (1939), sendo eles: a ausência desses elementos impede que a planta complete o ciclo vital; eles não podem ser substituídos por outros elementos

com propriedades similares; e participam diretamente no metabolismo das plantas, e os seus benefícios não estão relacionados somente ao fato de melhorar as características do solo, mas também o crescimento da microflora ou alguma efeito similar.

De acordo com a lei do mínimo proposta por Liebig (1840) a produção é limitada pelo fator que estiver no mínimo, desse modo a deficiência de Cálcio e Magnésio ocasiona, entre outras alterações, a diminuição na produção.

O cálcio é absorvido pelas raízes das plantas e distribuído para a parte aérea pelo xilema. Possui baixa mobilidade nas plantas e encontra-se firmemente ligado a estruturas no apoplasto. Grande parte do cálcio absorvido pode ser encontrada nos vacúolos das células (ISAYENKOV et al., 2010), baixas concentrações são encontradas no simplasto e no floema.

A maior parte de sua atividade está relacionada à sua capacidade para a coordenação, pelo qual fornece estabilidade nas ligações intermoleculares reversíveis, predominantemente nas paredes celulares e na membrana plasmática (WHITE; BROADLEY, 2003). Um sinal de Ca está envolvido na regulação de células de alongação e divisão e podem ser encontrados no fuso mitótico é também crítico nas vias de transdução de sinal (FEDRIZZI et al., 2008) por ligação com calmodulina, uma proteína citosólica de plantas (PALIYATH; THOMPSON, 1987).

As deficiências de cálcio raramente aparecem no campo, porque os efeitos secundários limitam primeiro a produção. Os sintomas de deficiência são mais comuns em hortícolas, e a indisponibilidade está mais relacionada a incapacidade da planta de translocar o cálcio para a parte afetada do que a própria deficiência devido a níveis insuficientes (WHITE; BROADLEY, 2003). Isso ocorre porque o cálcio não pode ser mobilizado de tecidos antigos e redistribuído pelo o floema.

Como principais sintomas de deficiência apresentado pelas plantas pode-se citar: limitação do crescimento, escurecimento e apodrecimento do sistema radicular; clorose internerval nas folhas mais novas, podendo ocorrer também morte de tecidos do caule e pecíolo das folhas; queda das flores e mau desenvolvimento das sementes; tecidos jovens e folhas novas apresentam aspecto gelatinoso nas pontas e nos pontos de crescimento, geralmente ocasionado pela falta de pectato de Ca para a formação da parede celular. Em condições de deficiência mais severa as flores podem abortar e os pontos de crescimento de novas folhas podem aparecer queimados ocasionando a morte.

O Magnésio é absorvido pelas raízes das plantas, mas, para que ocorra a absorção é necessário que a raiz entre em contato com este elemento, seja por interceptação radicular, por difusão ou por fluxo de massa, sendo este último o processo responsável pela maior proporção de cátions bivalentes com a raiz.

Uma vez dentro das plantas o magnésio exerce diversas funções, sendo estas funções relacionadas a capacidade desse elemento em interagir com ligantes nucleofílicos. O Magnésio, juntamente com o nitrogênio, são os únicos nutrientes do

solo que são constituintes da clorofila.

A ativação enzimática é um dos papéis de destaque desse elemento, sendo cofator de quase todas as enzimas fosforilativas. Atribui-se também a esse elemento a função de carreador de fósforo, possivelmente devido ao aumento na absorção de fósforo na presença do Magnésio.

Por ser um elemento móvel nas plantas a deficiência desse nutriente acontece primeiramente nas folhas mais velhas. Os principais sintomas de deficiência são o amarelecimento, bronzeamento e vermelhidão das folhas, enquanto as nervuras permanecem verdes.

Deficiência de magnésio resulta também em aumentos dramáticos na acumulação de carboidratos no tecido de origem, alterando o metabolismo fotossintético de carbono e restringindo a fixação de CO_2 (HERMANS et al., 2004).

O arroz, por ser um alimento consumido diariamente por grande parte da população mundial, requer grande quantidade de nutrientes para que a produção seja possível. Desbalanços nutricionais podem acarretar problemas graves no metabolismo e consequentemente na produção.

Objetivou-se com este trabalho examinar alterações no metabolismo de nitrogênio (N) de plantas de arroz (*Oryza sativa* L.), variedade Piauí, submetidas a deficiência de cálcio e magnésio.

2 | MATERIAL MÉTODOS

2.1 Condições de cultivo

O experimento foi conduzido em câmara de crescimento do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas (LNMP), localizado no Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

Sementes de arroz, variedade Piauí, foram desinfestadas em hipoclorito de sódio 2,5 %, germinadas sob gases em vasos contendo água destilada, e transferidas para solução nutritiva modificada de Hoagland e Arnon, 1950, a 1/2 de força iônica, 1,5 mM de NO_3^- mais 0,5 mM de NH_4^+ e pH 5.8, por duas semanas antes do início do tratamento. As plantas foram cultivadas a uma temperatura de 28 °C/24 °C (dia/noite), fotoperíodo de 14h/10h (luz/escuro), fluxo de fótons fotossintético de 400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e umidade relativa de 70%. A solução nutritiva foi substituída a cada três dias. Para gerar deficiência individual dos macronutrientes em estudo, CaSO_4 foi retirado para deficiência de Ca, MgSO_4 retirado para deficiência de Mg. As plantas permaneceram 15 dias nessas condições, com troca de solução a cada três dias. Passado esse período as plantas foram coletadas, seccionadas em raízes bainhas e folhas, e pesadas para determinação da massa fresca.

2.2 Determinação da atividade da enzima Nitrato Redutase

A determinação da atividade da enzima nitrato redutase foi realizada em 0,2 gramas de raízes e folhas, de acordo com Jaworski (1971).

2.3 Determinação de frações solúveis

Durante a coleta 0,5 gramas de raízes, bainhas e folhas foram armazenados em 20 mL de etanol 80%, particionadas de acordo com Fernandes (1984), e utilizadas para determinação dos teores de NO_3^- , NH_4^+ , aminoácidos totais e açúcares solúveis, de acordo com Miranda et al, 2001, Felker, 1977, Yemm e Cocking, 1995, Yemm e Willis, 1954, respectivamente.

2.4 Determinação de parâmetros radiculares

Uma raiz intacta, de cada repetição, foi separada e armazenada em etanol 50% para determinação dos parâmetros radiculares. Estas raízes foram scaneadas em scanner de mesa e analisadas com o auxílio do programa WinRHIZO 2012b, o qual identificou e quantificou os seguintes parâmetros: comprimento total de raízes, área de superfície radicular, área de projeção, volume radicular, diâmetro médio, número de pontas, bifurcamento e número de cruzamentos.

2.5 Análises estatísticas

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias analisadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

As correlações de Pearson foram realizadas com o teste t ($p < 0,05$).

3 | RESULTADOS

3.1 Massa fresca

As plantas submetidas a deficiência nutricional tiveram o desenvolvimento prejudicado, apresentando menor produção de massa fresca de raízes, bainhas e folhas, se comparadas ao controle (Tabela 1).

Tratamentos	Raiz (g)	Bainha (g)	Folha (g)	Razão P.A/R
Controle	0,77 a	0,80 a	0,56 a	1,76 a
(-) Cálcio	0,58 b	0,68 b	0,29 b	1,70 a
(-) Magnésio	0,64 ab	0,60 b	0,50 ab	1,74 a

Tabela 1. Massa fresca e razão parte aérea/raiz (P.A/R) de plantas de arroz submetidas a deficiência de Nitrogênio, Fósforo e Potássio.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais entre linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

A menor produção de massa fresca de raízes (-25%) e folhas (-48%) foi verificada em plantas submetidas a deficiência de cálcio, o que resultou em menor relação parte aérea/raiz (Tabela 1). Plantas com deficiência de magnésio tiveram uma redução de 17% na massa fresca de raízes, de 11% na massa fresca de folhas e de 25% na produção de bainha (Tabela 1).

3.2 Parâmetros radiculares

Para caracterizar alterações no sistema radicular em plantas submetidas a deficiência de cálcio e magnésio foram determinados os seguintes parâmetros radiculares: comprimento, área de projeção, área de superfície, volume, número de pontas, diâmetro médio, bifurcamento e número de cruzamentos (Figura 1).

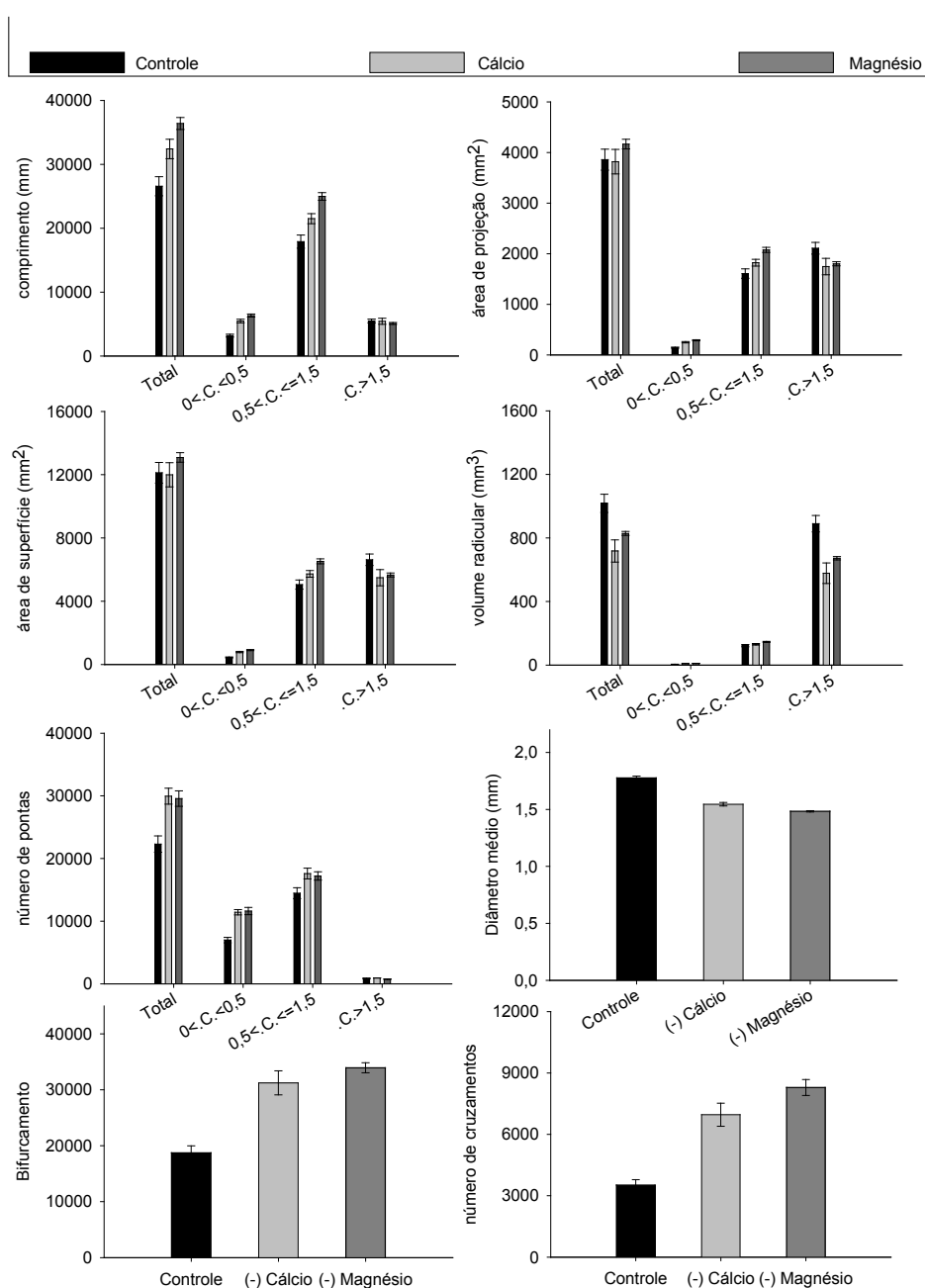


Gráfico 1. Parâmetros radiculares de plantas de arroz (variedade Piauí) submetidas a deficiência de Cálcio e Magnésio.

Examinando os resultados foi possível verificar grande alteração na arquitetura radicular. Quando submetidas a deficiência de cálcio e magnésio as plantas investiram em um sistema radicular com raízes de maior comprimento, de menor diâmetro e mais ramificadas, ramificação representada pelos maiores valores de bifurcamento, cruzamentos e número de pontas (Figura 1).

Menor área de projeção, de superfície e volume radicular, para raízes com diâmetro superior a 1,5 mm, foi verificado nas plantas sob deficiência nutricional. Por outro lado, estas mesmas plantas apresentaram maior investimento nestes mesmos parâmetros para as classes de raízes com diâmetros inferiores a 1,5 mm.

3.3 Teores de metabólitos e atividade da enzima nitrato redutase nos tecidos das plantas

A análise do perfil dos metabólitos solúveis demonstrou que a deficiência de cálcio e magnésio ocasionou alterações profundas nos teores da maioria dos metabólitos. Os teores de nitrato, amônio, aminoácidos totais e açúcares solúveis estão apresentados na tabela 2.

N-nitrato (μ moles/g peso fresco)			
Partes	Controle	(-) Cálcio	(-) Magnésio
Raiz	10,37a	7,34b	8,80b
Bainha	14,23a	8,55b	9,62b
Folha	4,24a	2,35c	3,73b
N-amônio (μ moles/g peso fresco)			
Raiz	2,96b	3,26ab	3,99a
Bainha	4,21b	6,78 ^a	4,58b
Folha	6,58b	12,35 ^a	7,21b
N-Amino (μ moles/g peso fresco)			
Raiz	8,14c	17,49 ^a	10,20b
Bainha	14,06c	35,57 ^a	16,72b
Folha	26,12c	53,38 ^a	45,48b
Açúcares totais (%)			
Raiz	2,22c	2,97b	9,75a
Bainha	2,20c	6,40b	9,84a
Folha	3,31c	9,36 ^a	4,62b

Tabela 2. Teores de frações solúveis em plantas de arroz submetidas a deficiência de Nitrogênio, Fósforo ou Potássio.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais entre colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de nitrato nas raízes e nas bainhas foram menores nas plantas sob deficiência nutricional. Esse menor teor de nitrato foi acompanhado por acúmulo de amônio, aminoácidos totais e açúcares solúveis em todas as partes analisadas.

Entre as deficiências em estudo os maiores acúmulos de amônio foram registrados nas bainhas (61%) e folhas (88%) das plantas deficientes em cálcio. Nestas mesmas plantas foram registrados acúmulos de 115%, 153%, 104%, 34%, 190%, 178%, de aminoácidos totais e açúcares solúveis nas raízes, bainhas e folhas, respectivamente.

Os maiores acúmulos de açúcares solúveis foram verificados nas raízes (340%) e bainhas (347%) das plantas sob deficiência de magnésio. Estas plantas apresentaram também o maior acúmulo de 35%.

Apesar do menor teor de NO_3^- apresentado nas raízes as plantas submetidas a deficiência de cálcio e magnésio tiveram aumento de 36% e 34%, respectivamente, na atividade da enzima NR. No entanto, a atividade da NR nestas foi reduzida em 40% e 72%.

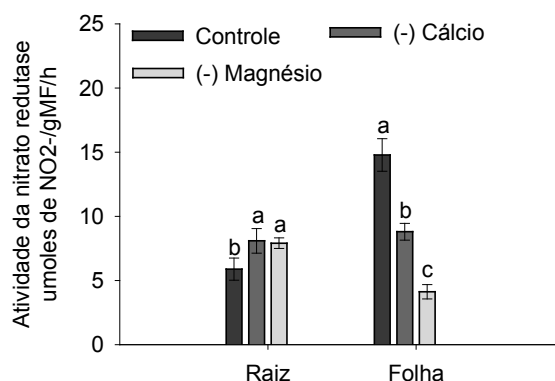


Gráfico 2. Atividade da enzima nitrato redutase em plantas de arroz (variedade Piauí) submetidas a deficiência de Cálcio e Magnésio.

