Perspectivas das Ciências Agrárias na Sociedade 5.0: Educação, Ciência, Tecnologia e Amor

Editora
IIDV

JOSÉ ANTONIO AVELAR BAPTISTA
LAÉRCIO NOGUEIRA MEDEIROS
THALES RAMON DE QUEIROZ BEZERRA
VIVIANE DA SILVA MEDEIROS

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Perspectivas das ciências agrárias na sociedade
5.0 [livro eletrônico] : educação, ciência,
tecnologia e amor / organização José Antonio
Avelar Baptista ... [et al.]. -- 1. ed. --
Recife, PE : Editora IIDV, 2020.
PDF

Outros autores : Laércio Nogueira Medeiros, Thales
Ramon de Queiroz Bezerra, Viviane da Silva Medeiros.
ISBN 978-65-88970-07-2

1. Ciências agrárias 2. Educação 3. Inovação
tecnológica 4. Tecnologia I. Baptista, José Antonio
Avelar.

21-53847

CDD-630

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências agrárias 630

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Perspectivas das Ciências Agrárias na Sociedade 5.0: Educação, Ciência, Tecnologia e Amor

1ª Edição

Recife – PE - Brasil

INSTITUTO INTERNACIONAL DESPERTANDO VOCAÇÕES

2020

[iii]

**LIVRO DOS TRABALHOS PREMIADOS NO V CONGRESSO
INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS – V COINTER PDVAgro 2020**

ORGANIZADORES: José Antonio Avelar Baptista

Laércio Nogueira Medeiros

Thales Ramon de Queiroz Bezerra

Viviane da Silva Medeiros

EDITOR: Ayrton Matheus da Silva Nascimento

DIAGRAMAÇÃO: Ana Beatriz Rocha de Barros David

Luana Negromonte Marinho Capiberibe

Mariana Almeida Ferreira de Lima

ISBN: 978-65-88970-07-2

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2>

EDITORA: Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

Edição Digital 2020. Direitos exclusivos reservados para todos os países. Proibida sua reprodução total ou parcial, para uso privado ou coletivo, em qualquer meio impresso ou eletrônico de acordo com as leis de Propriedade Intelectual.

Digitalizado no Brasil / Digitalizado en Brasil/ Digitized in Brazil.

PREFÁCIO

O livro **PERSPECTIVAS DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS NA SOCIEDADE 5.0: EDUCAÇÃO, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMOR** é resultado do concurso de melhores trabalhos publicados no V Congresso Internacional das Ciências Agrárias – V COINTER PDVAgro, realizado entre os dias 02 e 05 de dezembro de 2020, de forma online. O evento é promovido pelo Instituto Internacional Despertando Vocações com o objetivo de promover e divulgar os trabalhos científicos desde 2017.

No ano de 2020, tivemos o processo de seleção, realizado por avaliadores ad hoc, coordenados pela Comissão Científica e com a participação de membros do Conselho Editorial da Editora IIDV. A dinâmica de avaliação presencial dos trabalhos foi substituída pelas salas virtuais e a presencialidade, o compartilhamento de experiências, mesmo em um ano de dificuldades como 2020, foram preservados, na medida do possível.

Os trabalhos premiados em 2020 representam, para além do mérito acadêmico, o esforço coletivo de pesquisadores, profissionais e estudantes, do Brasil e do exterior, que superaram, a duras custas, muitas vezes, dificuldades pessoais e limitações para execução de suas pesquisas.

Em um período da história no qual sombras de dúvidas tentam se colocar, no Brasil e no mundo, sobre a importância da Ciência no progresso da humanidade, mais do que nunca, o tema do COINTER PDVAgro. **Sociedade 5.0: Educação, Ciência, Tecnologia e Amor** se tornam, além de contemporâneo, indispensável na formação de pessoas que possam se desenvolver sob a luz da Ciência e da ética humanista.

O Instituto IDV, através do COINTER PDVAgro e da Editora IIDV dedica o esforço da elaboração desse livro a todas as pessoas que perderam seus entes queridos, aos profissionais da saúde, aos pesquisadores e a todas as pessoas que se encontram trabalhando, arduamente, para encontrar soluções que minimizem o sofrimento que assolou a humanidade em 2020.

Dr^a Kilma da Silva Lima Viana (**Presidente do IIDV**)

CONSELHO EDITORIAL

PRESIDÊNCIA

Dr.^a **Kilma da Silva Lima Viana** – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) | Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

CONSELHEIROS

Dr. **Airton José Vinholi Júnior** – Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS)

Dr. **Alexander Patrick Chaves de Sena** – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dr.^a **Ana Patrícia Siqueira Tavares Falcão** – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dr. **Arquimedes José de Araújo Paschoal** – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dr. **Dewson Rocha Pereira** – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Dr. **Edísio Raimundo Silva** – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dr.^a **Francisca da Rocha Barros Batista** – Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dr.^a **Iraneide Pereira da Silva** – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dr. **Jaime Patrício Leiva Nuñez** – Universidad de Playa Ancha (UPLA)

Dr. **Jeymesson Raphael Cardoso Vieira** – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Dr. **José Ângelo Peixoto da Costa** – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dr. **José Ayron Lira dos Anjos** – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Dr. **Jose Cuauhtemoc Ibarra Gamez** – Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón (ITSON)

Dr.^a **Lastenia Ugalde Meza** – Universidad de Playa Ancha (UPLA)

Dr.^a **Renata Cristine de Sá Pedrosa Dantas** – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dr. **Roberto Gómez Fernández** – Ministério da Educação de Luxemburgo

Dr.^a **Suzana Pedroza da Silva** – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Dr.^a **Maria Trinidad Pacherez Velasco** – Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN)

Dr. **Thales Ramon de Queiroz Bezerra** – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Dr.^a **Viviane da Silva Medeiros** – Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Coordenação Executiva

MSc. **Erick Viana da Silva** – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) | Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

COORDENAÇÃO ADMINISTRATIVA

Esp. **Ayrton Matheus da Silva Nascimento** – Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

Esp. **Douglas Salgado da Silva** – Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

SETOR COMERCIAL/MARKETING

Cynthia Alice Canuto de Oliveira – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Heloisa de Barros Dantas – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Kaline Soares da Silva – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Larissa Amanda Pereira da Silva – Instituto Internacional Despertando Vocações (IIDV)

Mariana Almeida Ferreira Lima – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Misael Tomaz de Araújo – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

COORDENAÇÃO TÉCNICA EDITORIAL

Vinícius de Barros Monteiro – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

ASSISTENTES EDITORIAIS

Anderson Soares da Silva – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Carlos Augusto Brandão – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Cecília Lima Siqueira – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Danielly Francielly dos Santos Silva – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Jussara Ricardo da Silva Rodrigues – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

Karoliny Paula da Silva – Centro Universitário Guararapes (UNIFG)

Palloma Joyce de Aguiar Silva – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01: CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO NO BRASIL, INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS COM ARDUINO

LUANY EMANUELLA ARAUJO MARCIANO, ANTÔNIO MARCOS AZEVEDO BATISTA, FILIPE MENDONÇA DE LIMA, LEANDRO RICARDO RODRIGUES DE LUCENA, MOACYR CUNHA FILHO

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.1-17>

CAPÍTULO 02: MAPEAMENTO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE DO SOLO UTILIZANDO DISPOSITIVO DE BAIXO CUSTO NA REGIÃO DO VALE DO IVINHEMA - MS

MATHEUS KATRIEL DOS SANTOS ARAUJO, GRAZIELI SUSZEK, WESLEY TESSARO ANDRADE

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.18-35>

CAPÍTULO 03: MAPEAMENTO DA PRODUTIVIDADE DO GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.) E DOS ATRIBUTOS DO SOLO EM ÁREA DE PLANTIO DIRETO

LETICIA ALMEIDA SORANO, MATHEUS KATRIEL DOS SANTOS ARAUJO, GRAZIELI SUSZEK, MAURO DE LIMA, ELIUDE ALICE NEVES

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.36-54>

CAPÍTULO 04: PERFIL DO CONSUMIDOR E FATORES RELEVANTES NA COMPRA DE PEIXE NO MERCADO DE FERRO DO VER-O-PESO, BELÉM (PA)

RODOLFO OLIVEIRA SILVA, TALES VANDRÉ LOPES ALHO, LAYZ FURTADO DO VALE, ANDREIA COSTA DE SOUSA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.55-74>

CAPÍTULO 05: USO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS EM CARNES E DERIVADOS: UMA REVISÃO

EDILAYANE DA NÓBREGA SANTOS, JOÃO VITOR FONSECA FEITOZA, VALQUÍRIA CARDOSO DA SILVA FERREIRA, FÁBIO ANDERSON PEREIRA DA SILVA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.75-88>

CAPÍTULO 06: ANÁLISES QUANTITATIVAS DO CAPIM-TAMANI SOB DIFERENTES MANEJOS DA ADUBAÇÃO NITROGENADA

VITÓRIA GOMES DAMASCENO, IURI DE ALMEIDA MORAES, MILENA ALVES DOS SANTOS, JUVENALDO FLORENTINO CANJÁ, MAGNO JOSÉ DUARTE CÂNDIDO

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.89-107>

CAPÍTULO 07: COBERTURA DO SOLO ASSOCIADO A NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO NOS COMPONENTES PRODUTIVOS DE *Capsicum baccatum* var. *pendulum*

SAULO DE JESUS DANTAS, LUCAS RAMON TEIXEIRA NUNES, JONATHAN DOS SANTOS VIANA, BIANCA CAVALCANTE DA SILVA, LUIZ FABIANO PALARETTI

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.108-121>

CAPÍTULO 08: DURAÇÃO DO PERÍODO DE MOLHAMENTO POR ORVALHO EM UM ECOSSISTEMA DE CUPUAÇU, CASTANHAL-PA

MARIA DE LOURDES ALCÂNTARA VELAME, MATHEUS LIMA RUA, STEFANY PORCINA PENICHE LISBOA, JOÃO VITOR FERREIRA DA SILVA, PAULO JORGE DE OLIVEIRA PONTE DE SOUZA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.122-134>

CAPÍTULO 09: INFLUÊNCIA DAS CULTURAS DO AMENDOIM E DA CANA-DE-AÇÚCAR, NOS PROCESSOS DE PERDAS DE NITROGÊNIO, FÓSFORO, ÁGUA E SEDIMENTOS

PAULO ALEXANDRE DA SILVA, TERESA CRISTINA TARLÉ PISSARRA, MARIA ELISA VICENTINI, ALAN RODRIGO PANOSSO, GLAUCO DE SOUZA ROLIM

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.135-149>

CAPÍTULO 10: INVASÃO BIOLÓGICA DE NICOTIANA GLAUCA GRAHAM EM ÁREAS PRODUTIVAS AS MARGENS DO PISF

MARIA LUIZA DE ANDRADE PROFIRO, DAN VITOR VIEIRA BRAGA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.150-162>

CAPÍTULO 11: PROBLEMS CONCERNING DORMANCY AND ITS INVESTIGATION IN HOG PLUM (SPONDIAS MOMBIN LINN.): A REVIEW

CARLOS AUGUSTO CAVALCANTE DE OLIVEIRA, RAFAEL MOYSÉS ALVES

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.163-176>

CAPÍTULO 12: UNICONAZOLE NO CRESCIMENTO IN VITRO DE ORQUÍDEAS EPÍFITAS

KÁSSIA BARROS FERREIRA, CIBELE MANTOVANI, ANTONIO MARICÉLIO BORGES DE SOUZA, JOÃO ELIÉZER DE SOUZA BATISTA, KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.177-182>

CAPÍTULO 13: SUBSTRATO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Euterpe oleracea* Mart. (ARECACEAE)

JOÃO ELIÉZER DE SOUZA BATISTA, KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA, KÁSSIA BARROS FERREIRA, LARISSA BENETASSO CHIODA, RICARDO SOARES PIMENTA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.183-189>

CAPÍTULO 14: PRÉ-EMBEBIÇÃO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PALMITO JUÇARA (*Euterpe edulis* Mart.)