3.4 Correlação de Pearson

Os resultados da análise de correlação dos metabólitos solúveis em diferentes partes das plantas cultivadas em condições padrão, sob deficiência de cálcio e magnésio são apresentados nas figuras 3, 4 e 5, respectivamente.

Alterações nas taxas de correlação foi observada em todas as associações quando as condições de cultivo foram modificadas (imposição das deficiências nutricionais).

Como foi verificado correlações significativas para diversos parâmetros, independentemente dos tratamentos, decidimos por nos ater as correlações entre nitrato nas raízes e folhas com amônio, aminoácidos e açúcares solúveis nestes mesmos órgãos.

Sob condição controle o teor de nitrato nas raízes apresentou alta correlação positiva com amônio nas raízes e folhas ($r = 0,6$ e $0,8$), aminoácidos nas raízes ($r = 0,9$), e açúcares nas folhas ($r = 0,8$). O teor de nitrato nas folhas apresentou correlação negativa apenas com açúcares nas raízes e folhas ($r = -1$ e $-0,6$).

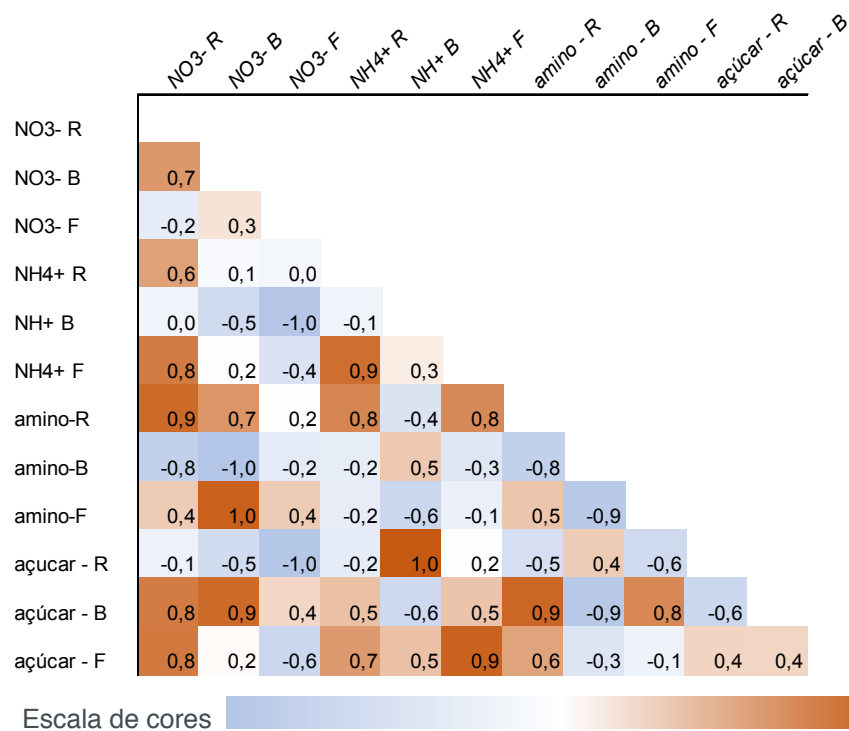


Figura 3. Coeficientes de correlação entre teores de metabólitos solúveis obtidos de plantas de arroz, variedade Piauí, cultivadas em condição padrão (controle)

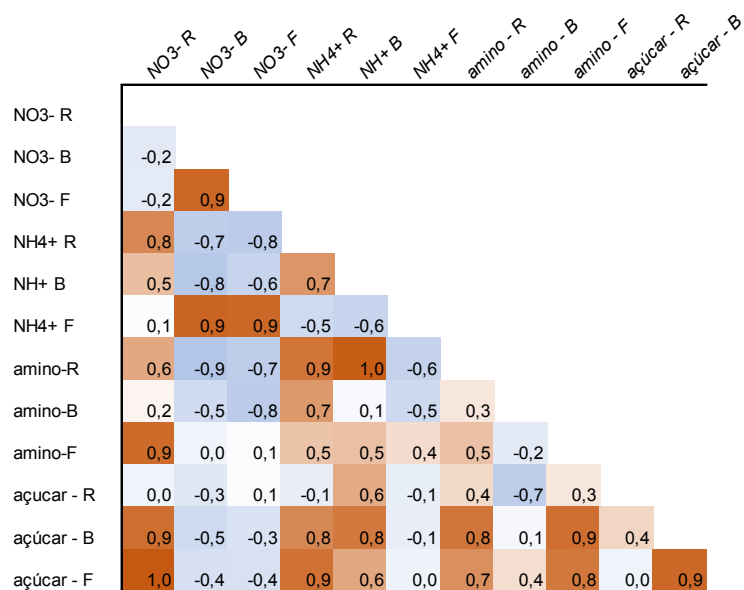


Figura 4. Coeficientes de correlação entre teores de metabólitos solúveis obtidos de plantas de arroz, variedade Piauí, cultivadas em condição de deficiência de cálcio

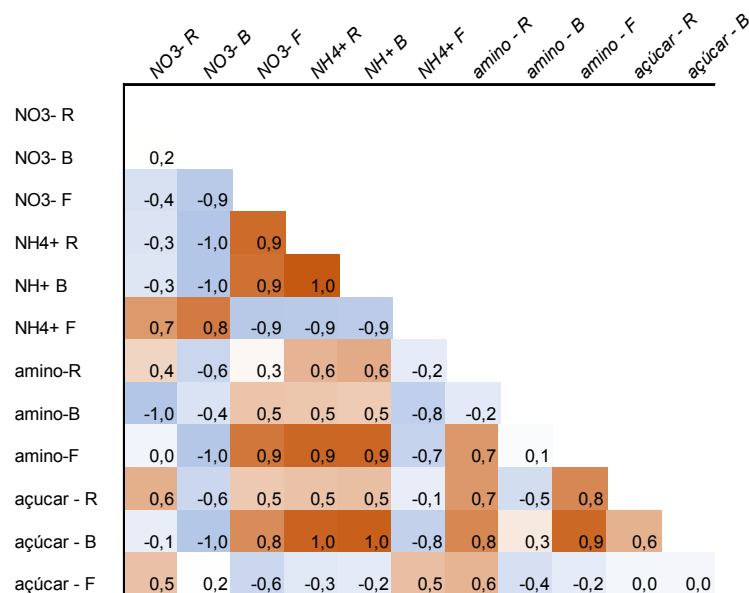


Figura 5. Coeficientes de correlação entre teores de metabólitos solúveis obtidos de plantas de arroz, variedade Piauí, cultivadas em condição de deficiência de magnésio

Quando submetidas a deficiência de cálcio o teor de nitrato nas raízes se correlacionou positivamente com aminoácidos nas raízes ($r = 0,6$) e com açúcares solúveis nas folhas ($r = 1$). O teor de nitrato nas folhas correlacionou negativamente com os teores de amônio e aminoácidos nas raízes ($r = -0,8$ e $-0,7$).

A deficiência de magnésio resultou em teores de nitrato nas raízes que correlacionaram positivamente com amônio nas folhas ($r = ,7$) e açúcares nas raízes ($r = 0,6$). O teor de nitrato das folhas apresentou correlação positiva com os teores de amônio e aminoácidos nas raízes ($r = 0,9$), e correlação negativa para amônio e açúcares nas folhas ($r = -0,9$ e $-0,6$).

4 | DISCUSSÃO

Plantas de arroz expostas a deficiência de cálcio e magnésio durante 15 dias exibiram diferenças em termos de crescimento e produção de metabólitos solúveis. De forma não surpreendente o crescimento das plantas em resposta aos tratamentos foi fortemente influenciado.

Apesar da menor massa fresca de raízes, as plantas sob deficiência nutricional exibiram um sistema radicular mais ramificado, com raízes mais finas e compridas. Este comportamento do sistema radicular é típico de plantas com deficiência nutricional, no intuito de explorar melhor o solo.

Cada nutriente teve um grande efeito nos teores internos de nitrato, independente da parte analisada. Sung et al (2018) relatou que plantas de repolho cultivadas em solução nutritiva com ausência de N por 15 dias tiveram uma redução na absorção de cálcio e magnésio, além de outros cátions. Esse comportamento foi atribuído a efeitos sinérgicos e antagônicos entre os nutrientes presentes em solução. Estes efeitos

também foram relatados em outros estudos (MENGEL & KIRKBY., 1987; JONES Jr. et al., 1991; GUNES et al., 1998), sugerindo que alterações no metabolismo de diferentes nutrientes era possível, o que justificou a ideia do presente trabalho em determinar a influencia da deficiência de macronutrientes (cálcio e magnésio) no metabolismo de nitrogênio (NO_3^-).

Uma vez dentro das células radiculares o NO_3^- pode ter diferentes destinos: ser reduzido a NO_2^- no citosol e posteriormente em NH_4^+ dentro de plastídeos; estocado em vacúolos para ser assimilado posteriormente; ou exportado via xilema para parte aérea. O primeiro passo para assimilação de NO_3^- ocorre no citosol, pela ação da enzima nitrato redutase (NR), resultando na redução de NO_3^- à NO_2^- , e consumo de poder redutor (NADH ou NADPH). O NO_2^- é direcionado a plastídeos ou cloroplastos, onde é reduzido à NH_4^+ pela ação da enzima nitrito redutase (NiR), utilizando ferredoxina reduzida. O NH_4^+ resultante da redução do NO_3^- é incorporado dentro de esqueletos de carbono pela ação sequencial das enzimas GS/GOGAT (glutamina sintetase/glutamato sintase), e asparagina sintetase (AS) (TEGEDER; MASCLAUX, 2018). Para o correto funcionamento desse processo os mecanismos de sinalização, absorção e assimilação de N tem que estar em perfeita harmonia, deficiência em alguma dessas etapas ocasiona efeitos negativos as plantas. Como foi possível observar, a redução do nitrato pela enzima NR foi severamente afetada nas folhas. Em consequência as plantas aumentaram a atividade da NR nas raízes, possivelmente para assimilar o excesso de NO_3^- o qual, em condições normais, seria reduzido em sua maioria na parte aérea.

No geral, a deficiência de cálcio e magnésio resultou em menores teores de NO_3^- nos tecidos, bem como acúmulo de NH_4^+ , aminoácidos totais e açúcares solúveis. A menor concentração de NO_3^- dentro das células, principalmente nas células radiculares, pode ter sido ocasionado por diferentes processos. A deficiência de cálcio causa desestruturação de membranas, prejudica a absorção iônica e mecanismos de sinalização, com isso a absorção do NO_3^- em solução pode ter sido prejudicada, e parte do N absorvido não foi assimilado com eficiência, resultando no acúmulo de amônio e aminoácidos, assim como de açúcares solúveis que são constituintes estruturais dos aminoácidos e, conseqüentemente, de proteínas.

A deficiência de Magnésio interfere diretamente na eficiência do processo fotossintético, uma vez que 15 a 20% do total de magnésio presente na planta encontra-se nas clororofilas. Além disso a função enzimática desse elemento constitui-se de suma importância para as plantas. É cofator de maioria das enzimas fosforilativas, forma uma ponte entre o pirofosfato do ATP ou do ADP e a molécula da enzima. Desajuste nestes processos resulta em efeitos negativos na fotossíntese, respiração, assimilação de compostos orgânicos, absorção iônica e trabalho mecânico executado pelas plantas. Esses fatores em conjunto ocasionaram possivelmente os menores teores de nitrato e o acúmulo de amônio, aminoácidos e açúcares solúveis nas raízes, bainhas e folhas.

Como consequência da distribuição diferencial dos metabólitos solúveis, apresentada pelas plantas deficientes em cálcio e magnésio comparadas as plantas do tratamento controle, houve mudanças nos padrões de correlação entre os teores de NO_3^- e os demais metabólitos em estudo. Em condições normais de cultivo, os teores de NO_3^- nas raízes apresentaram alta correlação positiva com os teores de NH_4^+ e açúcares solúveis nas folhas, o que não foi apresentado pelas plantas sob condição de deficiência, exceto para correlação de NO_3^- nas raízes e açúcares solúveis nas folhas ($r=1$) de plantas sob deficiência de cálcio.

5 | CONCLUSÃO

A deficiência de cálcio e magnésio estimula a ramificação do sistema radicular, com investimento em raízes mais compridas e de menor diâmetro.

Por outro lado, prejudica a assimilação de nitrogênio, ocasionado o acúmulo de metabólitos solúveis, e redução no desenvolvimento das plantas como um todo.

REFERÊNCIAS

ARNON, DANIEL ISAAC; STOUT, P. R. **The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper**. Plant physiology, v. 14, n. 2, p. 371, 1939.

FEDRIZZI, L., LIM, D.; CARAFOLI, E. (2008). **Calcium and signal transduction**. Biochemistry and Molecular Biology Education, 36, 175–180.

FELKER, P. **Micro determination of nitrogen in seed protein extracts**. Analytical Chemistry, v.49, 1977.

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

GUNES, A., ALPASLAN, M., INAL, A. (1998): **Critical nutrient concentrations and antagonistic and synergistic relationships among the nutrients of NFT-grown young tomato plants**. J. Plant Nutr. 21, 2035–2047.

HERMANS, C., JOHNSON, C. N., STRASSER, R. J., VERBRUGGEN, N. (2004): **Physiological characterization of magnesium deficiency in sugar beet: acclimation to low magnesium differentially affects photosystems I and II**. Planta 220, 344–355.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-culture method for growing plants without soil**. California Agricultural of Experimental Station Bull, v.347, p.1-32, 1950.

ISAYENKOV, STANISLAV; ISNER, JEAN CHARLES; MAATHUIS, FRANS JM. **Vacuolar ion channels: roles in plant nutrition and signalling**. FEBS letters, v. 584, n. 10, p. 1982-1988, 2010.

JONES JR., J. B., WOLF, B., MILLS, H. A. (1991): **Plant Analysis Handbook**. Micro Macro Publishing, Athens, GA, USA.

LIEBIG, JUSTUS. **Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie**. F. Vieweg und Sohn, 1840.

MENGEL, E. A., KIRKBY, E. A. (1987): **Principles of Plant Nutrition**. International Potash Institute, Bern, Switzerland.

MIRANDA, J.R.P.; CARVALHO, J.G.; SANTOS, D.R.; FREIRE, A.L.O.; BERTONI, J.C.; MELO, J.R.M. & CALDAS, A.L. **Silício e cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de moringa (Moringa oleífera Lam.)**. R. Bras. Ci. Solo, 26:957-965, 2002.

PALIYATH, G. AND THOMPSON, J. E. (1987). **Calcium- and calmodulin regulated breakdown of phospholipid by microsomal membranes from bean cotyledons**. Plant Physiology, 83, 63–68.

SUNG, JWAKYUNG et al. **Changes in mineral nutrient concentrations and C-N metabolism in cabbage shoots and roots following macronutrient deficiency**. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, v. 181, n. 5, p. 777-786, 2018.

TEGEDER, M., MASCLAUX-DAUBRESSE, C., 2018. **Source and sink mechanisms of nitrogen transport and use**. New Phytol. 217, 35–53.

WHITE, PHILIP & BROADLEY, MARTIN. (2003). **Calcium in Plants**. *Annals of botany*. 92. 487-511. 10.1093/aob/mcg164.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. **The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone**. Biochemical journal, v. 57, n. 3, p. 508, 1954.

YEMM, E.W. & COCKING, E. C. **The determination of amino-acid with ninhydrin**. Analytical Biochemistry, v.80, p.209-213, 1955.

DIMENSIONAMENTO AMOSTRAL PARA MAMOEIRO 'ALIANÇA' EM CAMPO

Omar Schmildt

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

Karina Tiemi Hassuda dos Santos

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

Renan Garcia Malikouski

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

Vinicius de Souza Oliveira

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

Adriel Lima Nascimento

Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre,
Espírito Santo.

Gleyce Pereira Santos

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

Geraldo Antônio Ferreguetti

Caliman Agrícola S/A, Linhares, Espírito Santo.

Edilson Romais Schmildt

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

de mamoeiro (*Carica papaya* L.) é importante pois permite adequadas decisões quanto aos diversos tratos culturais na correta condução da cultura. Essa caracterização é feita baseada em amostragem devido a fatores econômicos, tempo na coleta dos dados e mão de obra necessária. Porém, o tamanho amostral pode variar em função da característica avaliada e da cultura que se deseja estudar. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi determinar o tamanho de amostra para caracterizar lavouras comerciais mamoeiro 'Aliança' em campo. O estudo foi realizado na fazenda Santa Terezinha, pertencente à empresa Caliman Agrícola S.A., no município de Linhares, Estado do Espírito Santo. Foram selecionadas quatro fileiras aleatórias e, nestas demarcaram-se, em cada fileira, 25 plantas, sequencialmente. Em cada planta avaliou-se aos 0, 46, 81 e 123 dias após o plantio (dap) as seguintes características: diâmetro do caule; altura da planta. Aos 123 dap avaliou-se também a altura de inserção da primeira flor. A caracterização do diâmetro de caule e altura de planta, na fase vegetativa, e, altura de inserção de primeira flor em lavoura de mamoeiro cultivar 'Aliança' pode ser feita com avaliação de 12 plantas, considerando erro de 10% em torno da média.

PALAVRAS-CHAVE: *Carica papaya* L.; planejamento experimental; .

RESUMO: A caracterização de uma lavoura

ABSTRACT: The characterization of a papaya (*Carica papaya* L.) crop is important because it allows proper decisions regarding the various cultural treatments in the correct conduct of the crop. This characterization is based on sampling due to economic factors, data collection time and required labor. However, the sample size may vary depending on the characteristic evaluated and the culture to be studied. Thus, the objective of the present study was to determine the sample size to characterize commercial 'Aliança' papaya crops in the field. The study was carried out at Santa Terezinha farm, owned by Caliman Agrícola S.A., in the municipality of Linhares, State of Espírito Santo. Four random rows were selected and 25 plants sequentially in each row. In each plant, the following characteristics were evaluated at 0, 46, 81 and 123 days after planting (dap): stem diameter; plant height. At 123 dap the height of insertion of the first flower was also evaluated. The characterization of stem diameter and plant height, in the vegetative phase, and insertion height of the first flower in 'Aliança' papaya cultivation can be done with evaluation of 12 plants, considering an error of 10% around the average.

KEYWORDS: *Carica papaya* L.; Experimental planning; .

1 | INTRODUÇÃO

Dentre as cultivares de mamoeiro (*Carica papaya* L.) do grupo "Solo", a 'Aliança' foi selecionada no município de Linhares-ES em 2001 e apresenta boa produtividade e qualidade de frutos, sendo seu cultivo recomendado para o norte capixaba (MARIN et al., 2011). Apesar de não se ter dados precisos da área de cultivo de 'Aliança', percebe-se que vem aumentando consideravelmente nos últimos cinco anos.

A caracterização de uma lavoura de mamoeiro é importante porque com base em seu conhecimento podem ser tomadas adequadas decisões quanto aos diversos tratamentos culturais na correta condução da mesma. A caracterização das culturas em geral normalmente é feita com base em amostras por questões de economia de tempo e mão de obra (BURIN et al., 2014). As amostras por sua vez podem variar de tamanho em função da característica avaliada e, portanto, o seu tamanho deve ser determinado com base em critérios estatísticos adequados (HELL et al., 2017).

Considerando que, atualmente, a maior parte do conhecimento sobre o mamoeiro 'Aliança' está entre os agricultores e que pouco se encontra divulgado cientificamente, objetivou-se com este trabalho, contribuir com a difusão de conhecimento sobre a variedade por meio da determinação do tamanho de amostra para caracterizar lavouras comerciais.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na fazenda Santa Terezinha, pertencente à empresa Caliman Agrícola S.A., no município de Linhares, estado do Espírito Santo. Avaliou-

se a cultivar Aliança, em área de plantio comercial, estabelecido em janeiro de 2018.

O plantio comercial foi realizado em solo argissolo vermelho amarelo distrófico, num espaçamento 3,5 x 1,5 m, com três mudas por cova, num talhão de 12,0 hectares. A lavoura foi conduzida com todos os tratos culturais segundo padrão da empresa Caliman. Por ocasião do plantio selecionou-se quatro fileiras aleatórias e, nestas demarcaram-se, em cada fileira, 25 covas, sequencialmente. Nestas 100 covas acompanhou-se o crescimento das plantas até o término da sexagem, aos 123 dias após o plantio (dap), ocasião em que deixou-se apenas uma muda hermafrodita por cova. Em cada cova avaliou-se dentre as três plantas a mais vigorosa aos 0, 46 e 81 dap, e, a única planta por cova aos 123 dap para as características seguintes: diâmetro do caule, medido em mm, no coleto da planta na avaliação de plantio e, a 15 cm do solo nas demais, com paquímetro digital; altura da planta, em cm, medido do solo até o ápice do caule na saída da última folha. Aos 123 dap avaliou-se também a altura de inserção da primeira flor, em cm, medido do solo até o ponto de inserção da flor mais baixa no caule.

Os dados foram analisados pela estatística descritiva e normalidade da distribuição dos mesmos, Shapiro-Wilk ($P > 0,05$) a fim de se definir o procedimento quanto à metodologia de análise para a determinação do tamanho da amostra segundo Ferreira (2009) que preconiza que se use método determinístico que envolve a semi-amplitude do intervalo de confiança para os casos em que os dados apresentem distribuição normal e, simulação bootstrap, caso contrário. Para o presente trabalho, a determinação do tamanho da amostra foi feita assumindo um erro de 10% em torno da média. Os procedimentos detalhados para uso do método determinístico são descritos em Ferreira (2009) e para o caso de simulação bootstrap descrito em Hell et al. (2017). O tamanho amostral juntamente com o intervalo de confiança, com erro de 10% em torno da média, são representados graficamente.

As análises da estatística descritiva e teste de normalidade foram feitos usando-se o software Past® (HAMMER et al., 2001). A determinação do tamanho de amostra foi feita usando-se scripts desenvolvidos para uso no software R (R CORE TEAM, 2018) e a representação gráfica pelo software Excel® (LEVINE et al., 2017).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Medidas de tendência central e de dispersão, bem como a verificação da normalidade dos dados das três características avaliadas são apresentadas na Tabela 1. A média do diâmetro de caule variou de 3,65 no plantio até 53,02 mm aos 123 dap. A média da altura de planta variou de 8,30 por ocasião do plantio até 121,61 cm aos 123 dap. A média da altura de inserção da primeira flor, medida aos 123 dap foi de 98,76 cm. Apenas os dados de altura de planta aos 123 dap não apresentaram distribuição normal e, a variabilidade medida pelo coeficiente de variação é

considerada de dispersão média em todas as avaliações segundo classificação de Ferreira et al. (2016). De posse destas informações e, considerando que, nenhum evento fortuito ocorreu durante o período de avaliação do experimento, os dados das avaliações são considerados adequados para o estudo do dimensionamento amostral.

dap ^{1/}	Média	Mínimo	Máximo	Mediana	DP	CV(%)	P valor SW
Diâmetro de caule (mm)							
0	3,65	2,73	4,51	3,57	0,41	11,29	0,32
46	26,25	18,31	34,58	26,25	3,33	12,67	0,90
81	39,93	26,26	57,00	39,19	6,48	16,20	0,18
123	53,02	32,00	80,00	55,00	9,08	17,13	< 0,01
Altura de planta (cm)							
0	8,30	5,10	11,00	8,10	1,31	15,84	0,13
46	59,03	42,00	73,00	60,00	5,71	9,68	0,48
81	98,08	72,00	133,50	98,00	11,99	12,23	0,34
123	121,61	85,50	161,00	121,00	14,76	12,14	0,97
Altura de inserção da primeira flor (cm)							
123	98,76	75,00	135,50	96,25	11,86	12,01	0,14

Tabela 1. Estatística descritiva analisada pela média, mínimo, máximo, mediana, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV) e teste de normalidade de Shapiro-Wilk (SW) para dados referentes a diâmetro de caule, altura de planta e altura de inserção da primeira flor em amostra de 100 plantas de 'Aliança'.

^{1/}dap = dias após plantio.

Observando-se a Figura 1, percebe-se que, o tamanho mínimo de amostra requerido para caracterizar lavoura de 'Aliança' foi diferente entre as características avaliadas, como também observado por outros pesquisadores para outras culturas agrícolas (BURIN et al., 2014; HELL et al., 2017) e também para as diferentes épocas de avaliação. Assim, o tamanho mínimo de amostra requerido foi de 4 plantas para altura de plantas medido aos 46 dap até 12 plantas, para diâmetro de caule, medido aos 123 dap. Considerando que as três características em estudo são de fácil mensuração, recomenda-se, ao amostrar lavouras de 'Aliança', em qualquer época até o fim da sexagem, fazer as medidas em 12 plantas, uma em cada cova, selecionando-se a mais vigorosa.

Os intervalos de confiança para as médias consideradas são também apresentados na Figura 1. A título de ilustração tomemos o diâmetro de caule avaliado aos 123 dap. Considerando que o tamanho de amostra de 12 plantas foi determinado com base em erro de 10%, que a confiança é de 95% e, que a média foi de 53,02 mm, por se tratar de inferência estatística, espera-se que, 95% das plantas de lavoura de 'Aliança' apresentem diâmetro entre 47,72 e 58,32 mm. Considerando que a lavoura foi avaliada com plantio no verão e, que, nas condições tropicais brasileiras o plantio é feito em todas as estações do ano, convém, que este tipo de pesquisa seja executado

também para plantios em outras épocas. Schmildt et al. (2016) avaliando a altura de plantas de ‘THB’ aos 240 dap, em lavouras estabelecidas em diferentes estações do ano, na mesma propriedade agrícola no município de Linhares-ES, verificaram que a média da altura de plantas variou de 155 cm para plantio no outono de 2013 até 181 cm para plantio no verão do mesmo ano. Apesar da diferença média de 26 cm na altura de plantas, Schmildt et al. (2016) não verificaram diferença no tamanho de parcelas requeridas para experimentos instalados nas diferentes épocas.

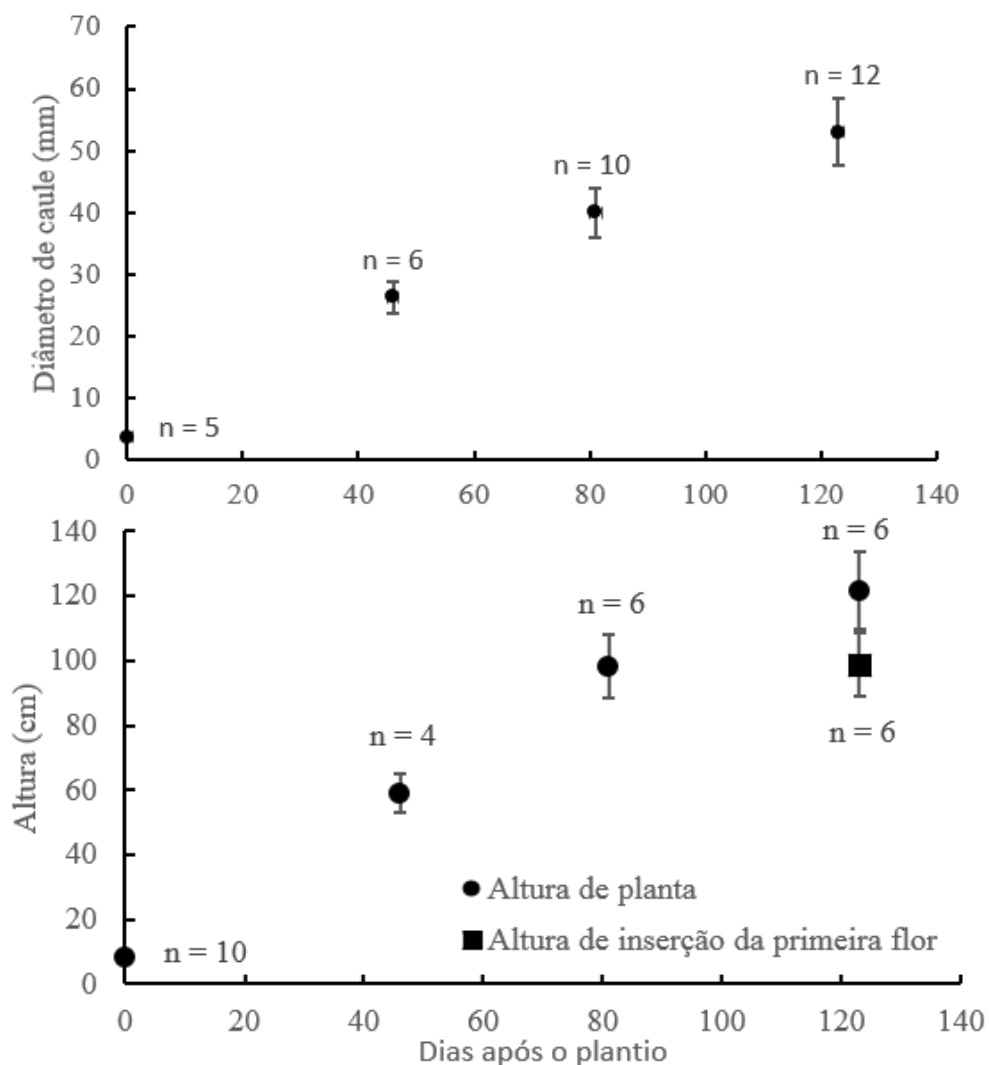


Figura 1. Dimensionamento amostral (n) do diâmetro de caule, altura da parte aérea e altura de inserção da primeira flor em plantas de mamoeiro ‘Aliança’ (As barras indicam intervalo de confiança com 10% de erro em torno da média, dap = dias após plantio).

4 | CONCLUSÃO

A caracterização do diâmetro de caule e altura de planta, na fase vegetativa, e, altura de inserção de primeira flor em lavoura de mamoeiro cultivar ‘Aliança’ pode ser feita com avaliação de 12 plantas, sendo destas a mais vigorosa em cada cova, considerando erro de 10% em torno da média.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa PNPd ao primeiro autor, à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) pelo transporte, e à Caliman Agrícola S.A. pela área cedida para a realização do experimento e infraestrutura fornecida.

REFERÊNCIAS

BURIN, C.; CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; ALVES, B. M.; FICK, A. L. Dimensionamento amostral para a estimação da média e da mediana de caracteres de tremço branco (*Lupinus albus* L.). **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 2, p.205-212, 2014.

FERREIRA, D. F. **Estatística básica**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2009. 664p.

FERREIRA, J. P.; SCHMILDT, E. R.; SCHMILDT, O.; CATTANEO, L. F.; ALEXANDRE, R. S.; CRUZ, C. D. Comparison of methods for classification of the coefficient of variation in papaya. **Revista Ceres**, Viçosa, v.63, n.2, p.138-144, 2016.

LEVINE, D. M.; STEPHAN, D. F.; SZABAT, K. A. **Statistics for managers using Microsoft® Excel**: global edition. 8th ed. London: Pearson, 2017. 728p.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, Califórnia, v.4, n.1, p.1-9, 2001.

HELL, L. R.; NASCIMENTO, A. L.; SCHMILDT, O.; MALIKOUSKI R. G.; FERNANDES, A. A.; BERILLI, S. S.; MORAIS JUNIOR, N. N.; QUARTEZANI, W. Z.; AMARAL, J. A. T.; SCHMILDT, E. R. Sample size for evaluation of eggplant and gilo seedlings. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v.12, n. 34, p. 2651-2657, 2017.

MARIN, S. L. D.; MARTELLETO, L. A. P.; YAMANISHI, O. K.; VASCONCELLOS, M. A. S. Aliança Rb 001-4: uma nova variedade de mamão Solo para a região norte do estado do Espírito Santo. In: V SIMPÓSIO DO PAPAYA BRASILEIRO, 2011, **Anais ...**, Porto Seguro. Inovação e sustentabilidade, 2011.

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://r-project.org>>. Acesso em: 04 jul 2018.

SCHMILDT, E. R.; SCHMILDT, O.; CRUZ, C. D.; CATTANEO, L. F.; FERREGUETTI, G. A. Optimum plot size and number of replications in papaya field experiment. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 2, p.1-9, 2016.