THIAGO SOUZA CAMPOS, LARISSA BENETASSO CHIODA, MARCOS VIEIRA FERRAZ, EDUARDO ANTÔNIO BARTOLOMEU, KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.190-195>

CAPÍTULO 15: SUBSTRATO E ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE JUÇARA (*Euterpe edulis*)

THIAGO SOUZA CAMPOS, LARISSA BENETASSO CHIODA, MARCOS VIEIRA FERRA, EDUARDO ANTÔNIO BARTOLOMEU, KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.196-201>

CAPÍTULO 16: DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA ESCOLA AGRÍCOLA DE JUNDIAÍ – UFRN

JOB ALVES DA ROCHA NETO, FRANCISCO LUCIANO DE OLIVEIRA, ERMELINDA MARIA MOTA OLIVEIRA, GUALTER GUENTHER COSTA DA SILVA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.202-207>

CAPÍTULO 17: CARREAMENTO DE NUTRIENTES DO SOLO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA MEDIANTE FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA

EULER DOS SANTOS SILVA, ROBSON ALEXSANDRO DE SOUSA, ELIZABETH CRISTINA GURGEL DE ALBUQUERQUE ALVES, ANNE CAROLINNE RODRIGUES LINHARES DA, ROBSON ALEXSANDRO DE SOUSA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.208-214>

CAPÍTULO 18: QUANTIFICAÇÃO DE ÍONS TÓXICOS NO LIXIVIADO DO SOLO SUBMETIDO A ADUBAÇÃO ORGANICA E IRRIGADO COM ÁGUA SALINA

EULER DOS SANTOS SILVA, ROBSON ALEXSANDRO DE SOUSA, ELIZABETH CRISTINA GURGEL DE ALBUQUERQUE ALVES, ANNE CAROLINNE RODRIGUES LINHARES DA, ROBSON ALEXSANDRO DE SOUSA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.215-221>

CAPÍTULO 19: AVALIAÇÃO DA BIOMASSA DE MUDAS DE AÇAIZEIRO (*Euterpe Oleracea* Mart.) BRS PAI D'ÉGUA EM FUNÇÃO DA CALAGEM NA AMAZÔNIA ORIENTAL

SILVIA KALINI DOS SANTOS DE LIMA, ALINE OLIVEIRA DA SILVA, ALASSE OLIVEIRA DA SILVA, ISMAEL DE JESUS MATOS VIÉGAS, DIOCLÉA ALMEIDA SEABRA SILVA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.222-227>

CAPÍTULO 20: BRUCELLOSIS IN CATTLE AND BUFFALOES IN BRAZIL: A BRIEF REVIEW

DAVID AUGUSTO CAVALCANTE DE OLIVEIRA, CAMILLE GABRIELA RAMOS PORTAL, CARLOS AUGUSTO CAVALCANTE DE OLIVEIRA, ARIELLEN DA RACHO ARAUJO, RINALDO BATISTA VIANA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.228-232>

CAPÍTULO 21: PRIMEIRO RELATO DE ECTOPARASITISMO POR *Amblyomma rotundatum* KOCH, 1844 EM JIBOIA ARCO-ÍRIS DA CAATINGA (*Epicrates assisi* MACHADO, 1945).

LÍGIA VANESSA LEANDRO GOMES, AKSA INGRID VIEIRA BATISTA, KLEBER SILVA DE OLIVEIRA FILHO, THIAGO FERNANDES MARTINS, JOSIVANIA SOARES PEREIRA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.233-239>

CAPÍTULO 22: CONHECIMENTOS DE ALUNOS DE ESCOLAS DO INTERIOR DA PARAÍBA SOBRE DOENÇAS ALIMENTARES E INFORMAÇÕES NUTRICIONAIS

JOÃO VITOR FONSECA FEITOZA, EDILAYANE DE NÓBREGA SANTOS, LÍDIA PALOMA DA SILVA NOGUEIRA, MYCHELLE DE LIRA ANDRADE, MÔNICA TEJO CAVALCANTI

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.240-246>

CAPÍTULO 23: MÉTODOS RÁPIDOS PARA DETECÇÃO DE *Escherichia coli* EM CARCAÇAS DE FRANGO: UM ESTUDO COMPARATIVO

GREICI BERGAMO, IVAIR GONÇALVES DA SILVA, SILUANA KATIA TISCHER SERAGLIO, FERNANDA DEMOLINER, NEI CARLOS SANTIN

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.247-253>

CAPÍTULO 24: DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE ALFACE (*Lactuca sativa*) INOCULADAS COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (*Glomeromycota*)

KARINE DOS SANTOS DE SANTANA, ANA KAROLINE BARBOSA COSME, LUAN VITAL PIRES, JOÃO LUIZ COIMBRA, HELIAB BOMFIM NUNES

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.254-259>

CAPÍTULO 25: DOSES DE FÓSFORO NO TEOR CRÍTICO DE P FOLIAR E NA PRODUÇÃO DO QUIABEIRO

JÚLIA KAROLINE RODRIGUES DAS MERCÊS, MARIA JOSÉ YÁÑEZ MEDELO, BRENO PEREIRA DE JESUS, ARILSON DE JESUS FRANÇA SOUZA, ARTHUR BERNARDES CECÍLIO FILHO

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.260-266>

CAPÍTULO 26: PRODUTIVIDADE DA RÚCULA EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO

JÚLIA KAROLINE RODRIGUES DAS MERCÊS, MARIA JOSÉ YÁÑEZ MEDELO, LI YANMEI, PAULO HENRIQUE SOARES SILVA, ISAÍAS DOS SANTOS REIS

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.267-273>

CAPÍTULO 27: PARÂMETROS PRODUTIVOS DE MILHO (*Zea mays* L.) SUBMETIDOS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE *Azospirillum brasilense*

EMANUEL D'ARAÚJO RIBEIRO DE CEITA, JULIA KAROLINE RODRIGUES DAS MERCÊS, IURI ELIVALDO BARBOSA COUTINHO, JOZE MELISA NUNES DE FREITAS, CÂNDIDO FERREIRA DE OLIVEIRA NETO

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.274-281>

CAPÍTULO 28: PERFIL DE TUTORES E HÁBITOS COMPORTAMENTAIS DE CÃES NO ESTADO DE ALAGOAS

JORDÂNIA KELLY BARBOSA DA SILVA, CELSO FELIPE DA SILVA, YARA DE ALMEIDA ARAÚJO, CLEYTON DE ALMEIDA ARAÚJO

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.282-288>

CAPÍTULO 29: INFLUÊNCIA DA NUTRIÇÃO MINERAL COM COBRE NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE FEIJÃO-CAUPI, CULTIVAR CANAPU E BR3 TRACUATEUA

SILVIA KALINI DOS SANTOS DE LIMA, ALINE OLIVEIRA DA SILVA, ALASSE OLIVEIRA DA SILVA, DIOCLÉA ALMEIDA SEABRA SILVA, ISMAEL DE JESUS MATOS VIEGAS

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.289-293>

CAPÍTULO 30: ANÁLISE DE CORRELAÇÃO E CAUSALIDADE À DADOS DE LEPTOSPIROSE NO RECIFE/PE, BRASIL

JUCARLOS RUFINO DE FREITAS, LEIKA IRABELE TENÓRIO DE SANTANA, RUBEN VIVALDI SILVA PESSOA, MICKAELLE MARIA DE ALMEIDA PEREIRA, MOACYR CUNHA FILHO

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.294-300>

CAPÍTULO 31: PRODUÇÃO DE MUDAS DE PIMENTÃO COM DIFERENTES SUBSTRATOS

RIVÁ RIBEIRO DO NASCIMENTO FRANÇA, MICHEL LAGO MAIA DUARTE, FRANCELI DA SILVA, CINTIA ARMOND

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.301-307>

CAPÍTULO 32: ÁCIDO SALICÍLICO E METIONA POTENCIALIZAM A ATIVIDADE DE ENZIMAS ANTIOXIDANTES EM FEIJÃO-CAUPI “BRS NOVAERA”

IGOR ENEAS CAVALCANTE, AUTA PAULINA DA SILVA OLIVEIRA, VENÂNCIO ELOY DE ALMEIDA NETO, YURI LIMA MELO, ALBERTO SOARES DE MELO

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.308-314>

CAPÍTULO 33: ÁCIDO SALICÍLICO E METIONINA PROMOVEM A MANUTENÇÃO DO STATUS HÍDRICO PELO AJUSTAMENTO OSMÓTICO EM FEIJÃO-CAUPI “BRS-NOVAERA”

VENÂNCIO ELOY, AUTA PAULINA DA SILVA OLIVEIRA, IGOR ENEAS CAVALCANTE, YURI LIMA MELO, ALBERTO SOARES DE MELO

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.315-321>

CAPÍTULO 34: DETERMINAÇÃO QUALITATIVA DE ÁCIDOS ORGÂNICOS ALIFÁTICOS EM PÓLEN COMERCIAL: UM ESTUDO PRELIMINAR

SILUANA KATIA TISCHER SERAGLIO, GREICI BERGAMO, LUCIANO VALDEMIRO GONZAGA, ROSEANE FETT, ANA CAROLINA OLIVEIRA COSTA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.322-327>

CAPÍTULO 35: SILÍCIO NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO IN VITRO E NA ACLIMATIZAÇÃO DE *Cattleya amethystoglossa* LINDEN & RCHB.F. (ORCHIDACEAE).

JOÃO ELIÉZER DE SOUZA BATISTA, KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA, CIBELE MANTOVANI, KÁSSIA BARROS FERREIRA, ANTONIO MARICÉLIO BORGES DE SOUZA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.328-334>

CAPÍTULO 36: DIA DE CAMPO: PRÁTICAS NO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA, PECUÁRIA, FLORESTA

DANILO DANTAS DA SILVA, LILIANE PEREIRA SANTANA, MARIA DO SOCORRO DE CALDAS PINTO

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.335-339>

CAPÍTULO 37: SETOR DIDÁTICO DE PLANTAS FORRAGEIRAS NA FORMAÇÃO ACADÊMICA DE PROFISSIONAIS DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DANILO DANTAS DA SILVA, MARIA DO SOCORRO DE CALDAS PINTO

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.340-343>

CAPÍTULO 38: (RE) APROVEITAMENTO DE ALIMENTOS: UMA NOVA VISÃO DE SAÚDE PARA COLETIVIDADE DA TERCEIRA IDADE

EURÍDICE RIBEIRO DE ALENCASTRO, ANTÔNIO CARLOS NANTES, ALINE PATRÍCIA HENZ, CRISTINA SHIOTA, ISABEL CRISTINA CORRÊA DA SILVA

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.344-347>

CAPÍTULO 39: EFICIENCIA EN EL USO DE ÁGUA EN PRODUCTORES DE FRUTILLA DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO, MELIPILLA, REGIÓN METROPOLITANA, CHILE.