DINÂMICAS DE USO DA TERRA NA AGRICULTURA FAMILIAR: O CASO DA COMUNIDADE RURAL DE TATAJUBA, VISEU-PARÁ

Alasse Oliveira da Silva

Técnico em Agronegócio pelo (SENAR/CAPANEMA) e graduando em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia/alasse.oliveira77@gmail.com

Antônio Mariano Gomes da Silva Júnior

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural da Amazônia e tecnólogo em Agronegócio/marianoagro26@gmail.com

Liliane Marques de Sousa

Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia /liliane.engenheira007@gmail.com

Daiane Pantoja de Souza

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal Rural da Amazônia /daianepantoja18@gmail.com

Lívia Tálita da Silva Carvalho

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal Rural da Amazônia / liviatilita10@hotmail.com

Henrique da Silva Barata

Graduando em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia/henriquebarata2000@gmail.com

Jonathan Braga da Silva

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural da Amazônia/Jonathan.silva92@gmail.com

Hiago Marcelo Lima da Silva

Bacharel em Biologia pela Universidade Federal Rural da Amazônia/hiagolima000@gmail.com

dinâmicas de uso da terra na agricultura familiar, na comunidade rural de Tatajuba, Viseu, Estado do Pará. O objetivo é analisar o perfil socioeconômico e a dinâmica de uso da terra no contexto da Agricultura Familiar da comunidade rural do Tatajuba, Viseu-Pará. A metodologia utilizada foi uma entrevista estruturada com abordagem individual domiciliar, compreendendo 70 residências rurais. A pesquisa de campo foi realizada durante cinco dias (1º, 02, 03, 04 e 5 de maio de 2018). No processo de coleta das informações, foram visitadas aproximadamente 11 a 13 famílias por dia. A classificação da metodologia da pesquisa é do tipo quali-quantitativa. Parte-se do pressuposto de que a Agricultura Familiar é de suma importância para a economia do país, uma vez que esse segmento é uma das fontes geradoras de alimentos pelo mundo, na medida em que os alimentos produzidos são para o consumo imediato. Constatou-se que as famílias rurais dessa comunidade habitam em terrenos com dimensionamento menor que meio lote. Além disso, os agricultores, em sua maioria, realizam trabalhos na agricultura e não existe propriedade que trabalhe somente com a pecuária. Entende-se, portanto, que a produção agrícola e animal da localidade é uma característica da especificidade da Agricultura Familiar, que visa ao consumo da produção. Estudos mais específicos da dinâmica de uso

RESUMO: O presente trabalho trata das

da terra devem ser realizados nessa zona rural, principalmente com enfoque nas que compõem a comunidade do Tatajuba.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura, Dinâmica, Produção, Lavoura.

ABSTRACT: The present work deals with the dynamics of land use in family agriculture in the rural community of Tatajuba, Viseu, state of Pará. The objective is to analyze the socioeconomic profile and the dynamics of land use in the context of family agriculture in the rural community of Tatajuba, Viseu-Pará. The methodology used was a structured interview with an individual household approach, comprising 70 rural residences. The field research was carried out during five days (1, 02, 03, 04 and May 5, 2018). In the information collection process, approximately 11 to 13 families were visited per day. The classification of the research methodology is of the qualitative-quantitative type. The assumption is that family farming is of paramount importance to the country's economy, since this segment is one of the world's food-producing sources, as the food produced is for immediate consumption. It was verified that the rural families of this community inhabit in lands with smaller scale than half lot. In addition, farmers mostly work in agriculture and there is no property that only works with livestock. It is understood, therefore, that agricultural and animal production of the locality are characteristic of the specificity of Family agriculture, which aims at the consumption of production. More specific studies of the dynamics of land use should be carried out in this rural area, mainly focusing on the areas that make up the Tatajuba community.

KEYWORDS: Agriculture, Dynamics, Production, Farming.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, a agricultura no Brasil vem sobressaindo-se no ranking das melhores do planeta, e essa agricultura é primordial para abastecer matérias-primas e alimentos para outros países (DELGADO; BERGAMASCO, 2017).

A nação brasileira permanece liderando o cenário mundial quando o assunto tange à oferta de alimentos e à sua procura contínua. O grande problema concentra-se no desafio de produzir de maneira sustentável neste país (WOLF; ARIAS, 2015).

Segundo Delgado e Bergamasco (2017), entre essas formas presentes no país de cultivar a terra destaca-se a produção baseada na Agricultura Familiar, evidente em quase todo o território nacional. Além disso, os mesmos autores afirmaram que, por suas diversas contribuições materiais e imateriais, a Agricultura Familiar é reconhecida no Brasil como sendo um modelo social de produção agrícola de extrema importância para a sociedade brasileira.

“Atualmente, a Agricultura Familiar na região Norte abrange 82% do total de estabelecimentos agrícolas, e sua importância está pautada fortemente na geração de emprego e na produção de alimentos” (MATOS, 2005, p.13).

A Agricultura Familiar é de suma importância para a economia do país, uma vez que esse segmento é uma das fontes geradoras de alimentos pelo mundo, na

medida em que os alimentos produzidos são para o consumo imediato (PENA, s./d.).

Além do mais, a Agricultura Familiar é de extrema importância, pois “para satisfazer suas necessidades alimentares, a população que vive nas cidades precisa da agricultura, daí sua importância na produção de alimentos e na economia do país” (MATOS, 2005, p.13).

Atualmente, o termo Agricultura Familiar vem sendo difundido pelos grupos sociais e por grupos-chave no processo de disseminação desse setor. Um dos principais avanços nesse contexto refere-se à valorização no aspecto econômico e na heterogeneidade no meio social presente nesse grupo agrário (SCHNEIDER, 2003).

Conforme a Lei n. 11.326, de 24 de julho de 2006, do Art. 3º, afirma que, para serem considerados agricultores familiares, torna-se necessário que a propriedade não possua área maior que quatro módulos fiscais e que ocorra a utilização da mão de obra baseada da própria família agrícola (BRASIL, 2016).

As principais características que vêm sendo levadas em consideração é a utilização da força para a realização das atividades no terreno rural (SCHNEIDER, 2003).

Dessa forma, os agricultores familiares possuem valores inestimáveis, na medida em que fazem parte do contexto social e cultural da sociedade atual (BRODT; KLONSKY; TOURTE, 2005).

A Agricultura Familiar apresenta potencial específico para continuar no progressivo processo de desenvolvimento sustentável e também socialmente inserido no segmento da agropecuária. Esse tipo de agricultura destaca-se na disponibilidade de alimentos para as pessoas, sua fonte de geração de renda, sua ajuda no processo de desenvolvimento econômico das famílias e aumenta a diversidade de produtos oferecidos aos consumidores (WOLF; ARIAS, 2015).

Já as reflexões de Adam Smith no âmbito da Economia fundamentam-se a partir de opiniões contrárias às teses fisiocráticas que afirmavam que a produtividade natural da terra é um poder da natureza, que somente poderá ser desfrutado por indivíduos que atuam em práticas agrícolas. Essa afirmação assegura que o trabalho no meio rural se caracteriza como sendo apenas uma ação produtiva (NUNES, 2005).

Desta forma, baseado nesse pensamento de Adam Smith, é perceptível que os diferentes modos de produção envolvendo a natureza e que a dinâmica de uso da terra não se configuram como sendo restritas a uma determinada ação produtiva. Além do mais, a força de produção do trabalho deixou de estar conectada às particularidades da terra, não sendo mais uma exclusividade da agricultura.

No que se refere à dinâmica de uso da terra, Giannotti (1978) e Sociologia (s./d.) afirmam que Augusto Comte apresenta duas categorias centrais: a dinâmica social e a estática. A estática relaciona-se com o consenso social, e a dinâmica está relacionada com as transformações e com o desenvolvimento de certas localidades, sendo esta última categoria primordial para o entendimento da dinâmica de uso da

terra, uma vez que representa as evoluções/transformações das etapas sucessivas percorridas ao longo da história da humanidade.

Sabendo que a dinâmica de uso da terra mostra inúmeras relações entre produção e espaço territorial, compreender as relações dos atores envolvidos na produção, baseada na Agricultura Familiar, torna-se indispensável, ficando evidente que a produção tem suas especificidades regionais e locais. A partir disso, além dos fatores sociais envolvidos nessa relação, torna-se necessário compreender o perfil da Agricultura Familiar da Comunidade do Tatajuba, no município de Viseu - PA.

2 | METODOLOGIA

A área estudada é pertencente ao município de Viseu-Pará. A presente pesquisa utilizou a metodologia adotada pela igreja católica da comunidade, onde as áreas são divididas por zonas: Braço Grande, Rumãozinho, Tatajuba Centro, Tatajuba de Cima, Peritoró Grande e Baixo Açaiteua. A pesquisa é do tipo aplicada, conforme explica Gil (1994), e essa pesquisa tem por objetivo produzir fontes de conhecimento capazes de solucionar problemas, porque visa a compreender os aspectos socioeconômicos presentes no contexto familiar de uso da terra.

A pesquisa foi realizada na comunidade do Tatajuba, entrevistando 70 famílias da localidade, o que representa 84,34% do total das famílias que residem no ambiente rural. A pesquisa de campo foi realizada durante cinco dias (1^o, 02, 03, 04 e 5 de maio de 2018). No processo de coleta das informações, foram visitadas aproximadamente 11 a 13 famílias por dia.

A presente pesquisa apresenta-se como sendo exploratória e descritiva, e de acordo com Gil (1994), essa metodologia visa a descrever as variáveis e relacioná-las com os fatores de interesse presentes no ambiente em questão.

A metodologia utilizada foi uma entrevista estruturada com abordagem individual domiciliar, compreendendo 70 residências rurais. A pesquisa de campo é do tipo quali-quantitativa, e a partir da coleta das informações foi realizada a triangulação dos dados para elaboração de gráficos e tabelas. Os valores obtidos foram tabulados e organizados em planilha eletrônica, no software Microsoft Excel 2010.

3 | RESULTADOS/DISCUSSÕES

3.1 Perfil produtivo e dinâmica de uso da terra

Segundo informações dos moradores da Vila do Tatajuba, a comunidade apresenta especificidades em seu regime de formação territorial, na medida em que o nome da comunidade se dá pelo fato de os primeiros desbravadores da localidade se acomodarem próximo à árvore conhecida como Tatajubeira. A partir disso, a

comunidade apresenta essa denominação baseada nos relatos dos patriarcas locais.

A comunidade do Tatajuba mostra-se, em sua essência, como sendo tradicionalmente católica desde a primeira evangelização na residência do senhor Zuite, em 1997, a celebração da primeira missa em 1998, pelo Padre Luís, e até os dias atuais a comunidade, em sua maioria, é católica.

Além disso, essa região agrícola apresenta uma extensa área geográfica, com zonas próximas umas das outras e uma diversidade de culturas ali presentes. Das 70 famílias entrevistadas, 58% residem em lotes agrícolas, enquanto 41,42% habitam em aglomerados agrícolas denominados de agrovila, conforme pode ser observado na Figura 1.

Conforme Caniello e Duqué (2006), as pessoas do meio rural podem ser induzidas a terem a falsa impressão de que morar em aglomerados (agrovilas) fará com que se tenha mais acesso à infraestrutura e à segurança. Além do mais, os autores ainda afirmam que morar nos lotes significa mais sustentabilidade e mais próximo do conceito de Agricultura Familiar.

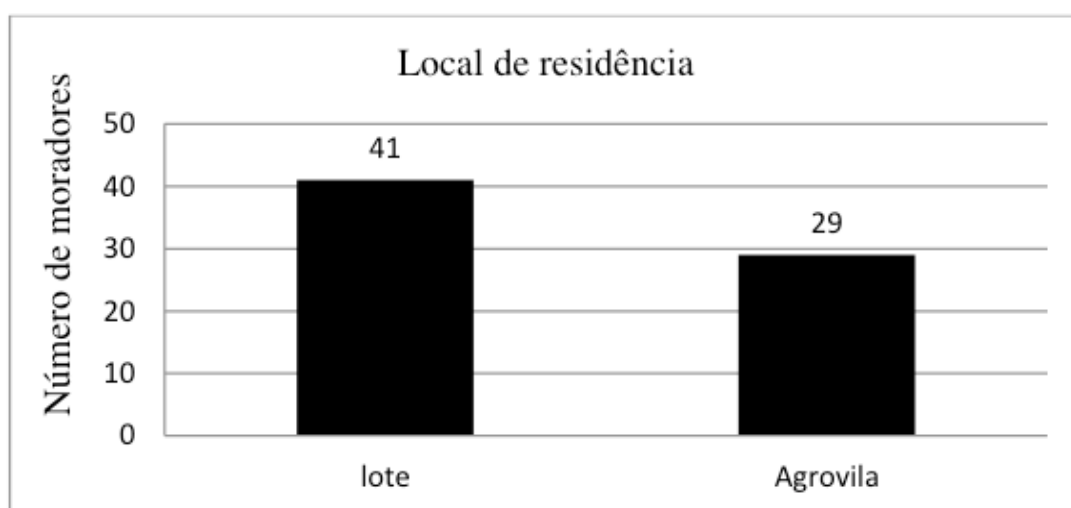


Figura 1- Representação do número de agricultores que habitam em lotes e agrovilas.

Fonte: SILVA et al. (2018).

Além da característica apresentada, outra especificidade da comunidade é o tamanho das áreas que os agricultores familiares ocupam. Nessa representação dos dados que pode ser observada na Figura 2, abaixo, analisaram-se o número de agricultores e o tamanho do lote agrícola. A partir disso, é perceptível que as famílias rurais dessa comunidade habitam em terrenos com dimensionamentos menores que meio lote, representando 34,28% dos entrevistados, e 32,86% residem em áreas com tamanho entre 1 e 3 lotes agrícolas.

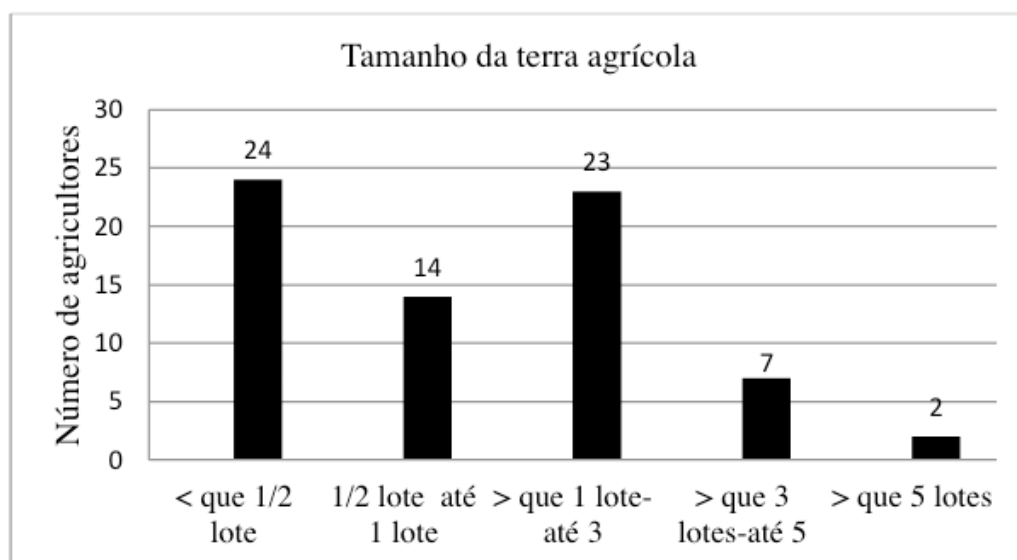


Figura 2- Representação do tamanho em lotes agrícolas das propriedades da comunidade.

Fonte: SILVA et al. (2018).

A comunidade em questão apresenta 72,86% dos moradores que realizam trabalhos com a agricultura, e conforme analisado não existem agricultores familiares que trabalham apenas com pecuária. No que se refere ao número de agricultores familiares que praticam a agricultura e a pecuária, observa-se que cerca de 27,14% são denominados de intermediários, como pode ser observado na representação que se segue:.