ANDREA PILAR BAEZA VILLARROEL, NATALIA OVALLE, NESTOR SALAS, RONALD SANCHEZ, SEBASTIAN MARTINEZ

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.348-352>

CAPÍTULO 40: DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UN CARRO AUTÓNOMO PARA PROSPECCIÓN DE VARIABLES PRODUCTIVAS EN CULTIVO DE FRUTILLAS DE PEQUEÑOS AGRICULTORES DE LA CUENCA DEL YALI (REGIÓN METROPOLITANA)

NINROD MENA ZUMARÁN, RUBÉN MORENO, ANDRÉS HONEYMAN

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.353-357>

CAPÍTULO 41: COMPREENSÃO DA RELAÇÃO ENTRE O MEIO BIOFÍSICO AMAZÔNICO E O COMPONENTE HUMANO NO SÍTIO APARECIDA, MEDICILÂNDIA, PA

VERA QUEIROZ DE SOUZA, ALEX PAULO MARTINS DO CARMO, GABRIEL GARRETO DOS SANTOS, MACIEL GARRETO DOS SANTOS, LOUISE FERREIRA ROSAL

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.358-361>

CAPÍTULO 42: FLORESTA DO BODE: UMA VIVÊNCIA PRÁTICA AGROECOLÓGICA

CÍCERO APARECIDO FERREIRA ARAÚJO, CÍCERO CORDEIRO PINHEIRO, JUCIVÂNIA CORDEIRO PINHEIRO, SELTON DAVID CAVALCANTE SOBRAL, JANAILTON COUTINHO

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.362-366>

CAPÍTULO 01: CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO NO BRASIL, INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS COM ARDUINO

CAPÍTULO 01: VIVIENDO CON EL SEMIÁRIDO EN BRASIL, INNOVACIONES TECNOLÓGICAS CON ARDUINO

CHAPTER 01: LIVING WITH THE SEMI-ARID IN BRAZIL, TECHNOLOGICAL INNOVATIONS WITH ARDUINO

Luany Emanuella Araujo Marciano¹; Antônio Marcos Azevedo Batista²; Filipe Mendonça de Lima³ Leandro Ricardo Rodrigues de Lucena⁴; Moacyr Cunha Filho⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.1-17>

RESUMO

O objetivo deste trabalho é identificar e analisar estudos realizados a nível mundo, Brasil e local, utilizando a aplicação do arduino em agroecossistemas sustentáveis. À vista disso, o presente artigo detalha os resultados de uma revisão sistemática conduzida por um protocolo de pesquisa, o qual foi formalizado e executado criteriosamente. Para viabilizar a documentação e registro de todas as etapas da revisão sistemática, foram elaborados quatro formulários com o objetivo de colaborar com a extração e sumarização dos dados. As populações consideradas foram as pesquisas que aplicam o arduino em agroecossistemas sustentáveis e quanto ao método de busca de fontes, foram acessadas via web, portanto, no âmbito desta revisão, a busca manual não foi considerada. Para o procedimento da pesquisa bibliográfica para seleção de estudos primários, foi utilizada a combinação de síntese de busca “Arduino” AND sustainability; “Uso do arduino em agroecossistemas sustentáveis” e “use of Arduino in agroecosystems in the semiarid region”; essas sintaxes foram mais adequadas após tentativas com outros termos do tema como “application of Arduino in agroecosystems” e “Arduino” AND agroecosystems. A partir da aplicação das sínteses de busca, foram encontrados o quantitativo de 50 artigos na Scopus, 32 artigos na Web of Science, 39 em português e 149 em inglês no Google Scholar. Os resultados foram expostos e discutidos de acordo com a análise bibliométrica dos dados coletados. Com relação ao uso do arduino em agroecossistemas, foram encontrados pesquisas que utilizaram desde sistemas de monitoramento de carga elétrica sem fio para zonas rurais, monitoramento do conteúdo de água do solo, sistemas de rastreamento de animais, índice de área foliar até sistemas de irrigação. Com a busca bibliográfica foi possível ter contato com artigos da literatura nacional e internacional na área das Ciências Agrárias, com ênfase no uso de tecnologias aplicadas no setor agropecuário.

Palavras-Chave: sistema embarcado, sustentabilidade, territórios rurais.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es identificar y analizar estudios realizados a nivel mundial, brasileño y local, utilizando la aplicación de Arduino en agroecosistemas sostenibles. En vista de esto, este artículo detalla los resultados de una revisión sistemática realizada por un protocolo de investigación que fue formalizado y cuidadosamente ejecutado. Con el fin de hacer factible la documentación y registro de todas las etapas de la revisión sistemática, se diseñaron cuatro formularios con el objetivo de colaborar con la extracción y resumen de los datos. La población considerada fue la investigación que utiliza Arduino en agroecosistemas sostenibles y en cuanto al método de búsqueda de fuentes, se

¹ Mestrado em Biometria e Estatística Aplicada, UFRPE, marcianoluany@gmail.com

² Graduação em Agronomia, UFPB, aazevedobatista@gmail.com

³ Doutorado em Biometria e Estatística Aplicada, UFRPE, professorfilipelima@gmail.com

⁴ Professor Adjunto, UFRPE/UAST, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, leandroricardo_est@yahoo.com.br

⁵ Professor Associado, UFRPE, moacyr.cunhafo@ufrpe.br

accede a las mismas vía web, por lo que en el alcance de esta revisión no se consideró la búsqueda manual. Para el procedimiento de búsqueda bibliográfica para la selección de estudios primarios, se utilizó la combinación de síntesis de búsqueda “Arduino” Y sostenibilidad; “Uso de Arduino en agroecosistemas sostenibles” y “Uso de Arduino en agroecosistemas en la región semiárida”; estas sintaxis resultaron más apropiadas luego de intentos con otros términos del tema como “aplicación de Arduino en agroecosistemas” y “Arduino” Y agroecosistemas. De la aplicación de las síntesis de búsqueda, se encontraron 50 artículos en Scopus, 32 artículos en Web of Science, 39 en portugués y 149 en inglés en Google Scholar. Los resultados fueron expuestos y discutidos de acuerdo al análisis bibliométrico de los datos recolectados. Con respecto al uso de Arduino en agroecosistemas, se encontraron investigaciones que utilizaron sistemas inalámbricos de monitoreo de carga eléctrica para áreas rurales, monitoreo del contenido de agua del suelo, sistemas de rastreo de animales, índice de área foliar y sistemas de riego. Con la búsqueda bibliográfica fue posible tener contacto con artículos de literatura nacional e internacional en el área de Ciencias Agrarias, con énfasis en el uso de tecnologías aplicadas en el sector agrícola.

Palabras Clave: sistema integrado, sostenibilidad, territorios rurales.

ABSTRACT

The objective of this work is to identify and analyze studies carried out at the world, Brazil, and the local level, using the application of Arduino in sustainable agroecosystems. Given this, this article details the results of a systematic review conducted by a research protocol that was formalized and carefully executed. To make the documentation and registration of all stages of the systematic review feasible, four forms were designed to collaborate with the extraction and summarization of data. The population is considered as the research that uses Arduino in sustainable agroecosystems and as for the method of searching for sources, they were accessed via the web, therefore, in the scope of this review, a manual search was not considered. For the bibliographic research procedure for selecting primary studies, the combination of search synthesis “Arduino” AND sustainability was used; “Use of Arduino in sustainable agroecosystems” and “use of Arduino in agroecosystems in the semiarid region”; these syntaxes were more appropriate after attempts with other terms of the theme such as “application of Arduino in agroecosystems” and “Arduino” AND agroecosystems. From the application of the search syntheses, 50 articles were found in Scopus, 32 articles in Web of Science, 39 in Portuguese and 149 in English in Google Scholar. The results were exposed and discussed according to the bibliometric analysis of the collected data. Regarding the use of Arduino in agroecosystems, researches were found that used wireless electric charge monitoring systems for rural areas, monitoring of soil water content, animal tracking systems, leaf area index, and irrigation systems. With the bibliographic search, it was possible to have contact with articles of national and international literature in the area of Agrarian Sciences, with emphasis on the use of technologies applied in the agricultural sector.

Keywords: embedded system, rural territories, sustainability.

INTRODUÇÃO

O clima semiárido é caracterizado por longos períodos de estiagem, temperaturas superiores a 20° C/ano, chuvas escassas e mal distribuídas com precipitações entre 280 e 800 mm/ano. Este clima é predominante na região Nordeste do Brasil, podendo também ser encontrado em continentes como Europa, Ásia e América do Norte. O período de chuva varia muito durante o ano e depende de fatores como, dinâmica da atmosfera, relevo, ventos e fluxo de massas de ar, tais características climáticas, pedológicas e hidrológicas dificultam o desenvolvimento da agricultura na região (ARAÚJO, 2011).

Os solos característicos da região Nordeste com clima predominantemente semiárido

são solos rasos, compactados, com predomínio de areia quartzosa e pela presença de camadas distintas, resultante do material de origem. Além de baixa capacidade de retenção de água e elevada suscetibilidade a inundações (BATISTA et al., 2017). Sabendo disso, torna-se necessário implementar pastagens que se adequem a esse tipo de clima para assim suprir as necessidades dos rebanhos presentes na região.

Com isso, a busca por tecnologias na agricultura tem sido foco de pesquisa nos últimos anos por demanda nos produtos agrícolas, essas desempenham um papel decisivo no atendimento às demandas externas e internas. Um ambiente tecnológico tende a influenciar pequenos e grandes produtores, por apresentar inovação e economia de recursos com seu uso em áreas rurais. Porém, os produtores enfrentam dificuldades para assimilar modelos de negócio, sistemas econômicos e tecnologias avançadas. Mesmo com dificuldades, a inovação tecnológica na agricultura tem sido importante para um aumento na produção agrícola (PETRY et al., 2019).

A inserção de tecnologia na agricultura tem mostrado uma forte correlação com o aumento da produção. A tecnologia induzida pelos investimentos em pesquisa, desenvolvimento, assistência técnica e informações tem sido eficaz e necessária para os produtores rurais. Portanto, com o desenvolvimento e a adoção de tecnologias, o sucesso da agricultura tem crescido no país, atrelado a políticas científicas e de desenvolvimento rural que são levadas por profissionais do setor (EKBOIR, 2003).

Segundo Gaviola e Costa (2011), o uso de tecnologia no campo é essencial para qualquer produtor, seja pequeno ou grande, no entanto, nem todos os agricultores podem ter acesso a esse recurso em sua propriedade, por isso, tecnologia de baixo custo e eficiente como o arduíno, tem proporcionado resultados satisfatórios aos produtores.

O arduíno é usado como uma ferramenta de baixo custo pelos produtores que visam facilidade e automação do trabalho e eficácia no desenvolvimento. Essa tecnologia tem o poder de controlar diversos componentes que emitem dados, mostrado ser muito eficiente em áreas na agricultura com o uso de sensores, motores, dispositivos de GPS, dentre outros (ALMEIDA et al., 2019).

Almeida et al. (2019) utilizaram microcontroladores, que desempenham funções específicas para a medição do pH do solo, utilizando um aplicativo conectado com um sistema de arduíno que passa todas as informações referente ao pH através de comandos específicos no aplicativo, e mostra com eficácia, os valores máximos e mínimos de pH do

solo e suas devidas colorações. Além dessa aplicação do arduíno no setor agrário, existem outras diversas, como, irrigadores automáticos, sistemas de controle da água do solo, sistemas de rastreamento de animais, índice de área foliar e programas de iluminação.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é identificar e analisar estudos realizados a nível mundo, Brasil e local, utilizando a aplicação do arduíno em agroecossistemas sustentáveis por meio de uma revisão sistemática. À vista disso, o presente artigo detalha os resultados de uma revisão sistemática conduzida por um protocolo de pesquisa que foi formalizado e executado criteriosamente.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O arduíno surgiu inicialmente na Itália no ano de 2005, com o professor Massimo Banzi, o qual tinha o objetivo de criar um dispositivo para controlar projetos através de programação de computadores, de forma simples e barata, além do mais, a sua aplicabilidade é ilimitada (SILVA et al., 2014).

O arduíno é uma plataforma única de controle eletrônico, que possui um microcontrolador. É rápido, prático e de baixo custo, sendo assim, acessível por diversas pessoas e empresas no mundo, utilizado para diversos fins, na indústria e na agropecuária como uma ferramenta de tecnologia, para controlar e facilitar os trabalhos desenvolvidos. Ele permite enviar pulsos em um dado tempo, na frequência desejada para permitir controle no período certo. A programação do arduíno para realizar as funções desejadas, é necessário a instalação do seu IDE, que é um software livre que permite programar na linguagem desejada (MCROBERTS, 2018).

Existem modelos de placas de arduíno diferentes disponíveis no mercado, que se apresentam de maneira geral em Nano (pequeno porte), Uno (médio porte) e Mega (grande porte), todas possuem um microcontrolador, conexão USB e pinos digitais de entrada e saída, mas apresentam algumas especificidades de aumento de funcionalidades ou maior capacidade de memória, que são fatores importantes na decisão de qual placa de arduíno escolher para desenvolvimento de projetos (PONTES, 2014).

O uso do arduíno é ideal para criação de dispositivos que possibilitam a interação com o ambiente, realizando a coleta de dados como temperatura, luz e som, permitindo assim sua aplicação no campo, quando usados com aparelho eletrônico portátil como laptop, notebook

ou smartphone (SOUZA et al., 2011).

Como exemplo do uso de ferramenta agropecuária a partir do arduino, tem-se o irrigador automático, que é um sistema sustentável e de baixo custo com microcontroladores, que podem ser programados e instalados em qualquer meio, podendo também auxiliar para produções agroecológicas reduzindo as dificuldades e economizando água, que é um bem tão precioso e valioso para agricultura (CUNHA e ROCHA, 2016).

O arduino é utilizado em sistemas automáticos na irrigação por válvulas, através de micro comandos pela plataforma de software, reduzindo a quantidade de água e contribuindo para um ambiente mais sustentável (PEREIRA et al, 2020).

Na agropecuária de automação de sistema, visando reduzir custos e aumentar o bem-estar animal, uma tecnologia de baixo custo empregada foi um microcontrolador, usando o sistema arduino para controlar e monitorar um programa de iluminação em uma instalação para aves de corte, em função da idade das aves (BORGES et al., 2019).

Dessa forma, com a ampla possibilidade de utilização do arduino em agroecossistemas, seu baixo custo, facilidade de implantação e utilização por pessoas especializadas ou não, torna-se viável a inserção dessa tecnologia para pequenos e grandes produtores rurais, aumentando assim a produtividade, facilitando a mão de obra e reduzindo custos.

METODOLOGIA

Esta Revisão Sistemática busca identificar e analisar estudos realizados, utilizando tecnologia do arduino aplicada em agroecossistemas sustentáveis. Espera-se alcançar, por meio desta revisão sistemática, dados bibliométricos capazes de dar um panorama de como essas metodologias estão sendo aplicadas, em que territórios, quais populações são influenciadas pelo estudo, quais países e revistas ou jornais publicam mais sobre essa temática.

O planejamento e protocolo da revisão sistemática foi executado de acordo com os estágios e fases propostos por Tranfield; Denyer; Smart (2003), e baseado no modelo de protocolo apresentado por Biolchini et al. (2007).

O protocolo de Revisão Sistemática de Literatura, teve como finalidade, buscar respostas e esclarecimentos para algumas questões de pesquisa, tais como: quais são as aplicações do arduino em agroecossistemas sustentáveis no mundo; Como esses estudos estão distribuídos geograficamente pelo mundo; qual o perfil bibliométrico dos estudos encontrados;

quais os territórios, populações e atividades impactadas pelos estudos; e quais os desafios e dificuldades encontrados durante os estudos com relação ao método.

A população considerada foram as pesquisas que aplicam o arduino em agroecossistemas sustentáveis. A intervenção considerada foram as aplicações do arduino em sistemas sustentáveis desenvolvidos para agroecossistemas. E o resultado considerado foi uma visão abrangente do perfil das pesquisas que já foram desenvolvidas até o momento, aplicando a metodologia do arduino em sustentabilidade de agroecossistemas. Foram utilizados como controle as publicações encontradas no Scopus, na Web of Science e no Google Scholar, no tema aplicação do arduino em agroecossistemas sustentáveis, em um intervalo de tempo de 2011 até 2020.

A busca das fontes foi definida de acordo com os critérios de disponibilidade de consulta de pesquisas através da web; presença de mecanismos de busca por meio de palavras-chave; garantia de resultados únicos quando buscados por um mesmo conjunto de palavras-chave; e artigos científicos publicados em periódicos da área de meio ambiente e agrárias, ou interdisciplinar, que contemplem pesquisas aplicando o arduino em agroecossistemas sustentáveis. Quanto ao método de busca de fontes, foram acessadas via web, portanto, no âmbito desta revisão, a busca manual não foi considerada.

As fontes selecionadas foram as bases de dados eletrônicas, disponíveis no portal periódicos CAPES, incluindo documentos indexados por SCOPUS e Web Of Science (SciELO), e Google Scholar, pois ambas as bases possuem critérios de busca avançados e são consolidados na área de pesquisa. Os idiomas incluído nas buscas foram o inglês e português. A escolha do inglês deve-se à sua universalidade e por ser o idioma internacionalmente aceito para a redação de trabalhos científicos. E o português para abranger trabalhos produzidos pela comunidade científica brasileira e acima de tudo, valorizar a produção científica nacional. É importante destacar que foi incluído como filtro de buscas apenas trabalhos publicados entre 2011 e 2020.

Para a seleção dos estudos foram definidos para cada uma das questões de pesquisa critérios de inclusão e exclusão. A escala envolvida nos critérios é nominal envolvendo duas opções: “Incluído” ou “Excluído”.

Foram incluídos artigos científicos de periódicos nacionais e internacionais, teses e dissertações disponíveis integralmente em bases de dados científicas em versões online; trabalhos publicados entre 2011 e 2020, que já possuam aprovação pela comunidade científica;

e trabalhos que aplicaram o arduíno em agroecossistemas sustentáveis.

Foram excluídos trabalhos que não estavam integralmente disponíveis nas versões online e não se caracterizavam como artigos científicos de periódicos, tese ou dissertações; trabalhos que não seguiram com critério e rigor a sua metodologia; e trabalhos que não se encaixaram no tema pesquisado.

Os estudos selecionados mediante cumprimento dos critérios de seleção dos estudos primários foram examinados pelos pesquisadores consoantes os critérios de qualidade estabelecidos. O resultado da avaliação da qualidade de cada estudo determina sua inclusão ou exclusão da lista dos estudos de onde serão extraídos os dados.

Após a seleção foi feita a avaliação da qualidade dos estudos primários do trabalho, o qual deve ter sido publicado em periódico com revisão por pares quando se referir a artigos. Após definidos os trabalhos definitivamente incluídos, durante o processo de avaliação da qualidade dos estudos primários, foi feita a leitura na íntegra e detalhadamente.

Com isso, aplicou-se a estratégia de extração dos dados, o revisor fez um resumo em forma de notas de cada um deles, destacando período da pesquisa, território de aplicação da pesquisa, quais dimensões utilizou, quanto e quais indicadores aplicou, conclusões da pesquisa, desafios e dificuldades encontrados ao longo do trabalho.

Foram preenchidos “formulários de extração de dados” para cada texto, considerado válido para a revisão sistemática. Este formulário de extração contém todos os dados bibliográficos da pesquisa, incluindo data de publicação, abstract, entre outros, bem como a síntese do trabalho, redigida pelo pesquisador a fim de nortear as reflexões pessoais e conclusões do estudo.

Para viabilizar a documentação e registro de todas as etapas da revisão sistemática, foram elaborados os seguintes formulários com o objetivo de colaborar com a extração e sumarização dos dados:

I. Formulário de Protocolo da Revisão Sistemática: Registro contendo todo o planejamento da revisão, descrevendo todas as etapas necessárias para a execução do estudo. Neste documento, organizado no Microsoft Word, estão pormenorizados os objetivos da pesquisa, questões de pesquisa, escopo e especificidades da revisão, critérios de busca das fontes, critérios para seleção dos estudos, processo de seleção dos estudos primários, estratégia de extração dos dados, e por fim, sumarização dos resultados e disseminação do conhecimento.

II. Formulário de Condução da Revisão Sistemática: Documento, organizado em Microsoft Excel, contendo os campos para o registro de informações sobre a data de realização da busca, a base de dados onde a busca foi realizada, as combinações de palavras-chave que proporcionaram a busca, operadores booleanos e filtros utilizados, e o quantitativo dos artigos encontrados para cada busca.

III. Formulário de Seleção de Estudos: Formulário, organizado em Microsoft Excel, contendo campos discriminados informando: nome do(s) Autor(es), ano da publicação, título do artigo, nome do Jornal, resumo, objetivo do artigo, objetivo do autor ao escrever o artigo, quais os conceitos abordados, o que o autor traz de novidade para o tema abordado, método, resultados, conclusões do artigo, contribuição para o meu trabalho, observações (Insights para o meu trabalho), critério(s) de inclusão atendido(s), critério(s) de exclusão atendido(s), status do artigo para a fase de extração de dados (pendente, incluído ou excluído).

IV. Formulário de Extração de Dados: Formulário individual para cada obra incluída no estudo, organizado em Microsoft Excel, contendo campos para um aprofundamento no tocante ao resumo do artigo, objetivo do estudo, descrição do estudo experimental, resultados do estudo, além de notas adicionais do pesquisador que extraiu os dados. Nesta fase de extração dos dados, foi utilizado um software gratuito, o gerenciador de referências Mendeley, onde foram feitas as extrações e anotações detalhadas de cada trabalho selecionado para o estudo.

A revisão sistemática foi conduzida entre setembro e outubro de 2020, durante um período de 15 dias. Foram selecionados artigos que tiveram os seus dados extraídos e analisados, de acordo com as recomendações previstas no protocolo de revisão.