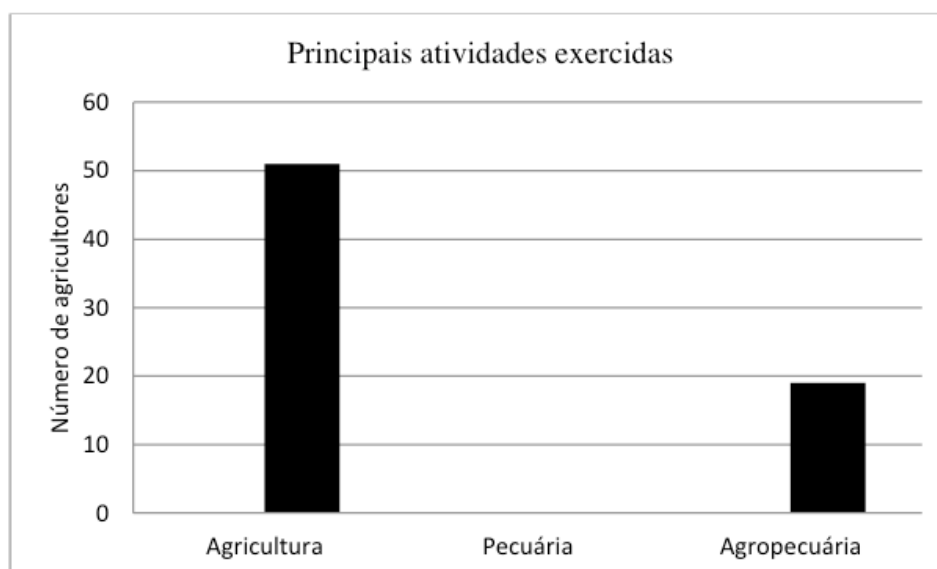


Figura 3- Demonstração da principal atividade realizada pelos moradores do Tatajuba.

Fonte: SILVA et al. (2018).

3.1.1 Produção animal

Quando se refere à produção animal, a comunidade do Tatajuba apresenta uma

diversidade de espécies que as famílias ali presentes possuem. Conforme mostrado na Tabela 1, a quantidade de galinhas mostrou-se bastante expressiva se comparada às demais, fato este relacionado à alimentação familiar e à acessibilidade de criação dessa espécie pela maioria das pessoas, conforme a explicação dos entrevistados.

Sendo assim, o total geral da produção de animais tem o comportamento decrescente da seguinte maneira: galinhas > bovinos > patos > perus. Já para o número de animais consumidos, destacam-se galinhas, patos e perus como os principais animais utilizados na alimentação, no período de um ano. No que se refere à quantidade de animais vendidos, destacam-se, na seguinte ordem decrescente: galinhas > patos > suínos. Esses animais domésticos destacam-se na complementação da alimentação familiar e, em alguns casos, no processo de geração de renda.

A partir disso, a produção agrícola familiar é destinada para o consumo diário e, dessa forma, visando não apenas ao lucro, mas, sim, a ser autossuficiente em produção de alimentos para o consumo do grupo familiar (SCHNEIDER; NIEDERLE, 2008; SCHNEIDER, 2009).

Animal	Total de animais	Nº de animais consumidos	Nº de animais vendidos	Valor médio/ animal
Suínos	46	10	21	250,00
Burro	10	-	-	-
Galinhas	1.348	1.968	130	30,00
Perus	105	16	11	100,00
Patos	132	97	27	50,00
Capotes	62	10	3	45,00
Cavalo	36	-	-	-
Bovinos	239	6	12	1.500,00

Tabela 1- Total geral da produção animal da comunidade do Tatajuba no período de um ano.

Fonte: SILVA et al. (2018).

3.1.2 Produção vegetal

A comunidade do Tatajuba apresenta como principal lavoura temporária as culturas do feijão e do milho. Comparando-se a quantidade produzida de feijão no decorrer de um ano com o consumo e a comercialização, percebe-se que 51,67% da produção destinam-se à comercialização, enquanto a produção de milho se sobressai no consumo familiar da produção com 58,06% do total da quantidade colhida.

Quanto à utilização das áreas agrícolas, a cultura da mandioca é a que mais se destaca em comparação às demais. Em relação às culturas apresentadas na Tabela 2 abaixo, a cultura da mandioca representa 48,45% da utilização da área. Além disso, o consumo dos subprodutos da mandioca mostrou-se significativo.

Produto	Área utilizada (ha)	Quantidade colhida (sacos de 60 kg)	Consumo (sacos de 60 kg)	Comercialização (sacos de 60 kg)
Feijão	26,5	358	173	185
Milho	31,75	305	178	127
Mandioca	54,75	2852 (carga/animal)	1884 (carga/animal)	968 (carga/animal)

Tabela 2- Produção vegetal na comunidade do Tatajuba no decorrer de um ano.

Fonte: SILVA et al. (2018).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As famílias da comunidade em questão apresentam concentração em pequenos lotes agrícolas, fato este relacionado por os filhos ganharem terras de seus pais.

A agricultura é segmento forte na comunidade do Tatajuba, isso devido à tradição de cultivo das famílias.

A produção agrícola e animal da localidade é característica da especificidade da Agricultura Familiar, que visa ao consumo da produção.

Estudos mais específicos da dinâmica de uso da terra devem ser realizados nessa zona rural, principalmente com enfoque nas que compõem a comunidade do Tatajuba.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer aos moradores da comunidade do Tatajuba, pela educação e pela gentileza de nos receberem em suas residências. Além disso, os autores são gratos à família Marques de Sousa por colaborar com a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006**. 2016. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm > . Acesso em: 25 maio 2018.

BRODT, S.; KLONSKY, K.; TOURTE, L. Farmer goals and management styles: Implications for advancing biologically based agriculture. **Agricultural Systems**, Nova York, n.89, p. 90-105. 2005.

CANIELLO, M.; DUQUÉ, G. Agrovila ou Casa no Lote: A Questão da Moradia

COSTA, Eduardo José Monteiro da. *et al.* Boletim agropecuário do estado do Pará 2015. **Fapespa**. Belém, n. 1, jul. 2015, 38 p.

DELGADO, G. C. BERGAMASCO, S. M. P. P. (Orgs.). **Agricultura Familiar Brasileira: Desafios e Perspectivas de Futuro**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2017. 474 p.

GIANNOTTI, J. A. Vida e obra. In: _____. **Os pensadores**. São Paulo: Abril, 1978.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994. 207 p.

MATOS, L.M.S. **Agricultura familiar e informação para o Desenvolvimento rural nos municípios de Igarapé-açu e Marapanim**. 2005. 157 f. Dissertação (Mestre Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Pós-Graduação em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Pará e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental, Belém, 2005.

NUNES, A. J. A. A filosofia social de Adam Smith. Prima facie. **Revista da Pós-Graduação em Ciências Jurídicas**. p. 5-8. 2005.. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/106958008/A-Filosofia-Social-de-Adam-Smith>>. Acesso em 12 janeiro 2018.

PENA, R.F.A. Agricultura Familiar. A importância da agricultura familiar - Escola Kids. **UOL**. s./d. Disponível em: < <https://escolakids.uol.com.br/agricultura-familiar.htm>>. Acesso em: 24 maio 2018.

SCHNEIDER, S. **A pluriatividade na agricultura familiar**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 2. ed.258 p.

SCHNEIDER, S. Teoria social, agricultura familiar e pluriatividade. **Revista Brasileira de ciências sociais**, v. 18, n. 51, p. 99-192, 2003.

SCHNEIDER, S.; NIEDERLE, P. A. Agricultura familiar e teoria social: a diversidade das formas familiares de produção na agricultura. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Orgs.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008, p. 989-1.014.

SOCIOLOGIA Augusto Comte. Secretaria de educação, Paraná, **Rede escola**. p. 309-310. s./d.

WOLF, G. V. ARYAS, D. **Agricultura Familiar: Ruralidade, Território e Política Pública**. Brasília: IICA, 2015. 280 f.

EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE CROTALARIA EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE DE SEMEADURA EM SOLO ARENOSO

Everton Martins Arruda

Universidade do Estado de Mato Grosso
Nova Mutum – MT

Geyson da Silva Prado

Universidade do Estado de Mato Grosso
Nova Mutum – MT

Kevein Ruas de Oliveira

Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho
Jaboticabal – SP

Marcos Paulo dos Santos

Universidade Federal de Goiás
Goiânia – GO

Leonardo Rodrigues Barros

Universidade Federal de Goiás
Goiânia – GO

RESUMO: Os solos arenosos compõem parte considerável do Cerrado brasileiro. Apesar da pouca aptidão agrícola, esses solos com uso de práticas corretas tem se demonstrado cada vez mais adequados para o cultivo de várias culturas comerciais. Entre essas práticas, o uso de plantas de cobertura que beneficiam as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo tem sido muito utilizado, entre estas, merecem destaque as leguminosas, em especial a crotalaria. Por meio de uma correta profundidade de semeadura, o potencial produtivo da planta de cobertura pode ser

elevado de maneira considerável. Deste modo, a pesquisa teve como objetivo avaliar a emergência e o crescimento da *Crotalaria spectabilis* em função da profundidade de semeadura em solo de textura arenosa. Foi realizado um experimento em vasos, utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC), com semeadura em 0 (com palhada), 0 (sem palhada), 1, 3, 4, 5 e 8 cm de profundidade do solo, com quatro 4 repetições. Foram realizadas avaliações aos 14 e 40 dias após a semeadura, sendo analisado o índice de emergência, o tempo de emergência, altura de plantas, diâmetro de caule, número de folhas, massa verde e seca de raízes e massa verde e seca da parte aérea. O maior desenvolvimento da crotalaria em solo arenoso ocorre com a deposição da semente em 0 cm (com palhada) e semeadura na profundidade de 1 cm. A semeadura na profundidade de 8 cm é inadequada para crotalaria, pois não apresenta emergência de plântulas.

PALAVRAS-CHAVE: Plantas de cobertura; leguminosas; plantio direto; palhada.

FIELD EMERGENCY AND GROWTH OF SUNHEMP IN FUNCTION OF SOWING DEPTH IN SANDY SOIL

ABSTRACT: Sandy soils make up for a

considerable part of the Brazilian Cerrado. Despite their poor agricultural suitability, these soils, with correct agricultural practices, have been shown to be increasingly suitable for different crops cultivation. Among these agricultural practices, cover crops that benefit the chemical, physical and biological properties of the soil have been widely used, specially legumes such as sunhemp (*Crotalaria spectabilis*). Through the correct sowing depth, the yield potential of the cover plant can be considerably increased. Therefore, this study aimed to evaluate the field emergence and growth of sunhemp in function of sowing depth in sandy soil. An experiment was carried out using pots in a completely randomized design (CRD) with different sowing depths: sowing at 0 (with straw), 0 (without straw), 1, 3, 4, 5 and 8 cm of soil depth, and four replications. Evaluations were performed at 14 and 40 days after sowing, and the field emergence index, emergence time, plant height, stem diameter, number of leaves, fresh and dry root mass and fresh and dry shoot mass were analyzed. The best plant development of sunhemp in sandy soil occurred with seed deposition at 0 cm (with straw) and sowing at a depth of 1 cm. Sowing at a depth of 8 cm is unsuitable for sunhemp, as seedling emergence did not occur.

KEYWORDS: Cover plants; legumes; no tillage; straw.

INTRODUÇÃO

A região do cerrado apresenta aproximadamente 15% dos solos com textura arenosa (Spera et al., 2001). Antes considerados de pouca aptidão agrícola, os solos arenosos vêm aumentando as áreas de produção agrícola e pecuária com boas produtividades nas culturas, isto por meio de uso de práticas conservacionistas.

Dentre as práticas conservacionistas utilizadas para reverter a perda de fertilidade dos solos arenosos, o uso de plantas de cobertura como adubos verde tem sido amplamente utilizado. Nesta técnica, as plantas são cultivadas com o objetivo de serem incorporadas ou deixadas sobre o solo (Araújo, 2015).

A inserção de plantas de cobertura no sistema de produção agrícola protege o solo contra os impactos das gotas da chuva, o que reduz os riscos de erosões, impede a perda de nutrientes, reduz a amplitude térmica, contribui para manutenção e até mesmo melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, além de reduzir a população de plantas daninhas (Faria et al., 2007; Furlani et al., 2008).

As leguminosas têm se destacando dentre as principais plantas utilizadas para cobertura de solo, com destaque ao gênero *Crotalaria*. Entre as espécies desse gênero, destaca-se a *Crotalaria spectabilis*, que possui ampla utilização na agricultura, isto pela palhada para cobertura de solo, fixação de nitrogênio, controle de nematóides e ciclagem de nutrientes (Cazetta et al., 2005). De acordo com Faria et al. (2007), as leguminosas utilizadas como adubo verde proporcionam incrementos de N do solo devido à simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, beneficiando as culturas subsequentes ou consorciadas.

Outro fator relevante a ser destacado é a emergência e o crescimento inicial das plantas de cobertura nos solos de textura arenosa. Independente da espécie, a emergência e o crescimento podem ser afetados por diversos fatores como: germinação, vigor, dormência, disponibilidade de água, radiação, temperatura e especialmente, a profundidade de semeadura.

Segundo Guimarães et al. (2002), a profundidade em que uma semente pode emergir e gerar uma planta com boas qualidades fitossanitárias e nutricionais é variável para cada planta. Desta forma, percebemos a importância de se ter um melhor controle da regulação das máquinas de semeadura, uma vez que mal regulada a mesma pode afetar o stand de plantas na lavoura e prejudicar as variáveis de produção.

Em trabalhos com profundidade de semeadura de algodão no bioma Cerrado (Marçal et al., 2005) e efeito da profundidade de semeadura na emergência e distribuição do milho em sistema plantio direto (Souza et al., 2013), estas pesquisas concluíram que as diferentes profundidades podem afetar a emergência e o stand final de plantas, trazendo significativa influência na produção agrícola.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a emergência e o crescimento inicial de *Crotalaria spectabilis* em função da profundidade de semeadura em solo de textura arenosa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em vasos preenchidos com solo, na cidade de Nova Mutum, estado de Mato Grosso (Latitude S = 13° 49' 44", Longitude W = 56° 4' 56"). O clima predominante da região de acordo com a classificação de Köppen é o Aw tropical úmido com inverno seco e verão chuvoso. A área experimental está a 490 m de altitude com precipitação média anual de 1.813 mm, apresentando temperaturas mínimas e máximas anuais de 8 e 34° C, respectivamente.

Para preenchimento das unidades experimentais foi utilizado um Latossolo amarelo distrófico típico (Embrapa, 2013), esta coleta foi efetuada na camada de 0 a 20 cm em uma área que se encontrava em pousio, onde anteriormente havia apenas plantas espontâneas, como fedegoso (*Senna macranthera*), erva de santa luzia (*Commelina erecta*) e leiteiro (*Euphorbia heterophylla*).

O solo apresentou como características físicas na análise granulométrica valores de 87, 3 e 10 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente. As características químicas de fertilidade apresentaram: pH (CaCl₂) 7,6; Ca, Mg, Al e H+Al equivalentes a 1,70; 1,10; 0,00 e 0,7 cmolc dm³, respectivamente, K e P com 19,3 e 3,56 mg dm³, respectivamente; capacidade de troca de cátions e soma de bases com 3,5 e 2,8 cmolc dm³, respectivamente, saturação de bases (%) com valor de 80,3 e matéria orgânica do solo com 10,7 g dm³.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo que as sementes da crotalaria foram semeadas em cinco profundidades diferentes: 0 cm (sem palhada), 0 cm (com palhada), 1, 3, 4, 5 e 8 cm da superfície do solo, com 4 repetições, totalizando 28 parcelas, onde foram semeadas 20 sementes em cada unidade experimental.

As unidades experimentais foram constituídas por vasos de plástico de cor preta com capacidade pra 8,5 kg de solo, preenchidos com 8 kg do solo, deixando a parte superior do vaso sem solo, isto para facilitar a realização das aplicações de fertilizantes e irrigações.