Para o procedimento da pesquisa bibliográfica para seleção de estudos primários, foi utilizada as combinações de síntese de busca, “*Arduino*” AND *sustainability*; “*Uso do arduino em agroecossistemas sustentáveis*”, “*Uso do arduino em agroecossistemas no semiárido*” e “*use of arduino in agroecosystems in the semiarid region*”; essas sintaxes foram mais adequadas após tentativas com outros termos do tema como “*application of arduino in agroecosystems*” “*aplicação do arduino em agroecossistemas sustentáveis*” e “*Arduino*” AND *agroecosystems*. A partir da aplicação das sínteses de busca, foram encontrados o quantitativo de 50 artigos na Scopus, 32 artigos na Web of Science, 39 em português e 149 em inglês no Google Scholar.

A avaliação da qualidade dos estudos primários (filtragem) foi realizada a partir dos 270 artigos selecionados na fase da pesquisa bibliográfica. Os artigos foram filtrados e organizados em planilha Excel de acordo com os critérios de repetição do artigo em mais de uma base de dados, e o ano de publicação, para a determinação da cronologia de evolução do método. Dessa forma, a partir da amostra de 270 artigos foram selecionados 28 artigos no tema aplicação do arduino em agroecossistemas sustentáveis, em um intervalo de tempo de 2011 até 2020.

Após realização da filtragem, foi aplicada a estratégia de extração dos dados, no qual foi feito um resumo em forma de notas dos artigos, destacando período da pesquisa, território de aplicação da pesquisa, dimensões utilizadas, quanto e quais indicadores aplicou, conclusões da pesquisa, desafios e dificuldades encontrados ao longo do trabalho. Assim a amostra de 28 artigos foi reduzida para uma amostra de nove artigos.

Figura 1. Fluxograma das etapas da Revisão Sistemática da Literatura

Fonte: Própria (2020)

Algumas fontes reconhecidamente importantes no contexto da pesquisa não foram contempladas pelo protocolo de revisão, tendo em vista que não atendiam aos critérios de seleção de fontes.

A revisão sistemática conduzida, desde sua concepção até a extração dos resultados encontra-se documentada por meio dos seus formulários eletrônicos que se encontram arquivados em pastas da área de trabalhos da pesquisadora principal, backup em HD externo pessoal, e em nuvem de armazenamento forma a permitir sua repetição e auditoria por pesquisadores interessados no estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante consultas às bases de dados, acerca do uso do arduíno em agroecossistemas sustentáveis, destacou-se que os unitermos utilizados, embora indicassem em alguns momentos, artigos repetidos ou revelassem estudos com temas divergentes ao pesquisado. Foi possível selecionar artigos que abrangessem o tema, ou parte dele, para assim haver uma análise dos trabalhos selecionados (Tabela 1).

Tabela 1. Estudos do Uso do arduíno em Sistemas Sustentáveis no Meio Rural

Autor	Ano	Base de Dados	Periódico
McGranahan et al.	2018	Google Scholar	Ecology and Evolution
Kim et al.	2019	Google Scholar	ELSEVIER
Di Prima et al.	2020	Google Scholar	Journal Water
Petros Spachos	2020	Google Scholar	Journal IOT
Ramadan et al.	2018	Scopus	ELSEVIER
X. Wang et al.	2020	Scopus	Springer
X. Wang et al.	2020	Scopus	ELSEVIER
Bitella et al.	2014	Web of Science	Sensors
D. Masseroni et al.	2016	Web of Science	IRRIGATION AND DRAINAGE

Fonte: Própria (2020)

A base de dados Google Scholar foi a que apresentou maior número de resultados a partir da busca, com 149 artigos em inglês e 39 em português, no entanto a plataforma contempla uma diversidade muito ampla de documentos, como livros, resumos de congressos, boletins, artigos publicados em revistas ou eventos e trabalhos de conclusão de curso, teses e dissertações. Como a intenção do presente trabalho é selecionar artigos publicados em periódicos, teses e dissertações, muitos trabalhos não se encaixaram nos critérios de inclusão. Outra característica observada nesta plataforma foi que ao avançar as páginas de busca, as palavras-chaves não eram todas contempladas e assim os trabalhos diferiam muito da pesquisa.

Na base de dados Scopus, foram identificados uma quantidade menor de artigos, no geral, esses artigos foram publicados em periódicos de revistas ou jornais. Os artigos abordavam o tema do uso do arduíno em agroecossistemas (Figura 2), agricultura sustentável ou uso de tecnologias no meio rural, mas também haviam artigos que abordavam uso de tecnologias com o arduíno empregadas no meio urbano.

Figura 2. arduíno em sistema embarcado, utilizado como sensor de umidade em agroecossistemas.

Fonte: [www https://br.search.yahoo.com/search](https://br.search.yahoo.com/search)

Quanto à base de dados Web of Science, percebeu-se uma grande semelhança com o Scopus, que também abordavam artigos mais voltados ao meio urbano, além disso, havia um número considerável de artigos repetidos.

Com relação ao uso do arduíno em agroecossistemas, foram encontrados pesquisas que utilizaram desde sistemas de monitoramento de carga elétrica sem fio em zonas rurais, monitoramento do conteúdo de água do solo, sistemas de rastreamento de animais, índice de área foliar até sistemas de irrigação.

Foi também realizado uma síntese com uma abordagem abrangente de acordo com o tema da sistematização dos artigos, para assim conhecer quais as pesquisas estão sendo desenvolvidas com o uso no arduino, que apresenta uma grande multiplicidade de utilização.

No artigo “A Novel Low-Cost Open-Hardware Platform for Monitoring Soil Water Content and Multiple Soil-Air-Vegetation Parameters”, os autores BITELLA et al. no ano de 2014, buscaram projetar uma plataforma de hardware livre de baixo custo para medições de multisensores, com água em diferentes profundidades, incluindo temperaturas do ar e do solo. O sistema foi baseado em uma placa microcontroladora arduíno programada em Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) simples. Esse sistema é importante para a sustentabilidade da agricultura, como a irrigação de precisão, fenotipagem de características de raízes para tolerância à seca, tudo isso colabora para uma economia e redução dos gastos dos produtores, em energia, água, manejo entre outros. O trabalho foi publicado no jornal Sensors na cidade de Pontenza-Itália pela Universidade de Basilicata.

O artigo “Irrig-Oh: An Open-Hardware Device For Soil Water Potential Monitoring And Irrigation Management” retratou um dispositivo de hardware aberto baseado na tecnologia Arduino, utilizado para desenvolver e permitir o monitoramento contínuo do potencial da água no solo na zona radicular de pêssegos, para apoiar o planejamento da irrigação em escala de campo. A estrutura do dispositivo é flexível e pode ser implantada em diversas culturas visando diminuir a quantidade de água usada nas irrigações na agricultura. O estudo mostrou um aumento significativo da eficiência do uso da água sem causar redução da

quantidade e da qualidade da produção agrícola. Portanto, o uso racional da água contribui para uma maior produção e qualidade, como o uso de microcontroladores em software na plataforma de arduino que determinam a quantidade e o tempo, minimizando assim, o custo com energia, a quantidade de água desperdiçada e a obter melhores resultados nas colheitas. Esse trabalho foi publicado na revista de Irrigation and Drainage, na cidade de Montanaso Lombardo- Itália, por MASSERONI et al. no ano de 2016.

X. WANG et al. no ano de 2020 desenvolveu dois trabalhos sobre o tema. O artigo “Low-cost far-field wireless electrical load monitoring system applied in an off-grid rural area of Tanzania” publicado no Journal Elsevier, e conduzido em uma área rural da Tanzânia, África, teve como sistema proposto uso de placas arduino para um novo sistema de monitoramento de carga elétrica sem fio de campo distante. Tomando vantagem da tecnologia de radiofrequência (RF), o sistema realiza um ponto a multiponto, em um multicanal de comunicação, alargando assim, a distância de comunicação. Para permitir o rastreamento da produção de energia e uso de energia fora da rede. Esse método sustentável foi introduzido para desenvolvimento das áreas subdesenvolvidas, contribuindo para a provisão de um fornecimento ininterrupto de energia, buscando melhorias no padrão de vida dos residentes local.

E o artigo “Arduino-based low-cost electrical load tracking system with a long-range mesh network” também publicado no ano de 2020, mas na Springer Journals Archive, se desenvolveu na região da Tanzânia, África. O sistema proposto no trabalho é baseado na placa Arduino, onde essa controla todo o processo de forma rápida e precisa com microcomandos instalados na rede, o que reduz o custo de produção e fornece um simples processo de manufatura. A aplicação do sistema proposto pode promover a sustentabilidade do local estudado, possibilitando as pessoas da zona rural, fornecimento rápido e preciso de energia para desenvolvimento local. Um fator muito interessante dessa pesquisa é que, ela mostra que essa tecnologia não é limitada por nenhum fator de infraestrutura local ou ambiente geográfico, nem o tipo de objeto de monitoramento, ou seja, pode ser utilizado em qualquer ambiente desde que se tenham as tecnologias necessárias.

No trabalho “Assessment of a livestock GPS collar based on an open-source datalogger informs best practices for logging intensity”, fundamentou-se a elaboração de um equipamento de monitoramento de bois e ovelhas em campo, utilizando uma tecnologia de baixo custo baseado na plataforma do arduino, onde utiliza microcontroladores que

determinam proximidade entre os animais se estão agrupados, a distância diária total percorrida pelos animais, também pode ser utilizado na localização exata de viagens individuais de animais, com o fim de evitar perdas ou roubos de animais durante a viagem. Para isso foi desenvolvido um datalogger GPS de código aberto baseado no arduino, esse possui uma bateria fixa que alimenta e oferece todo suporte de energia para as coleiras eletrônicas, a vida da bateria pode chegar aos 50 dias de duração. Então para testar o sistema, coletou-se posições em intervalos de 20 segundos em 1 semana de duração, em bovinos e ovinos em pastagens, para rastrear os movimentos dos animais e seu comportamento. Essa pesquisa traz inovação na agropecuária e pode ser expandida para auxiliar os produtores no controle do gado em sistema extensivo. A pesquisa foi publicada na revista *Ecology and evolution* e se desenvolveu em Dakota do Norte, Estados Unidos, conduzida por MCGRANAHAN et al. em 2018.

Já no artigo “Continuous observation of vegetation canopy dynamics using an integrated low-cost, near-surface remote sensing system”, desenvolvido por KIM et al., no ano de 2019. Pode-se avaliar um sistema que coleta, transfere, processa automaticamente imagens da microcâmera e dados de intensidade espectral do LED e fluxos de dados. O sistema consiste em um microcomputador arduino com um espectrômetro multiespectral embutido com diodo emissor de luz (LED) e ligação à Internet. Os dados são transferidos para um servidor remoto usando o protocolo de transferência de arquivo. Sendo este, um novo mecanismo de analisar o índice de área foliar, que é tão importante para compreensão da dinâmica da vegetação em ecossistemas. Esse trabalho foi publicado pelo Journal Elsevier, na República Coreana.

A pesquisa “Design and implementation of a low cost photovoltaic soil moisture monitoring station for irrigation scheduling with different frequency domain analysis probe structures”, propõe um plano para o projeto e implementação de duas estruturas de sondas distintas “A” e “B”, instaladas para a medição do conteúdo de água no solo em diferentes níveis. Para fazer isso, uma onda quadrada de frequência fixa é transmitida para medir a capacitância do solo em que os sensores da sonda são conectados a um microcontrolador arduino que também inclui sensores de umidade, temperatura do ar e temperatura do solo. Portanto, o modelo de sonda “A” pode desempenhar um papel importante no monitoramento do solo umidade em várias profundidades com alto desempenho, precisão e baixo custo. A estação de monitoramento experimental usada para avaliar a eficiência de ambos os projetos

de sondas foi estabelecida em uma zona semiárida mediterrânea no sudeste da Espanha. A estação usada era autônoma, sustentável e precisa em seus resultados, o que motiva e estimula novas pesquisas para melhorar cada vez mais o sistema e auxiliar no desenvolvimento rural agrícola. Esse trabalho foi publicado pelo Journal Elsevier, na Espanha por RAMADAN et al. em 2018.

No artigo “Towards a Low-Cost Precision Viticulture System Using Internet of Things Devices”, o foco foi a implementação de sistema de baixo custo para aquisição e monitoramento de dados em tempo real, de um sistema de viticultura de precisão usando um dispositivos IoT em tempo real. Os diferentes componentes do sistema são programados corretamente e a interconexão entre eles é projetada para minimizar o consumo de energia. Nós de sensores sem fio medem a umidade e a temperatura do solo no campo e transmitem informações para a estação base. Então, se as condições forem ideais para a ocorrência de uma doença ou praga, um drone voa imediatamente em direção à área para verificar toda situação com câmeras e microcomandos instalados, conectados a um sistema operacional ligado a base de controle. Esse sistema foi capaz de relatar os dados em tempo real e também localizar o nó que coletou os dados que excedem um limite predefinido com precisão aceitável, então essa pesquisa é bastante relevante no que diz respeito à agricultura de precisão, buscando sustentabilidade agrícola e desenvolvimento rural. Publicado no journal IoT, no Canadá, por SPACHOS em 2020.

O trabalho intitulado, “Soil Hydrology for a Sustainable Land Management: Theory and Practice”, apresenta algumas contribuições para hidrologia do solo e gestão sustentável da terra. A contribuição desse procedimento foi focada em um método simples e rápido para estimar as propriedades hidráulicas do solo e investigações sobre o tema de erosão da chuva ou o impacto da cobertura vegetal na interação do conteúdo de água do solo. Dentre os métodos descritos na pesquisa, o arduíno se destacou por ser um dispositivo de baixo custo. Esse estudo foi relevante pois aumentou o conhecimento sobre a gestão sustentável de ecossistemas específicos, trazendo a importância de se ter conhecimento sobre como a água reage e se comporta no solo. Publicado no Journal Water por Di PRIMA et al. (2020).

Analisando as sínteses descritas, realizadas em diferentes partes do mundo, percebe-se que há uma ampla diversidade na utilização do sistema embarcado, sistema esse, capaz de otimizar diversas áreas da produção rural, reduzir custos e facilitar o trabalho diário. Outro fator observado foi o período de tempo que esses artigos foram desenvolvidos, caracterizando

assim um curto período, o que indica que esta é uma tecnologia empregada recentemente no setor agrícola. Mas, a ferramenta apresenta grande potencial de utilização, por ser de baixo custo e facilmente empregada.

Sendo assim, a tecnologia do uso o arduíno será de suma importância para o clima Semiárido do Nordeste, tanto para uso na irrigação controlada, medição de água no solo, estudos de análise de área foliar, dentre outros. No entanto, há necessidade de mais estudos com uso do arduíno em áreas rurais, especialmente no Brasil, no qual apresenta poucos trabalhos desenvolvidos até o momento.

CONCLUSÕES

Com a busca bibliográfica foi possível ter contato com artigos da literatura nacional e internacional na área das Ciências Agrárias, com ênfase no uso do arduíno aplicadas no setor agropecuário. Permitiu-se, com a definição de um protocolo de revisão sistemática, o estabelecimento de um escopo do estudo, bem como a elaboração do planejamento do cronograma para a condução da revisão, e o monitoramento da pesquisa norteados pelo objetivo da revisão e pelas questões de pesquisa.

Do exposto, destaca-se a importância da abordagem metodológica da revisão da literatura para pesquisas envolvendo o uso do arduíno em agroecossistemas, mas, ainda há uma defasagem de pesquisas sobre o tema no mundo, e principalmente no Brasil, necessitando assim de um aprofundamento sobre o assunto, o que possibilitaria um avanço considerável na agropecuária, que é de grande importância para economia brasileira.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, B. M.; SOUZA, J. S.; SANCHES, J. R.; OLIVEIRA, J. H. V.; GAMBARATO, V. T. S. Integração de sistema mobile com sistemas que utilizam a plataforma arduíno aplicados à agricultura. **Tekhne e Logos**, v. 10, n. 2, p. 62-75, 2019.
- ARAÚJO, S. M. S. A Região Semiárida Do Nordeste Do Brasil: Questões Ambientais E Possibilidades De Uso Sustentável Dos Recursos. **Rios Eletrônica**, v. 5, n. 2, p. 98, 2011.
- BATISTA, P. H. D.; ALMEIDA, G. L. P.; TAVARES, U. E.; NASCIMENTO, V. N.; SARMENTO, R. M. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo sob colheita mecanizada de capim-buffel no Agreste Pernambucano. **Engenharia na Agricultura-Revang**, v. 25, n. 4, p. 307-317, 2017.

BIOLCHINI, J. C. DE A.; MIAN, P. G.; NATALI, A. C. C.; CONTE, T. U.; TRAVASSOS G. H. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, v. 21, n. 2, p. 133–151, abr. 2007.

BITELLA, G.; ROSSI, R.; BOCHICCHIO, R.; PERNIOLA, M.; AMATO, M. A novel low-cost open-hardware platform for monitoring soil water content and multiple soil-air-vegetation parameters. **Sensors**, v. 14, n. 10, p. 19639-19659, 2014.

BORGES, P. H. M.; MENDOZA, Z. M. S. H.; MORAIS, P. H. M.; SANTOS, R. L.; CAVALCANTE, C. E.; RUVER, F. S. Automação de baixo custo da iluminação artificial para aves de corte. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 5, n. 2, p. 20-37, 2019.

CUNHA, K. C. B.; ROCHA, R. V. Automação no processo de irrigação na agricultura familiar com plataforma Arduino. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v. 1, n. 2, p. 62-74, 2016.

DI PRIMA, S.; CASTELLINI, M.; RODRIGO-COMINO, J.; CERDÀ, A. Soil Hydrology for a Sustainable Land Management: Theory and Practice. **Journal Water**, 2020.

EKBOIR, J. M. Research and technology policies in innovation systems: zero tillage in Brazil. **Research policy**, 32(4), 573-586. 2003.

GAVIOLA, F. R.; COSTA, M. B. P. As múltiplas funções da agricultura familiar: um estudo no assentamento Monte Alegre, região de Araraquara (SP). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 2, p. 449-472, 2011.

KIM, J.; RYU, Y.; JIANG, C.; HWANG, Y. Continuous observation of vegetation canopy dynamics using an integrated low-cost, near-surface remote sensing system. *Agricultural and Forest Meteorology*, **Journal Elsevier**, v. 264, p. 164-177, 2019.

MASSERONI, D.; FACCHI, A.; DEPOLI, E. V.; RENGHA, F. M.; GANDOLFI. Irrigation: An Open Hardware Device for Soil Water Potential Monitoring and Irrigation Management. **Irrigation and Drainage**, v. 65, n. 5, p. 750-761, 2016.

MCGRANAHAN, D. A.; GEAMONT, B.; SPIESS, J. W. Assessment of a livestock GPS collar based on an open resource datalogger informs best practices for logging intensity. **Ecology and evolution**, v. 8, n. 11, p. 5649-5660, 2018.

MCROBERTS, M. Arduino básico. 2. ed. São Paulo: Novatec Editora, 2018. 512p.

PEREIRA, F. A. L.; SILVA, S. L.; MEDEIROS, J. F.; FIGUEIRÊDO, V. B.; JÚNIOR, I. S. Q.; NETO, M. P. S. Automação de precisão utilizado arduino e inversos de frequência aplicado a sistemas de irrigação por válvulas. **Irriga**, v.25, n.1, p. 27-37, 2020.

PETRY, J. F.; SEBASTIÃO, S. A.; MARTINS, E. G.; BARROS, P. B. A. Inovação e difusão de tecnologia na agricultura de várzea na Amazônia. **Revista de Administração**

Contemporânea, v. 23, n. 5, p. 619-635, 2019.

PONTES, A. S. de. Desenvolvimento de um fotômetro LED-Vis portátil e microcontrolado por Arduino. 2014. 95 f. **Dissertação (Mestrado em Química)** - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

RAMADAN, K. M.; OATES, M. J.; MOLINA-MARTINEZ, J. M.; RUIZ-CANALES, A. Design and implementation of a low cost photovoltaic soil moisture monitoring station for irrigation scheduling with different frequency domain analysis probe structures. *Computers and Electronics in Agriculture*, **Journal Elsevier**, v. 148, p. 148-159, 2018.

SILVA, J. L. S.; CAVALCANTE, M. M.; CAMILO, R. S.; GALINDO, A. L.; VIANA, E. C. Plataforma Arduino integrado ao PLX-DAQ: Análise e aprimoramento de sensores com ênfase no LM35. XIV Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe (ERBASE). Feira de Santana, BA, 2014.

SOUZA, A. R.; PAIXÃO, A. C.; UZÊDA, D. D.; DIAS, M. A.; DUARTE, S.; AMORIM, H. S. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. Artigo da **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 1702, p.1-5, 2011.

SPACHOS, P. Towards a Low-Cost Precision Viticulture System Using Internet of Things Devices. **Journal IoT**, v. 1, n. 1, p. 2, 2020.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, v. 14, n. 3, p. 207–222, 2003.

WANG, X.; HA, B.; MANONGI, F. A.; JUNG, W.; JANDE, Y. A. C.; AHN, S. Arduino-based low-cost electrical load tracking system with a long-range mesh network. *Advances in Manufacturing*, **Springer** p. 1-17, 2020.

WANG, X.; HA, B.; LEE, G.; KIM, H.; YU, J.; RHEE, H.; NJAU, K. N.; JANDE, Y. A C.; AHN, S. Low-cost far-field wireless electrical load monitoring system applied in an off-grid rural area of Tanzania. *Sustainable Cities and Society*, **Journal Elsevier**, p. 102209, 2020.