A princípio, para dar início ao procedimento, com o auxílio de uma trena, um vaso de 23 cm de altura foi preenchido com solo, deixando 3,0 cm da parte superior do vaso sem solo, sendo esse posteriormente pesado com a utilização de uma balança digital, após isso, os vasos foram preenchidos até as marcas de 3 cm, 4 cm; 6 cm; 7 cm; 8 cm e 11 cm da borda dos mesmos com o solo coletado, para os vasos que apresentam as sementes semeadas em 0 cm (sem palhada), 0 cm (com palhada) 1, 3, 4, 5 e 8 cm de profundidade, respectivamente.

Em seguida foram adicionadas 20 sementes em cada vaso na profundidade de semeadura indicada e posteriormente os mesmos foram completados com solo até alcançar a marca de 3,0 cm da borda. Após realizar isto, os vasos foram novamente pesados individualmente com a intenção de aferir a quantidade de solo em cada vaso e igualá-los, caso houvesse alguma diferença de peso, sendo que cada vaso apresentava 8 kg de solo.

Não houve necessidade de correção da acidez do solo, uma vez que a saturação por bases estava 80,3 %, sendo que a exigência da cultura é de 60%. A adubação de base, incorporada ao solo antes da semeadura foi de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Super fosfato simples) e 50 kg ha⁻¹ de K₂O (Cloreto de potássio), esta adubação foi calculada de acordo com a quantidade de solo nos vasos (Sousa e Lobato, 2004). A irrigação do experimento foi feita pelo método de pesagem dos vasos, mantendo a umidade correspondente a 60% da capacidade de retenção.

O controle de pragas não se fez necessário utilizar inseticidas ou fungicidas no experimento. No dia 20 de setembro de 2017 foram semeadas 20 sementes de *Crotalaria spectabilis* por vaso, apresentando percentual de germinação de 80%. Aos 14 dias após a semeadura (DAS) foi efetuado o desbaste das plantas que emergiram, deixando apenas 2 plantas por vaso, isto para todas as profundidades estudadas. As plantas foram cultivadas até os 40 DAS, quando finalizou as avaliações. No mesmo dia, a parte aérea das plantas foi separada das raízes, cortando-as ao nível do solo com o auxílio de uma tesoura de poda, essas plantas separadas foram postas em sacos de papel, separadamente por tratamento, da mesma forma, as raízes foram coletadas do solo por meio de lavagem do solo preenchido em cada vaso com uso de peneira de malha fina para separar o solo das raízes, estas também foram colocadas em sacos de papel. Após isto, a massa verde (g) das raízes e parte aérea foi pesada,

posteriormente, levadas à estufa durante 72 horas à temperatura de 65° C, para a última verificação, de massa seca (g) das partes coletadas.

Determinou-se o índice de emergência (IE) das plantas de crotalaria nas diferentes profundidade de semeadura, em que o total de plantas emergidas a 1 cm de profundidade foi considerado o padrão, $IE = 1$. Nos demais tratamentos, o IE foi calculado em relação ao número de plantas emergidas no tratamento padrão, em que $IE = \text{número de plantas emergidas no tratamento X} / \text{número de plantas emergidas no tratamento padrão (profundidade de 1 cm)}$, de acordo com Pacheco et al. (2010). O número de plantas emergidas foi contabilizado aos 14 DAS das plantas de crotalaria, período a partir do qual o número de plantas emergidas se manteve constante. Determinou-se também o tempo de emergência (TE) das plantas em cada profundidade de semeadura adotada, de acordo com a metodologia de Miranda e Ferraz (1999), citada por Pacheco et al (2010). Essa avaliação foi realizada medindo o tempo gasto, em dias, para emergência de 50% do número total de plantas por vasos. Considerou-se como emergida, a plântula que exibiu o primeiro coleóptilo exposto ou aberto.

Aos 14 e aos 40 DAS foi determinada a altura de plantas, adotando-se como base para a mediação o colo até a altura máxima das plantas medidas com o auxílio de uma trena graduada em centímetros, também foram avaliados o número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC). Aos 40 DAS foram realizadas as últimas avaliações, como a massa verde (MVPA) e seca (MSPA) da parte aérea, além da massa verde (MVR) e seca (MSR) das raízes.

Após coletados e separados, a parte aérea e as raízes das plantas foram levados em laboratório e pesados em balança eletrônica de precisão para obtenção dos valores relacionados a MVR e MVPA. Após esse procedimento cada material vegetal foi colocado em sacos de papel separados e acomodados durante um período de 72 horas em estufa à temperatura de 65° C, após este período, as amostras foram retiradas da estufa e as partes vegetais que se encontravam dentro dele, agora desidratados, foram novamente pesados, para então coletar os últimos resultados da pesquisa, a MSR e a MSPA das plantas de crotalaria.

As avaliações estatísticas dos dados foram realizadas pela análise de variância (Teste de F) e quando os resultados foram significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$ ou $0,01$), utilizando o programa estatístico SISVAR (Sistema de Análises Estatísticas, versão 5,6) (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de emergência (IE) mostrou-se influenciado pela variação de profundidade de semeadura. As sementes de crotalaria em semeaduras em profundidades superiores a 5 cm mostraram-se inferiores ao tratamento padrão com semeadura de 1 cm de profundidade (Tabela 1). Resultados semelhantes obtiveram

Pacheco et al. (2009), avaliando o índice de emergência de plantas de cobertura em diferentes profundidades, sendo verificado que a emergência do capim pé de galinha (*Eleusine indica*) é diretamente afetado a medida que a profundidade de semeadura aumenta, a ponto de impedir a emergência de plantas semeadas com mais de 10 cm de profundidade.

Estas evidências comprovam que as sementes quando sujeitas a profundidades excessivas apresentam redução no índice de emergência das plântulas, podendo afetar negativamente o crescimento inicial (Aisenberg et al., 2014), Isso pode ser explicado em razão ao reduzido tamanho das sementes da espécie, o que implica em limitado material de reserva para a emergência das plântulas (Tillmann et al., 1994), assim como ocorre para as sementes de crotalaria.

Na presença de cobertura vegetal sobre as sementes depositadas na superfície (0 cm com palhada), as sementes de crotalaria apresentaram bom desempenho no índice de emergência, sendo estatisticamente semelhantes ao tratamento padrão (1 cm), reafirmando o estudo de Pacheco et al. (2009), em razão do menor tamanho da semente há maior contato da mesma com o solo, o que conferiu maior germinação e posterior emergência das plântulas.

O tempo de emergência foi maior nos tratamentos em que as sementes de crotalaria foram semeadas em profundidades de 4 cm e 5 cm quando comparado aos tratamentos em profundidade de 0 (sem palhada), 0 (com palhada), 1 e 3 cm (Tabela 1). De maneira geral, com o aumento da profundidade de semeadura, observou-se uma tendência em aumentar o tempo de emergência das plântulas de crotalaria, comprovando a afirmação de Tillmann et al. (1994), em que semeaduras em profundidades superiores às ideais ocasionam redução da velocidade de emergência das plântulas.

A semeadura de crotalaria na profundidade de 8 cm impediu a emergência de plântulas. De acordo com Pacheco et al. (2010), isto pode refletir na maior dificuldade de estabelecimento do stand das plantas cultivadas, podendo afetá-la negativamente, o que implica em limitado material de reserva para a emergência das plântulas nas lavouras.

Profundidade de semeadura (cm)	Índice de emergência	Tempo de emergência (dias)
0 (sem palhada)	0,74 ab	4,25 a
0 (com palhada)	0,69 ab	4,50 a
1	1,00 a	4,25 a
3	0,47 bc	5,00 a
4	0,43 bc	7,25 b
5	0,09 c	8,00 b
8	***	***
CV (%)	34,03	13,97

Tabela 1. Índice de emergência e tempo de emergência de plântulas de crotalaria em função da

Referente à altura de plantas de crotalaria, o tratamento com semeadura de 1 cm de profundidade (tratamento padrão) mostrou-se estatisticamente igual aos tratamentos 0 cm (sem palhada) e 0 cm (com palhada) aos 14 dias após a semeadura (DAS), sendo resultados melhores que as semeaduras realizadas em profundidades de 3, 4 e 5 cm, ressaltando que a semeadura a 8 cm de profundidade não obtiveram plântulas emergidas (Tabela 2).

Na segunda avaliação, aos 40 DAS, novamente os resultados se mantiveram, não havendo diferença significativa entre os tratamentos com 0 cm (sem palhada), 0 cm (com palhada) e 1 cm, sendo resultados melhores que as semeaduras em 3, 4 e 5 cm de profundidade (Tabela 2). Resultados estes que estão de acordo com Aisenberg et al. (2014), que afirmou ocorrer impactos negativos em relação à alocação de carbono, quando semeadas em profundidades maiores e inadequadas, o que reduz o crescimento em altura das plântulas.

O diâmetro do caule aos 14 DAS nos tratamentos 0 cm (com palhada) e 1 cm de profundidade obtiveram os melhores resultados, sendo resultados semelhantes entre si. Porém, em nova avaliação aos 40 DAS, com exceção da semeadura com 8 cm de profundidade que não obteve plântulas emergidas, não houve diferença significativa entre os resultados obtidos para as profundidades de semeadura (Tabela 2). Em partes, os resultados podem ser verificado no trabalho de Pacheco et al. (2009), que encontrou aos 20 dias após a semeadura valores semelhantes em algumas espécies de plantas de cobertura, onde constatou que o aumento da profundidade de semeadura a partir de 8 cm resultou na diminuição dos valores em mais de 50% das plantas, comparadas a 1 cm de profundidade. Já aos 40 dias essa porcentagem sofreu uma tendência a diminuir, tornando mais equilibrado os valores. É possível então dizer que aos 40 dias após a semeadura, o fato dos resultados não terem diferido entre si, se da devido as plantas já terem o seu desenvolvimento estabelecido, independente da profundidade de semeadura, não tendo comprometido desta forma os diâmetros dos caules. Vale ressaltar que esta profundidade de semeadura se da até 5 cm.

Em relação ao número de folhas de crotalaria aos 14 DAS, não houve diferença significativa entre os tratamentos, com exceção da semeadura com 8 cm de profundidade que não obteve plântulas emergidas. Entretanto, aos 40 DAS os tratamentos com semeadura em 0 cm (sem palhada) e 0 cm (com palhada) não obtiveram diferença significativa entre os resultados, sendo superiores aos tratamentos com 4 e 5 cm de profundidade de semeadura. Estes resultados estão de acordo com a pesquisa de Pacheco et al. (2009) em avaliação com o capim pé de galinha como planta de cobertura, que alcançou bom resultado no número de

folhas em semeadura até 4 cm de profundidade, porém, quando semeado à 8 cm de profundidade, o número de folhas apresentou redução significativa, comprometendo o desenvolvimento das plantas.

Profundidade de Semeadura (cm)	Altura (cm)		Diâmetro de Caule (cm)		Número de folhas	
	14 DAS	40 DAS	14 DAS	40 DAS	14 DAS	40 DAS
0 (sem palhada)	9,12 a	25,00 a	0,20 b	0,40 a	3,62 a	12,50 a
0 (com palhada)	9,00 a	25,25 a	0,26 a	0,40 a	3,50 a	12,25 a
1	9,00 a	23,50 a	0,30 a	0,35 a	4,50 a	11,25 ab
3	4,75 b	19,25 b	0,20 b	0,30 a	3,50 a	9,25 ab
4	5,24 b	18,50 b	0,18 b	0,27 a	3,50 a	8,75 b
5	5,25 b	18,75 b	0,20 b	0,27 a	3,00 a	8,50 b
8	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,00 c
CV (%)	16,10	6,65	10,58	36,23	23,09	16,76

Tabela 2. Altura de plantas, diâmetro de caule e número de folhas de plantas de crotalaria em função da profundidade de semeadura, aos 14 e 40 dias após a semeadura (DAS), em Nova Mutum-MT, 2017.

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
DAS: Dias após a semeadura de crotalaria.

Para massa verde da raiz (MVR) não houve diferença significativa entre as médias das plantas nas profundidades de semeaduras em 0 cm (sem palhada), 0 cm (com palhada) e 1 cm. A semeadura em 0 cm (com palhada) apresentou resultados superiores as profundidades de semeadura de 3, 4 e 5 cm. O tratamento com profundidade de 8 cm não obteve resultado devido a inexistência de plântulas emergidas (Tabela 3).

Outras pesquisas também afirmaram que a profundidade de semeadura para crotalaria não deve ser muito profunda (Prado et al., 2002), podendo ser semeada para obtenção de bons resultados entre 0 e 2 cm (Araldi et al, 2016). Desta forma, estando de acordo com a afirmação de que profundidades de semeadura inadequadas comprometem o crescimento radicular e conseqüentemente, a exploração de solo pelas raízes (Tillmann et al., 1994), especialmente para crotalaria, não devendo esta ser semeada em zonas muito profundas do solo, pois quando a semeadura atingir aproximadamente 4 cm ou mais, a emergência e o crescimento de plântulas será significativamente nulo ou insatisfatória (Araldi et al., 2016).

Para massa seca da raiz (MSR), a semeadura em profundidade de 5 cm que obteve resultado menor em relação aos demais aos tratamentos com semeaduras nas profundidades de 0 cm (sem palhada), 0 cm (com palhada) e 1 cm. O tratamento com profundidade de 8 cm não obteve resultado devido a inexistência de plântulas emergidas (Tabela 3).

Os resultados desta pesquisa com crotalaria obtiveram semelhança com os

apresentados por Aisemberg et al. (2014), em pesquisas com soja, que justifica a relação decrescente de massa seca da raiz com o aumento da profundidade de semeadura, esclarecendo que o menor investimento na alocação de carbono no sistema radicular se dá pelo alto gasto de energia utilizado pela plântula no rompimento das camadas do solo, consumindo as reservas que possivelmente seriam destinadas ao crescimento radicular.

Zuffo et al. (2014) também justifica o comportamento provocado pelo gasto excessivo de energia do sistema radicular durante a emergência, pois dessa forma torna-se mais lenta, tornando a plântula dependente das reservas cotiledonares por mais tempo nesse estágio.

A massa verde da parte aérea (MVPA) no tratamento em que as sementes foram depositadas em 0 cm (com palhada) obtiveram resultados superiores aos tratamentos 0 (sem palhada), 1, 3 e 4 cm, onde estes não obtiveram diferença significativa entre as médias dos resultados. A semeadura feita em 5 cm de profundidade obteve o pior resultado entre todos os tratamentos, já que a semeadura a 8 cm de profundidade não obteve plântula emergida (Tabela 3).

Na pesquisa de Pacheco et al. (2009), em estudos com plantas de cobertura, os autores verificaram que existe interação negativa em relação ao acúmulo de massa verde nas plantas, quando existe variação de profundidade de semeadura. Em uma segunda pesquisa realizada por Pacheco et al. (2010) com plantas forrageiras como a braquiária (*Brachiaria brizantha*), neste observaram um maior aumento significativo no acúmulo de massa verde da parte aérea quando as sementes foram depositadas em superfície, isso provavelmente devido a maior facilidade e velocidade no estabelecimento das plântulas.

Para massa seca da parte aérea (MSPA), a semente depositada na superfície em 0 cm (com palhada) obteve melhor média em comparação com os demais tratamentos. Os tratamentos 0 cm (sem palhada) e 1 cm de profundidade de semeadura não obtiveram diferenças significativas entre si, sendo superiores as semeaduras em 4 e 5 cm de profundidade.

Profundidade de Semeadura (cm)	MVR (g planta ⁻¹)	MSR (g planta ⁻¹)	MVPA (g planta ⁻¹)	MSPA (g planta ⁻¹)
0 (sem palhada)	11,40 ab	0,69 a	7,24 b	0,88 bc
0 (com palhada)	11,63 a	0,78 a	10,38 a	1,49 a
1	11,05 abc	0,77 a	7,47 b	0,96 b
3	8,27 c	0,42 ab	6,11 b	0,53 cd
4	8,35 c	0,52 ab	6,41 b	0,35de
5	8,72 bc	0,24 bc	3,16 c	0,34 de
8	0,00 d	0,00 d	0,00 d	0,00 f
CV (%)	14,25	36,66	15,35	26,41

Tabela 3. Produção de massa verde e seca de raízes e parte aérea da planta de crotalária, em diferentes profundidades de semeadura, em Nova Mutum-MT, 2017.

Contudo, o fato do tratamento com semente depositada a 0 cm (com palhada) ter sido superior na produção tanto de massa verde (MVPA) e massa seca (MSPA) da parte aérea em relação aos demais tratamentos, em partes pode ser explicado pelo trabalho de Altmann (2001), em que aponta a cobertura exercida pela massa vegetal sobreposta às sementes das plantas de cobertura, como requisito essencial à emergência inicial destas últimas, pois aumentam o contato com o solo e conseqüentemente, auxiliam na proteção contra a desidratação das sementes em casos de estresse hídrico, interferindo diretamente deste modo a velocidade em que ocorre o desenvolvimento da planta.

Estes resultados só corroboram as afirmações de outros autores e evidenciam a importância da utilização de material vegetal como cobertura no solo. Como ressaltam Ambrosano et al. (2005), os benefícios oriundos são diversos como proteção a erosão, diminuição da amplitude térmica, reciclagem de nutrientes, menor competição com outras plantas, aumento da capacidade da infiltração a água no solo, evitando escoamento na superfície e promovendo aumento na capacidade de reserva de água no mesmo. Estas vantagens, principalmente em solos arenosos que tem como característica grande macroporosidade e estrutura de partículas maiores que não favorecem a retenção de água acabam por serem cruciais não só no desenvolvimento inicial, mas como também durante todo o ciclo da planta que esta sendo cultivada.

CONCLUSÕES

O maior desenvolvimento da crotalaria em solo arenoso ocorre com a deposição da semente em 0 cm (com palhada) e semeadura na profundidade de 1 cm. A semeadura na profundidade de 8 cm é inadequada para crotalaria, pois não apresenta emergência de plântulas.

REFERÊNCIAS

AISENBERG G. R.; PEDRÓ T.; AUMOND T. Z. et al. Vigor e desempenho de crescimento inicial de plantas de soja: efeito da profundidade de semeadura. **Enciclopédia biosfera**. 10: 3081-3091, 2014.

ALTMANN, N. Como iniciar em plantio direto (2ª parte). In: LARA-CABEZAS, W. R.; FREITAS, P. L. (Ed.) **Plantio direto na integração lavoura-pecuária**. Uberlândia: EDITORA UFU, p. 217-233, 2001.

AMBROSANO, E. J.; GUIRALDO, N.; CANTARELLA, H.; ROSSETTO, R.; MENDES, P. C. D.; ROSSI, F.; AMBROSANO, G. M. B.; AREVALO, R. A.; SCHAMMAS, E. A.; JUNIOR, I. A.; FOLTRAN, D. E. **Plantas para cobertura do solo e adubação verde aplicadas ao plantio direto**. Piracicaba, Potafos. 2005. 16p.

ARALDI, D.; YAMASHITA, O. M.; CARVALHO, M. A. C.; CAMPOS, O. R.; ROQUE, C. G.; DALLACORT, R. **Efeito da profundidade de semeadura e presença de palha sobre o substrato na emergência de *Crotalaria juncea***. Guarapuava, Revista Ambiente, v. 12, n. 12, 2016.

ARAUJO, A. V. **Caracterização física, fisiológica e anatômica de sementes de *Crotalaria juncea* L. colhidas em diferentes estádios de maturação**. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2015. 76 f.

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI-FILHO, D.; GIROTTI, F. **Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalaria**. Acta Scientiarum. Maringá, v. 27, n. 4, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2013. 350 p.

FARIA, C. M. B.; COSTA, N. D.; FARIA, A. F. Atributos químicos de um argissolo e rendimento de melão mediante o uso de adubos verdes, calagem e adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 2, p. 299-307, 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

FURLANI, C. E. A.; GAMERO, C. A.; LEVIEN, R.; SILVA, R. P.; CORTEZ, J. W. Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 375-380, 2008.

GUIMARÃES, S. C.; SOUZA, I. F.; PINHO, E. V. R. V. Emergência de *Tridax procumbens* em função de profundidade de semeadura, do conteúdo de argila no substrato e da incidência de luz na semente. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p.413-419, 2002.

MARÇAL, F. F.; TEIXEIRA, I. R.; OLIVEIRA, C. L.; SILVA, M. J.; LEME, W. L. S.; CRUVINEL, W. R.; FREITAS, R. J.; FELIPE, C. A. S. **Profundidade de semeadura de algodão na condição de cerrado**. In. **V Congresso brasileiro de Algodão**. Salvador, 2005.

MIRANDA, P.R.M.; FERRAZ, I.D.K. **Efeito da temperatura na germinação de sementes e morfologia de plântula de *Maquira sclerophylla* (Ducke) C.C. Berg**. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 303-307, 1999.

PACHECO L. P.; PIRES F. R.; MONTEIRO F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; FILHO, A. C.; CARMO, M. L.; PETTER, F. A. Emergência e crescimento de plantas de cobertura em função da profundidade de semeadura. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 30, n. 2, p. 305-314, 2009.

PACHECO L. P.; PIRES F. R.; MONTEIRO F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; PETTER, F. A. Profundidade de semeadura e crescimento inicial de espécies de forrageiras utilizadas para cobertura do solo. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 34, n. 05, p. 1211-1218, 2010.

PRADO R.de M.; COAN O.; VILLAR M. L. P. Compressão do solo e profundidade de semeadura na emergência e no crescimento inicial da cultura do milho (*Zea Mays L.*). **Revista científica eletrônica de agronomia**, n. 02, 2002.

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

SOUZA, P. H. N et al. **Efeito de semeadura na emergência e distribuição longitudinal do milho (*Zea mays*) em sistema de plantio direto**. In. XII Seminário nacional milho safrinha. Dourados, 2013.

SPERA, S. et al. **Cuidados com os solos arenosos podem ser rentáveis para serem utilizados na**

agricultura. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2001.

TILLMANN M. A. A. et al. Efeito da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de tomate. **Scientia Agricola**, 51: 260-263, 1994.

ZUFFO D. A. M.; ANDRADE F. R.; PETTER F. A.; SOUZA, T. R. S.; PIAULINO, A. C. Posição e profundidade de semeadura na emergência e desenvolvimento inicial de mudas de *Anarcadium microcarpum* Ducke. **Revista brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 4, p. 556-561, 2014.

FREQUÊNCIA DE NEMATÓIDES NA REGIÃO CENTRO-OESTE

Rayane Gabriel Da Silva

Pesquisadora Nematologista Fundação Chapadão

Rayanegabriel@fundacaochapadao.com.br

Danieli Rayane Gabriel Da Silva

Trainee do Laboratório de Nematologia

Maria Eduarda Ferreira Nantes

Estagiária do Laboratório de Nematologia,
Chapadão do Sul -MS.

FREQUENCY OF NEMATODES IN THE CENTRAL-WEST REGION

A presença de nematoides nas regiões produtoras do Centro-Oeste vem ocorrendo com elevada frequência. Os níveis populacionais encontrados em diversos levantamentos regionais de nematoides mostram grande disseminação desses fitoparasitas, que vem aumentando ano após ano. Sendo assim, o objetivo do estudo foi verificar a frequência dos principais nematoides que ocorrem na região Centro-Oeste. O levantamento foi realizado pelo laboratório de Nematologia da Fundação Chapadão, em Chapadão do Sul-MS na safra 2018/2019. Foram recebidas 659 amostras de solo e raízes sendo realizada a extração conforme Jenkins (1964) e Coolen e D'Herde (1972), respectivamente. As

amostras foram oriundas dos estados GO, MS e MT, respectivamente. Foi possível observar que o nematoide com maior distribuição é *Pratylenchus brachyurus*, ocorrendo em 97% das amostras. Em segundo lugar, o nematoide espiralado *Helicotylenchus* sp., ocorrendo em 93% das amostras. *Heterodera glycines* apareceu com frequência de 40%, enquanto que *Meloidogyne* spp., com 9% e *Pratylenchus zaeae*, com 5%. *Helicotylenchus* spp. vêm aumentando no decorrer das safras, certamente causando danos às culturas, de alguma forma. Portanto, o manejo de nematoides deve ser realizado de forma planejada e eficiente para não causar desequilíbrio no solo e multiplicação desordenada de algumas espécies.

GESTÃO DE GASTOS DA PEQUENA PROPRIEDADE RURAL FAMILIAR PARA MELHORAR O SEU DESEMPENHO ECONÔMICO

Nestor Bremm

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM,
Departamento de Solos, Santa Maria, RS, Brasil

Daniela Martinelli

Faculdades Educacionais Machado de Assis –
FEMA, Departamento de Ciências Contábeis,
Santa Rosa, RS, Brasil

Lauri Aloisio Heckler

Faculdades Educacionais Machado de Assis –
FEMA, Departamento de Ciências Contábeis,
Santa Rosa, RS, Brasil

tipo quali-quantitativo, exploratório, descritivo, bibliográfico, documental e estudo de caso. Para a realização do estudo foram necessários conhecimentos sobre Contabilidade, Contabilidade de Custos e Atividade Rural. Os resultados obtidos indicam que a propriedade está tendo retornos positivos, no entanto a cultura da soja do período da safrinha gerou prejuízo, merecendo uma atenção em especial.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento, Agricultura Familiar, Soja.

MANAGEMENT OF SMALL FAMILY RURAL PROPERTY SPEND TO IMPROVE YOUR ECONOMIC PERFORMANCE

ABSTRACT: This study aims to demonstrate the importance in regulation of expenses management in the small rural property, the fact that this is rarely used in this environment. Based on this, a case study was carried out in the property, localized on the countryside of Tucunduva-RS. It aims to know how spending management can help farmers achieve better performance with the soybean crop, through the analysis of expenses related to crop. Data were collected through interviews with the producer and information available in notes and fiscal documents. Spreadsheets were used to tabulate the data collected. The research was carried out

RESUMO: O presente estudo tem por finalidade demonstrar a importância de realizar controle e gestão de gasto na pequena propriedade rural, pelo fato deste ser pouco utilizado neste meio. Com base nisso, realizou-se um estudo de caso em uma propriedade, localizada no interior do município de Tucunduva-RS. Objetivou-se conhecer de que maneira a gestão de gastos pode auxiliar o produtor rural a obter melhor rendimento com a cultura de soja. A coleta dos dados ocorreu por meio de entrevistas com o produtor e informações disponíveis em anotações e documentos fiscais. Foram utilizadas planilhas eletrônicas para tabular os dados levantados. A pesquisa foi realizada no período de outubro/2016 a maio/2017. A metodologia empregada ao estudo caracterizou-se como aplicada, do

from October 2016 to May 2017. The methodology used in this study was characterized as applied, qualitative and quantitative, exploratory, descriptive literature, documental and case study. For the study, it took knowledge of Accounting, Cost Accounting and Rural Activity. The results indicate that the property is having positive returns, however, the off-season period of soybean crop caused losses, deserving particular attention.

KEYWORDS: Management, Family Farming, Soy.

INTRODUÇÃO

O atual cenário econômico e as constantes incertezas quanto ao futuro, tornam cada vez mais indispensáveis à apuração e análise dos gastos relacionados ao negócio. Sendo estas informações essenciais para a tomada de decisão com relação a como investir e no que investir. Podendo uma decisão equivocada resultar na diminuição dos resultados ou até mesmo implicar no insucesso do negócio.

Não diferindo, a atividade rural também precisa estar atenta às mudanças e adequar-se, prezando por sua sobrevivência que está cada vez mais difícil devido aos baixos preços dos produtos ofertados e alto custo para produzi-los. Neste intuito, será realizado um estudo de caso em uma pequena propriedade rural familiar localizada no interior do município de Tucunduva-RS. O período a ser analisado compreende de outubro de 2016 a maio de 2017, englobando a safra e safrinha.

O objetivo geral deste artigo é analisar os gastos apurados com a cultura de soja na propriedade. O presente estudo configura-se de grande valia e indispensável, pelas informações geradas, possibilitando uma visualização amplificada dos resultados, bem como o detalhamento dos gastos. Permitindo identificar se há necessidade ou não em fazer correções, a fim de evitar investimentos desnecessários. Trazendo a possibilidades de um melhor controle e planejamento dos investimentos.

A pesquisa será categorizada como aplicada. Quanto à natureza será qualitativa, onde haverá o levantamento de dados e interpretação destes. Classifica-se ainda como Pesquisa Exploratória e Pesquisa Descritiva, por possibilitar colocar em prática a teoria, e descrever o processo do plantio. Por fim classifica-se como pesquisa documental, onde serão utilizadas anotações, notas fiscais e projetos. Em apoio à pesquisa documental serão realizadas entrevistas despadronizadas com o proprietário.

DESENVOLVIMENTO

A contabilidade é utilizada para registrar e controlar os bens, direitos e obrigações tanto da pessoa física como jurídica. Marion a define como “[...] um instrumento que fornece o máximo de informações úteis para a tomada de decisões dentro e fora da empresa.” (MARION, 2009, p.28). Araújo e Assaf (2004) complementam

que é “[...] um sistema de informação capaz de orientar os donos ou acionistas de uma empresa a tomarem decisões apoiados em números que idealizem a situação financeira e patrimonial do negócio.” (p.13). Sendo responsável por “[...] registra, estuda e interpreta (por análise) os fatos financeiros e econômicos que afetam a situação patrimonial de determinada pessoa física ou jurídica.” (GRECO; AREND, 2013, p.1).

A área da contabilidade é bastante abrangente, podendo estar direcionada a diversos ramos, estando aplicada de forma geral ou específica a uma área, como por exemplo, área comercial, industrial, agrícola, de custos dentre outras. (MARION, 2009). A Contabilidade de Custos é essencial e de extrema importância aos que possuem um empreendimento, pois através desta tem-se a ideia do retorno que a atividade está tendo, a qual “fornece informações detalhadas a respeito das despesas operacionais do negócio.” (RUSWINCKEL, 1977, p.1). Possibilitando desta forma a visualização da viabilidade do negócio, se vale a pena continuar investindo ou não e ainda se é necessário realizar mudanças referentes aos gastos realizados.

As despesas não estão relacionadas à produção, ou seja, são desembolsos após a finalização do produto. Estão relacionadas à parte de administração e a de vendas.

As despesas correspondem aos bens ou serviços consumidos direta ou indiretamente para a obtenção de receitas. São consumos temporais e não estão associados à produção de um produto ou serviço. Como exemplos de despesas podem ser citados gastos com salários de vendedores, gastos com funcionários administrativos etc. (BRUNI, 2008, p.41).

Para analisar de forma mais adequada os gastos de uma empresa faz-se uso da análise CVL (Custo, Volume e Lucro.), havendo a associação da quantidade produzida, dos gastos, e do lucro obtido. Outra ferramenta entregue na área da contabilidade de custos são os métodos de custeio. Berti os define como uma “[...] forma ou maneira utilizada para se calcular o custo de um produto ou serviço. Vários são os métodos de custeio da contabilidade de custos. Cada método tem sua finalidade e seus objetivos específicos.” (BERTI, 2008, p.59). Megliorini enfatiza que estes “[...] têm a função de determinar o modo como serão atribuídos os custos aos produtos.” (MEGLIORINI, 2012, p.9). Dentre os métodos de custeio pode-se citar: Custeio por Absorção, Custeio Variável e Custeio ABC.

A análise CVL (Custo Volume e Lucro) é uma ferramenta muito importante para as empresas, a qual é utilizada para verificar a alteração que uma mudança no processo produtivo causaria no resultado final. Buscando desta forma, visualizar quais são os produtos que geram mais rentabilidade e quais geram menos rentabilidade a empresa. Com tais ferramentas, estas podem auxiliar os agricultores a aumentar sua produtividade. Pois a agricultura tem-se modernizado, exigindo do produtor rural cada vez mais investimento para se adequar as exigências do mercado, sendo necessário ter conhecimento mais aprofundado da atividade desempenhada, das

condições de mercado para o produto, a fim de tomar melhores decisões do que produzir e como produzir (CREPALDI, 2012).

A contabilidade rural é muito diferente da contabilidade das empresas, a qual apresenta determinadas peculiaridades, sendo uma delas quanto ao ano de encerramento do exercício. De acordo com Marion, o exercício social de uma empresa encerra-se no dia 31/12, em vista que as receitas e as despesas são constantes durante o ano (MARION, 2009). Já na atividade agrícola é obedecido o ciclo da cultura mais predominante na lavoura. Este ciclo envolve desde a preparação da terra, o plantio e a colheita, onde a receita geralmente ocorre após a colheita (MARION, 2009).