CAPÍTULO 02: MAPEAMENTO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE DO SOLO UTILIZANDO DISPOSITIVO DE BAIXO CUSTO NA REGIÃO DO VALE DO IVINHEMA - MS

CAPÍTULO 02: MAPEO DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA APARENTE DEL SUELO MEDIANTE UN DISPOSITIVO DE LOW COST EN LA REGIÓN DE VALE DO IVINHEMA - MS

CHAPTER 02: MAPPING OF THE APPARENT SOIL ELECTRICAL CONDUCTIVITY USING A LOW COST DEVICE IN THE REGION OF VALE DO IVINHEMA - MS

Matheus Katriel dos Santos Araujo¹; Grazieli Suszek²; Wesley Tessaro Andrade³

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.18-35>

RESUMO

A condutividade elétrica aparente (CEa) tem sido proposta como uma maneira alternativa de se avaliar a variabilidade espacial do solo, a partir dela podem ser definidas as unidades de gerenciamento em uma área agrícola. Além disso é um método prático, de fácil medição e podendo ser feita através de aparelhos simples e com alta eficiência operacional. O objetivo deste estudo foi o desenvolvimento de um sistema de baixo custo para mensuração da condutividade elétrica aparente do solo e, a partir desses valores realizar, o mapeamento do atributo e correlaciona-lo com a umidade e a fertilidade do solo através de técnicas de agricultura de precisão. Esse trabalho foi desenvolvido em área experimental pertencente ao Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - campus de Nova Andradina/MS. Na área experimental foram implantadas 72 mudas de maracujazeiro amarelo da variedade BRS Rubi do Cerrado, no espaçamento de 3x5 m e também elaborada uma malha amostral de 3x15 m com 24 pontos amostrais. Em cada ponto amostral foi realizada a amostragem química do solo, mensuração da CEa e coleta de solo para determinação da umidade pelo método gravimétrico. Os dados obtidos das análises foram submetidos à análise estatística descritiva, e para elaboração dos mapas utilizou-se o Software ArcGIS usando interpolação por Inverso do quadrado da distância (IQD). O dispositivo desenvolvido mostrou-se eficiente para mensuração da condutividade elétrica aparente do solo. Foi possível identificar variabilidade espacial na área experimental através da mensuração da condutividade elétrica aparente do solo e encontrar correlações significativas entre condutividade elétrica aparente com a umidade do solo e os atributos Ca, Mg, SB, V%, Zn, Cu e Mn ligados a fertilidade do solo.

Palavras-Chave: Variabilidade espacial, Fertilidade do solo, Fruticultura de precisão.

RESUMEN

Se ha propuesto la conductividad eléctrica aparente (CEa) como una forma alternativa de evaluar la variabilidad espacial del suelo, a partir de la cual se pueden definir unidades de manejo en un área agrícola. Además, es un método práctico, fácil de medir y que se puede realizar utilizando dispositivos sencillos y de alta eficiencia operativa. El objetivo de este estudio fue desarrollar un sistema de bajo costo para medir la conductividad eléctrica aparente del suelo y, con base en estos valores, mapear el atributo y correlacionarlo con la humedad y fertilidad del suelo mediante técnicas agrícolas. precisión.

¹ Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, matheus.araujo@novaandradina.org

² Professora Doutora em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, grazieli.suszek@ifms.edu.br

³ Professor Mestre em Ciência da Computação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, wesley.andrade@ifms.edu.br

Este trabalho se desenvolveu em uma área experimental pertencente ao Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - campus de Nova Andradina / MS. Na área experimental foram implantadas 72 mudas de maracujá amarelo da variedade BRS Rubi do Cerrado, em um espaçamento de 3x5 m, e também foi criada uma grade amostral de 3x15 m com 24 pontos de amostragem. Em cada ponto de amostragem, foram realizados análises químicas do solo, medição de CEA e coleta de solo para determinar a umidade pelo método gravimétrico. Os dados obtidos das análises foram submetidos a análise estatística descritiva e foi utilizado o software ArcGIS para preparar os mapas mediante Interpolação por Quadrado Inverso de Distância (IQD). O dispositivo desenvolvido demonstrou ser eficaz para medir a condutividade elétrica aparente do solo. Foi possível identificar a variabilidade espacial na área experimental medindo a condutividade elétrica aparente do solo e encontrando correlações significativas entre a condutividade elétrica aparente e a umidade do solo e os atributos Ca, Mg, SB, V%, Zn, Cu e Mn ligados à fertilidade do solo.

Palavras Chave: Variabilidade espacial, Fertilidade do solo, Fruticultura de precisão.

ABSTRACT

Apparent electrical conductivity (CEa) has been proposed as an alternative way to assess the spatial variability of the soil, from which management units in an agricultural area can be defined. In addition, it is a practical method, easy to measure and can be performed using simple devices with high operational efficiency. The objective of this study was to develop a low-cost system for measuring the apparent electrical conductivity of the soil and, based on these values, to map the attribute and correlate it with soil moisture and fertility through agricultural techniques. precision. This work was developed in an experimental area belonging to the Federal Institute of Mato Grosso do Sul - campus of Nova Andradina / MS. In the experimental area, 72 yellow passion fruit seedlings of the BRS Rubi do Cerrado variety were implanted, in a 3x5 m spacing, and a 3x15 m sample grid with 24 sample points was also created. At each sampling point, chemical soil sampling, CEa measurement and soil collection were performed to determine moisture by the gravimetric method. The data obtained from the analyzes were subjected to descriptive statistical analysis, and the ArcGIS Software was used to prepare the maps using Interpolation by Inverse Square of Distance (IQD). The developed device proved to be efficient for measuring the apparent electrical conductivity of the soil. It was possible to identify spatial variability in the experimental area by measuring the apparent electrical conductivity of the soil and finding significant correlations between apparent electrical conductivity and soil moisture and the attributes Ca, Mg, SB, V%, Zn, Cu and Mn linked to fertility from soil.

Keywords: Spatial variability, Soil fertility, Precision fruit growing.

INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como o maior produtor e exportador mundial de frutos de maracujá, com produção de 600 mil toneladas em uma área de 43 mil hectares, podendo ser cultivado em todo o território nacional, devido às excelentes condições ecológicas para seu cultivo (IBGE, 2018).

Durante a produção da cultura vários fatores interferem no seu desenvolvimento, gerando redução de produtividade e elevando os custos de produção. Conforme lembra Tenório (2016) a produtividade do maracujá varia em função do nível da tecnologia empregada pelo produtor, tais como adubação e os tratamentos culturais e fitossanitários.

De acordo com Molin et al. (2015) as áreas utilizadas nas atividades agrícolas não são

obrigatoriamente uniformes, assim onde dentro de uma mesma gleba existirão diferenças no solo e no relevo que podem significar a demanda por tratamentos diferenciados. Conforme destaca Silva e Chaves (2001) exceto o pH do solo, os atributos químicos apresentam maior variação que os atributos físicos.

Nesse contexto, para Bernardi et al. (2014) o conhecimento da variabilidade da produção é útil para qualquer cultura, sejam aquelas cultivadas em pequenas áreas ou em grandes extensões de terra. Desta forma é indispensável utilizar técnicas e métodos que indiquem ao produtor onde ocorre a variabilidade em sua propriedade agrícola, para que desta maneira possa se ter uma melhor lucratividade.

Do ponto de vista de Molin e Castro (2006) a condutividade elétrica aparente do solo (CEa) tem sido proposta como uma maneira alternativa de se avaliar a variabilidade espacial deste, e a partir dela, por exemplo, definir-se as unidades de gerenciamento em uma área agrícola. Além disso a CEa possui correlação com os atributos físico-químicos do solo, como foi observado por Sanches et al. (2015) em sua pesquisa, onde relatou que a condutividade elétrica aparente apresenta correlação com textura, argila, Capacidade de troca de cátions (CTC), fósforo (P), Matéria orgânica, Hidrogênio (H) + Alumínio (Al), cobre (Cu) e cálcio (Ca). Castro (2004) também descreve a correlação da condutividade elétrica aparente do solo com potássio (K), magnésio (Mg), potencial Hidrogeniônico (pH), saturação por bases (V%), teor de água e areia.

Rabello et al. (2011) afirma que a mensuração da variabilidade através da condutividade elétrica aparente é um método prático, se apresentando de fácil medição e podendo ser feita através de aparelhos simples e com alta eficiência operacional.

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um sistema de baixo custo para mensuração da condutividade elétrica aparente do solo e, a partir desses valores realizar, o mapeamento do atributo através de técnicas de agricultura de precisão e correlaciona-la com a umidade e a fertilidade do solo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O maracujazeiro é uma denominação geral dada ao fruto e à planta de várias espécies

do gênero *Passiflora*. A maioria das espécies de maracujá (*Passiflora* spp.) tem origem na América Tropical, especialmente no Brasil, Colômbia, Peru, Equador, Bolívia e Paraguai. O cenário mercadológico internacional vem sinalizando que cada vez mais serão valorizados o aspecto qualitativo e o respeito ao meio ambiente no sistema de produção (JUNGHANS e JESUS, 2017).

O grande desafio da agricultura sustentável é de manter a produtividade agrícola em consonância com o crescimento populacional, para isto a agricultura de precisão é uma importante ferramenta a ser utilizada (BERNARDI et al, 2014).

A agricultura de precisão é um conjunto de práticas agrícolas com o objetivo de maximizar a eficiência das áreas agrícolas velando em consideração a variabilidade espacial e temporal. É possível agir com base na variabilidade da área a partir do momento que ela pode ser quantificada, buscando o aumento da eficiência produtiva, da preparação do solo até a colheita (BERNARDI et al., 2015; MIRANDA et al., 2017).

No entanto, para gerenciar a variabilidade dentro de uma lavoura, devem ser especificadas regiões, georreferenciadas, que exibem comportamento semelhante em se tratando de uma característica específica (BERNARDI et al., 2014).

Visando isto a medição da condutividade elétrica aparente do solo (ECa) é uma tecnologia que se tornou a uma ferramenta valiosa para identificar as características físico-químicas do solo que influenciam os padrões de rendimento das culturas e para estabelecer a variação espacial dessas propriedades do solo (BULLOCK e BULLOCK, 2000).

METODOLOGIA

A área experimental pertencente ao Instituto Federal de Mato Grosso do Sul- Fazenda Santa Bárbara, está localizada no município de Nova Andradina Estado do Mato Grosso do Sul, situada a 20°04'47,98" S e a 53°57'16,46" W (Figura 01), o clima da região é classificado, segundo Köppen, como tropical subtropical úmido e mesotérmico, com índices pluviométricos superiores a 1100 mm anuais, possuindo altitude média de 357 m, o solo da área é caracterizado como Latossolo Vermelho de textura arenosa conforme Santos et al. (2018), solo da área é composto por 87,44% de areia 1,26% de silte e 11,3% de argila.

Figura 01. Localização do experimento em Nova Andradina/MS.

Fonte: Própria (2020).

Na área experimental foram implantadas 72 mudas de maracujazeiro amarelo da variedade BRS Rubi do Cerrado, no espaçamento de 3x5 m. O experimento foi constituído de um delineamento em blocos casualizados, quatro manejos de irrigação e três repetições, totalizando 12 parcelas experimentais. Onde cada parcela foi composta por seis plantas, irrigadas sob sistema de gotejamento. De acordo com a Figura 02, é possível observar o contorno da área experimental e a distribuição das linhas de plantas.

Figura 02. Área experimental.

Fonte: Própria (2020).

De acordo com a distribuição das plantas, foi elaborado um Grid regular com dimensão de malha amostral de 3x15 m, onde foram escolhidas 24 pontos amostrais, conforme demonstra na Figura 03. Os pontos amostrais foram identificados através de placas numéricas, e georreferenciados utilizando-se GPS 76CSx da Garmin.

Figura 03. Distribuição dos pontos amostrais.

Fonte: Própria (2020).

A coleta de amostra de solo foi realizada em cada ponto amostral, constituída de uma amostra composta por 8 sub-amostras, conforme Figura 04, na profundidade de 0-20cm. As amostras foram coletadas com a utilização de um trado manual do tipo rosca (Figura 4), conforme descrito por Borges e Accioly (2007). Posteriormente as amostras foram identificadas e encaminhadas para laboratório para realização da análise química do solo.