Diante deste contexto fica evidente a diferenciação que há entre a contabilidade rural, e a contabilidade dos demais ramos de atividade. Tornando-se necessário que o profissional contábil mantenha contato com os demais profissionais desta área a fim de tentar entender melhor a sistemática da atividade agrícola, e a partir disto prestar melhor auxilia ao produtor.

Com relação à natureza a pesquisa utilizada no presente trabalho, foi do tipo aplicado, pois buscou uma solução na teoria, a fim de eliminar a falta de controle dos gastos existente na propriedade em estudo. Para isto houve o levantamento de dados na propriedade, interpretação e análise destes, buscando medir os gastos envolvendo a cultura em estudo.

A coleta de dados foi realizada através de visitas no período do segundo semestre de 2017, sendo utilizada documentação direta e documentação indireta. Foram utilizados todos os documentos usados durante o exercício, como anotações, notas fiscais de compra de insumos e venda dos produtos, além disso, foram utilizados livros para a pesquisa e fundamentação do assunto.

Durante as visitas na propriedade realizaram-se entrevistas despadronizadas com o produtor, a fim de entender melhor a sistemática da propriedade, buscando desta forma tirar o máximo de informações relevantes para o presente estudo. A análise e interpretação dos dados ocorreram de acordo com os dados levantados através das entrevistas com o proprietário, observação do local e das informações geradas em planilhas e gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A propriedade rural analisada encontra-se situada no interior do município de Tucunduva - RS. Suas principais fontes de renda provem da produção de grãos e da produção leiteira. As atividades na propriedade são realizadas por três pessoas. A propriedade possui 27.13 hectares, 9.8 hectares pertencem à área permanente, dividindo-se em potreiro, grama tifton, moradia/ pomar e área de preservação legal.

O restante da propriedade (17.5 hectares) é composto pela área agricultável, a

qual é utilizada para o plantio de culturas de inverno e culturas de verão, predominado a cultura de soja. Conforme demonstrado, a maior parte da área agricultável é destinada a produção de soja (safra). Após a colheita desta, os mesmos 15 hectares, são divididos em produção de trigo e produção leiteira (pastagens e aveia). Já os 2.5 hectares restantes são utilizados inicialmente para a produção de milho e após o fim do ciclo deste, é utilizado para a produção de soja (safrinha).

Ao longo do desenvolvimento da atividade da produção de soja, são diversos os gastos, dentre eles, semente, adubo, agrotóxicos, combustível, pró-labore, depreciação dos maquinários e instalações, manutenção dos maquinários e despesas bancárias. Os mesmos são registrados pelo produtor através de anotações e guarda de documentos (notas fiscais, cupons fiscais, recibos).

Os gastos com pró-labore e a depreciação são tratados de forma diferente, pelo fato do produtor destinar o seu tempo e utilizar os maquinários para a realização de outras tarefas dentro da propriedade. O rateio da depreciação foi definido em porcentagem de acordo com a utilização do maquinário na atividade de soja. No período de um ano a depreciação dos maquinários e instalações somou R\$ 6.119,33. Nas instalações, a depreciação também foi definida de acordo com a porcentagem relacionada com a atividade.

Cabem destacar, que a depreciação, pró-labore, combustível e manutenção dos maquinários foram alocados de acordo com a totalidade de hectares destinados a safra e a safrinha. Os demais gastos foram alocados por hectare.

Para a realização do plantio da safra 2016/17 (15 hectares) apurou-se um gasto total de R\$ 26.952,37, divididos em semente (R\$ 6.629,00), adubo (R\$ 4.425,00), agrotóxicos (R\$ 6.715,45), combustível (R\$ 492,86), manutenção de maquinários (R\$ 987,64), depreciação (R\$ 2.686,57), pró-labore (R\$ 3.758,71) e outros gastos (R\$1.257,14). Totalizando um gasto por hectare de R\$ 1.796,82.

Os gastos com semente e agrotóxicos foram os que tiveram maior expressão no plantio, representando 49% do gasto total. Para a colheita da safra apurou-se um gasto total de R\$ 6.919,92, divididos em combustível (R\$ 473,14), manutenção de maquinário (R\$ 1.864,29), depreciação (R\$ 2.558,57) e pró-labore (R\$ 2.023,92). O que representou um gasto total por hectare de R\$ 461,33.

Por fim, os gastos com o plantio, manutenção e colheita dos 15 hectares somaram R\$ 33.872,29, o que representou um gasto médio por hectare de R\$ 2.258,15. Quanto ao plantio da safrinha (2,5 hectares) apurou-se um gasto total de R\$ 4.842,71, estando divididos em semente (R\$ 732,00), adubo (R\$ 915,00), combustível (R\$ 82,14), maquinários (R\$ 164,61), depreciação (R\$ 447,76), pró-labore (R\$ 626,45) e outros gastos (R\$ 209,50). Proporcionando um gasto total por hectare de R\$ 1.937,09.

Dentre os diversos gastos, o que teve maior relevância foi o dos agrotóxicos, que representou 34% do valor total. Esse fato se deu, devido à necessidade da realização de mais um tratamento durante o período.

A colheita da safrinha totalizou um gasto de R\$ 1.153,32, divididos em combustível (R\$ 78,86), manutenção de maquinário (R\$ 310,71), depreciação (R\$ 426,43) e pró-labore (R\$ 337,32). Representando um gasto médio por hectare de R\$ 461,33.

Por fim, os gastos com o plantio, manutenção e colheita dos 2.5 hectares somaram R\$ 5.996,03, o que representou um gasto médio por hectare de R\$ 2.398,41.

No período da safra foram colhidos 930 sacos de soja, o que representou uma média de 62 sacos por hectare. Já na safrinha foram colhidos 80 sacos, o que representou uma média de 32 sacos por hectare. Portanto, entre safra e safrinha, foram colhidos 1.010 sacos de soja. A venda foi sendo realizada conforme necessidade, o que explica os diferentes preços recebidos por saco. O preço médio girou em torno de R\$ 58,20 por saco.

A venda de soja do período analisado gerou uma receita bruta de R\$ 58.920,00. Descontando o Funrural, chega-se a uma Receita Líquida de R\$ 57.564,84. Ao descontar os custos e despesas fixas e variáveis no valor de R\$ 39.868,32, tem-se um Lucro Líquido do período de R\$ 17.696,52.

A receita líquida representa 97,70% da receita bruta. Os custos e despesas variáveis representam 45,82%. Os custos e despesas fixas representam 21,83%. Juntos os custos e despesas representam 67,65% da Receita Bruta. Já o Lucro Líquido do período representa 30,03% da Receita Bruta.

O resultado do período foi positivo, apesar disso inferior ao esperado pelo produtor. Um fator que contribuiu para este resultado foi o prejuízo gerado pela safrinha, na qual o custo por hectare foi de 41,11 sacos e a média colhida por hectare foi de 32 sacos representando um prejuízo de 9,11 sacos por hectare.

Após o levantamento dos dados, desenvolveu-se uma planilha no Excel, a qual foi indicada para ser utilizada pelo proprietário nas próximas safras. Sendo está uma boa oportunidade de melhor controlar os gastos relativos à cultura de soja (safra e safrinha). A planilha é simples, dinâmica e de fácil preenchimento. Contêm todos os gastos relacionados ao plantio e a colheita. Possibilitando desta forma, uma maior precisão do real lucro obtido no desempenho da atividade.

Sugere-se também, que nos próximos anos, seja realizado um mapeamento abrangendo as demais atividades desenvolvidas dentro da propriedade, buscando visualizar qual a atividade está gerando melhor rentabilidade. E a partir dos resultados obtidos, fazer remaneja caso haja necessidade.

Outra questão a ser repensada, é com relação ao plantio de soja no período compreendido pela safrinha. Pois conforme apurado, gerou prejuízo ao produtor. Uma solução para isto é sua substituição por outra cultura como, por exemplo, a troca pela cultura do milho.

Com isso, conclui-se que o atual cenário econômico e as constantes incertezas quanto ao futuro, tornam cada vez mais indispensáveis à apuração e análise dos

gastos relacionados às atividades agrícolas. Sendo tais informações importantes para a tomada de decisão sobre a alocação de recursos financeiros. Onde uma decisão equivocada resulta na redução da lucratividade ou até endividamento do agricultor.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, A. M. P.; ASSAF, A. **Introdução à contabilidade**. São Paulo: Atlas, 2004.
- BERTI, A. **Contabilidade e Análise de Custos**. 3. ed. Curitiba: Juruá, 2008.
- BRUNI, A. L. **A administração de custos, preço e lucros**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- CREPALDI, S. A. **Contabilidade Rural: uma abordagem decisorial**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- GRECO, A.; AREND, L. **Contabilidade: teoria e prática básicas**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.
- MARION, J. C. **Contabilidade rural: contabilidade agrícola, contabilidade da pecuária, imposto de renda pessoa jurídica**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- MARION, J. C. **Contabilidade Básica**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- MEGLIORINI, E. **Custos**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.
- RUSWINCKEL, J. W. **Contabilidade de Custos I**. 5. ed. São Paulo: Ibrasa, 1977.

SOBRE A ORGANIZADORA

DIOCLÉA ALMEIDA SEABRA SILVA - Possui Graduação em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, atualmente Universidade Federal Rural da Amazônia (1998), especialização em agricultura familiar e desenvolvimento sustentável pela Universidade Federal do Pará – UFPA (2001); mestrado em Solos e Nutrição de Plantas (2007) e doutorado em Ciências Agrárias pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2014). Atualmente é professora da Universidade Federal Rural da Amazônia, no Campus de Capanema - PA. Tem experiência agricultura familiar e desenvolvimento sustentável, solos e nutrição de plantas, cultivos amazônicos e manejo e produção florestal, além de armazenamento de grãos. Atua na área de ensino de nos cursos de licenciatura em biologia, bacharelado em biologia e agronomia. Atualmente faz mestrado e especialização em educação, na área de tutoria à distância.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Açúcares solúveis 89, 90, 91, 93, 94, 97, 243, 246, 248, 249, 251, 252, 253
Adaptabilidade 101
Administração 1, 14, 285, 289
Agricultura 6, 16, 17, 20, 21, 22, 42, 47, 48, 65, 66, 74, 86, 98, 113, 114, 122, 123, 161, 176, 194, 200, 201, 213, 216, 234, 236, 240, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 268, 269, 271, 281, 283, 285, 290
Agricultura familiar 16, 17, 20, 200, 213, 216, 261, 262, 263, 264, 265, 268, 269, 283, 290
Aminoácidos 89, 90, 91, 93, 94, 97, 243, 246, 248, 249, 251, 252
Amônio 52, 61, 62, 89, 93, 94, 97, 98, 222, 243, 248, 249, 251, 252
Análise 4, 15, 16, 17, 24, 27, 28, 36, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 53, 56, 57, 58, 63, 64, 68, 74, 77, 86, 92, 96, 97, 101, 104, 112, 116, 124, 136, 138, 139, 168, 172, 179, 195, 204, 208, 210, 216, 221, 223, 235, 238, 240, 241, 246, 248, 249, 257, 272, 274, 285, 286, 288, 289
Animal welfare 147, 148, 150, 151, 155, 156, 157, 158, 159, 161
Autonomia 24, 31, 34

B

Bananeiras 218, 220, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 229
Barueiro 226
Beef quality 147
Bradyrhizobium 50, 51, 53, 63, 64, 65

C

Capim massai 218, 223, 224, 225, 226, 228
Carica papaya 230, 231, 234, 255, 256
Classificação de terras 100, 112
Compostos bioativos 134
Contaminação 197, 198, 199, 201, 202, 203, 204, 205, 207, 208, 209, 210, 212, 214, 215, 216
Cultivo sustentável 113
Curva de crescimento 230, 231, 233

D

Declínio 15, 16, 18, 21, 104, 119
Dinâmica 22, 46, 187, 190, 191, 261, 262, 263, 264, 268, 288

E

Enxertia 124, 126, 133
Épocas de avaliação 230, 258
Eucalyptus 75, 77, 78, 85, 86, 87
Experimentação agrícola 113

F

Filogeografia 36, 39

Forrageira 164, 165, 174

Fósforo 88, 89, 90, 92, 93, 94, 96, 97, 99, 170, 171, 245, 246, 248

Fungo 193, 194, 195, 196, 235, 236, 237, 238, 239, 240

G

Gerenciamento 283

Germination test 68, 79

Grass-based 147, 152, 154, 155

I

Índice de manejo do carbono 175

Inhibition 77, 82, 84, 85, 174

Inoculação 50, 65, 164, 166, 168, 169, 171, 172, 238, 239, 240

Intercropping 77, 86

L

Lavoura temporária 16, 17, 267

Leguminosas 51, 225, 229, 270, 271

M

Mapa de solos 100, 111

Marketing 147, 148, 150, 151, 155, 157, 158, 159, 160

Mistura 25, 31, 53, 193, 194, 195, 196

Moringa oleífera 77, 87, 254

N

Nitrato 50, 51, 53, 89, 91, 93, 97, 243, 246, 248, 249, 251, 252

Nitrogenase 50, 51

Nitrogênio 50, 51, 52, 55, 56, 57, 58, 66, 88, 89, 92, 93, 94, 96, 97, 133, 170, 171, 173, 191, 192, 229, 242, 244, 245, 246, 248, 252, 253, 271

P

Palhada 222, 224, 228, 270, 271, 273, 275, 276, 277, 278, 279

PGPR 164, 165, 167

Planejamento 1, 3, 6, 13, 23, 101, 112, 114, 255, 284

Planejamento experimental 255

Plantas de cobertura 218, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 270, 271, 272, 275, 276, 278, 279, 280

Plantas medicinais 24, 25, 26, 28, 30, 31, 33, 34, 87, 134, 139

Plantio convencional 175, 176, 177, 178, 180, 184, 187, 188, 189, 190, 208, 212

Plantio direto 175, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 184, 186, 187, 188, 189, 191, 192, 221, 229, 270, 272, 279, 280

Plants 24, 51, 67, 68, 69, 81, 85, 89, 98, 113, 125, 135, 145, 173, 196, 219, 228, 230, 231, 243, 253, 254, 256, 271

Potássio 53, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 133, 222, 229, 246, 248, 273

Produtividade 1, 2, 12, 13, 16, 17, 20, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 107, 113, 114, 118, 119, 120, 121, 124, 130, 132, 165, 166, 200, 212, 222, 223, 224, 236, 256, 263, 285

Q

Qualidade 1, 12, 13, 20, 22, 24, 25, 26, 29, 31, 33, 34, 90, 102, 113, 114, 121, 122, 123, 127, 129, 131, 132, 134, 135, 144, 175, 177, 181, 186, 188, 189, 190, 197, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 216, 228, 229, 231, 234, 239, 256

Qualidade sanitária 197, 199, 201

R

Redutase do nitrato 50, 51

Rendimento 16, 17, 19, 20, 50, 54, 56, 57, 58, 59, 62, 64, 65, 105, 114, 120, 206, 240, 280, 283

S

Sanitary quality 198, 199

Saúde 14, 16, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 87, 125, 197, 198, 201, 202, 204, 205, 206, 207, 210, 211, 213, 214, 215, 216

Secagem 12, 87, 134, 135, 136, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

Soja 2, 50, 51, 56, 57, 58, 59, 64, 65, 66, 74, 177, 178, 278, 279, 283, 284, 287, 288

Sorotipo A 42

Substrato 77, 126, 235, 280

Sustentabilidade 1, 23, 260, 265

T

Técnicas agroecológicas 113

U

Uruguay 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 160, 161, 162

V

Variabilidade genética 44

Vegetais 22, 26, 30, 90, 137, 175, 182, 189, 190, 197, 199, 200, 202, 205, 206, 207, 211, 216, 219, 220, 237, 274

Vegetation 175, 198, 199, 219

Viabilidade econômica 113, 114, 115

Z

Zea mays 71, 236, 280

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-824-3