Figura 04. Coleta das amostras de solo utilizando trado de rosca.

Fonte: Própria (2020).

O sistema de baixo custo desenvolvido para mensuração da condutividade elétrica é composto por uma placa microcontroladora arduino Mega 2560, uma tela de LCD que foi utilizada para visualização dos dados. Para mensuração da condutividade elétrica aparente foi utilizado duas hastes de aço galvanizado de 8 mm de espessura e 30 cm de comprimento, interligadas com a placa microcontroladora por um cabo de eletricidade, responsável por fazer a transmissão de eletricidade da placa com os eletrodos (hastes), no qual a placa microcontroladora emite uma tensão de 5 Volts e utiliza sinal analógico para recepção da corrente elétrica. Além disso, o dispositivo emite uma corrente variando de 0 a 2024 $\mu\text{S}/\text{cm}$, onde posteriormente os valores obtidos no levantamento foram convertidos para mS/m .

A mensuração da condutividade elétrica aparente (CEa) foi realizada nos 24 pontos amostrais definidos para o estudo e na profundidade de 0 a 20 cm, Figura 05. Para determinação do melhor distanciamento entre os eletrodos, levando em consideração que o solo da área é arenoso, foi realizado um levantamento em 24 pontos distintos, em que a medida de CEa foi medida em 9 distâncias diferentes (2,6,10,14,20,25,30,40,60 cm).

Figura 05. Mensuração da condutividade elétrica aparente do solo.

Fonte: Própria (2020).

Durante o levantamento da CEa, também foram coletadas amostras de solo para determinação da umidade através do método gravimétrico (Santos et al., 2018), assim as amostras foram coletadas utilizando trado de rosca, posteriormente todas as amostras foram colocadas em recipientes de alumínio, e levadas ao laboratório de solos e nutrição de plantas do IFMS, campus Nova Andradina-MS, para pesagem e secagem em estufa a 105°C por 24 horas.

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, utilizando o software Minitab 18® para obtenção das medidas de posição (média e mediana), medida de dispersão (desvio-padrão) e medidas de forma da distribuição (coeficiente de variação), avaliado conforme descrito por Gomes (2000). Além disso, também realizadas análises de correlação linear de Pearson e teste de normalidade de Anderson Darling e Kolmogorov Smirnov (5% de significância).

Para interpolação dos dados optou-se pelo interpolador Inverso do quadrado da distância (IQD), os mapas foram construídos utilizando o software ArcGIS, o IQD é um interpolador determinístico univariado de médias ponderadas, ou seja, quanto mais distante um ponto observado estiver do estimado, menor será sua influência sobre o valor de inferência. Este método é considerado de acurácia satisfatória quando comparado a krigagem,

além de exigir uma análise mais simples, o que pode tornar o processo menos oneroso e, podendo, em alguns casos, apresentar resultados semelhantes à krigagem (SOUZA et al., 2010). A similaridade dos mapas temáticos construídos a partir dos dados coletados foi avaliada analisando visualmente os mapas construídos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a Tabela 01, são apresentados os resultados obtidos da mensuração da condutividade elétrica aparente do solo em diferentes distâncias de eletrodos.

Tabela 01: Informações da análise de distância entre eletrodos.

Distância (cm)	Média CEa (mS/m)	Correlação de Pearson (r)				
		U%	pH	H+Al	SB	V%
2	16,29	<u>0,34</u>	-0,01	0,17	0,28	0,05
6	14,50	<u>0,55</u>	-0,13	<u>0,31</u>	<u>0,35</u>	0,01
10	13,18	<u>0,54</u>	-0,03	-0,06	<u>0,34</u>	0,19
14	12,00	<u>0,55</u>	-0,06	0,02	<u>0,38</u>	0,20
20	13,31	<u>0,51</u>	0,04	0,09	<u>0,41</u>	0,18
25	12,44	<u>0,48</u>	0,12	0,14	<u>0,34</u>	0,11
30	11,81	<u>0,52</u>	0,10	<u>0,53</u>	0,18	-0,19
40	10,84	<u>0,48</u>	0,27	0,01	<u>0,38</u>	0,24
60	11,10	<u>0,54</u>	0,28	-0,14	<u>0,49</u>	<u>0,37</u>

(Correlação Fraca - Fonte normal) (Dancey e Reidy, 2006). pH - potencial Hidrogeniônico; H + Al - Hidrogênio + Alumínio; SB - Soma de bases; V % - Saturação de Bases; U% - Umidade do Solo; CEa – Condutividade
Fonte: Própria (2020).

De acordo com o levantamento dos dados, foi observado que a distância de 60 cm apresentou melhor comportamento para os dados analisados e portanto foi o espaçamento entre eletrodos adotado no levantamento da CEa deste trabalho. Visto que de acordo com trabalhos realizados por Castro (2004), Sanches (2015) e Brandão et al.(2011), também citaram esse distanciamento como o melhor para esse tipo de levantamento, porém utilizando aparelhos comerciais para mensuração dos seus dados.

Na Tabela 02 são apresentados os valores de estatística descritiva para os atributos de análise química do solo, condutividade elétrica aparente e umidade do solo. Pode-se observar que de acordo com interpretação proposta por Souza e Lobato (2004) para os níveis de

fertilidade do solo no bioma do cerrado, os valores médios dos atributos químicos, apresentaram-se baixos nos atributos P, Ca, M.O. e m%, adequadas para Mg e V %, médio para CTC pH7 e K, e alto em relação ao pH.

Tabela 02: Estatística descritiva da análise química do solo, condutividade elétrica aparente e umidade do solo.

Atributos	Min.	Máx.	Média	Med.	D.P.	C.V.	Curt.	Ass.	Norm
pH CaCl ₂	5,2	5,9	5,6	5,65	0,23	4,11	- 0,9	- 0,4	Sim
P (mg/dm ³)	3,70	42,9	12,88	8,3	11,18	86,78	1,36	1,57	Não
K (mg/dm ³)	11,70	58,5	30,06	27,3	9,93	33,01	1,95	0,98	Sim
Ca (cmolc/dm ³)	0,92	2,45	1,48	1,46	0,35	24,10	1,52	1,07	Sim
Mg (cmolc/dm ³)	0,33	0,87	0,58	0,61	0,13	23,01	- 0,42	- 0,01	Sim
Al (cmolc/dm ³)	0	0	-	-	-	-	-	-	-
H + Al (cmolc/dm ³)	1,27	3,7	1,63	1,51	0,49	30,48	13,48	3,38	Não
SB (cmolc/dm ³)	1,58	3,14	2,14	2,1	0,45	21,12	- 0,03	0,6	Sim
CTC (cmolc/dm ³)	3,16	5,65	3,78	3,61	0,54	14,49	4,87	1,95	Não
MO (g/dm ³)	4,63	11,37	7,66	7,35	1,7	22,28	- 0,52	0,35	Sim
V%	34,51	71,2	56,89	58,54	8,95	15,74	0,61	- 0,93	Sim
B (mg/dm ³)	0,1	0,26	0,14	0,13	0,04	28,19	1,39	1,25	Não
Cu (mg/dm ³)	0,5	0,7	0,53	0,5	0,05	10,13	4,14	2,13	Não
Fe (mg/dm ³)	70,3	123,7	99,6	100,55	15,06	15,17	-0,57	-0,27	Sim
Zn (mg/dm ³)	0,2	2,6	0,48	0,35	0,47	98,79	20,33	4,37	Não
Mn (mg/dm ³)	21,9	41,6	29,2	27,95	5,45	18,66	0,19	0,93	Sim
CEa (mS/m)	3,46	33,93	11,1	8,94	7,68	69,14	2,25	1,5	Sim
U %	3,17	14,01	8,76	8,94	3,14	35,81	- 1,04	- 0,19	Sim

*pH - potencial Hidrogeniônico; P - Fósforo; K - Potássio; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; Al - Alumínio; H + Al - Hidrogênio + Alumínio; SB - Soma de bases; CTC - Capacidade de Troca de Cátions; MO - Matéria Orgânica; V % - Saturação de Bases; CEa - Condutividade Elétrica aparente do solo; U% - Umidade do Solo; B - Boro; Mn - Manganês; Fe - Ferro; Cu - Cobre; Zn - Zinco; Mín - Mínimo; Máx. - Máximo; Med. - Mediana; D.P. - Desvio padrão; C.V. - Coeficiente de variação; Curt. - Curtose; Ass. - Assimetria; Norm. - Normalidade, verificada através dos testes de Anderson Darling e Kolmogorov Smirnov (5% de significância).

Fonte: Própria (2020).

De acordo com Dalchiavon et al. (2012) a variabilidade de um atributo pode ser classificada conforme a magnitude de seu coeficiente de variação (CV) como baixo (CV <

10%), médio ($10\% < CV < 20\%$), alto ($20\% < CV < 30\%$) e muito alto ($CV > 30\%$).

Com base nos resultados apresentados na Tabela 02, somente o pH, CTC, V%, Mn, Fe e Cu apresentaram CV Baixo e médio, já para os demais atributos avaliados o coeficiente de variação foram classificados alto a muito alto, mostrando que o conjunto de dados apresenta heterocedasticidade. De acordo com trabalho realizado por Zonta et al. (2014) e por Bottega et al. (2015), onde obtiveram comportamento semelhante sobre a fertilidade do solo. Segundo Carvalho, Takeda e Freddi (2003), isto ocorre porque a variabilidade espacial dos atributos do solo pode ser influenciada pelos seus fatores de formação, que são o material de origem, relevo, clima, organismos e tempo, e pelas práticas de manejo do solo (adubação, calagem, dentre outros).

A condutividade elétrica aparente do solo apresentou comportamento heterogêneo na área, resultado semelhante foi relatado por Machado et al. (2006) em área de plantio direto. Conforme afirma Brandão et al. (2011) essa variabilidade pode ser devido ao fato da camada superficial do solo ter sofrido modificações em suas propriedades físicas e químicas através do uso de corretivos e fertilizantes, além de mobilizações anuais com implementos de preparo de solo.

Já a umidade do solo também apresentou distribuição heterogênea ao longo da área experimental, porém o contrário foi relatado por Gonçalves, Folegatti e Silva (1999), em área irrigada com pivô central. Essa variabilidade pode ser resultado dos diferentes tratamentos de irrigação realizado na área analisada.

De acordo com a Tabela 03, pode-se observar a correlação de Pearson (r) entre a condutividade elétrica do solo com a umidade e fertilidade do solo. Conforme Filho e Júnior (2009) uma correlação perfeita (-1 ou 1) indica que a contagem de uma variável pode ser determinado exatamente ao se saber a contagem da outra, no outro oposto, uma correlação de valor zero indica que não há relação linear entre as variáveis. Para interpretação das análises do coeficiente de correlação utilizou-se a proposta estabelecida por Dancey e Reidy (2006).

Tabela 03: Coeficiente de correlação de Pearson entre os atributos avaliados e com a CEa.

Macronutrientes

	CEa	U%	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V%
U%	<u>0,54</u>										
pH	0,28	0,01									
P	0,26	<u>0,43</u>	<u>0,33</u>								
K	-0,02	-0,01	<u>0,45</u>	<u>0,34</u>							
Ca	<u>0,44</u>	<u>0,40</u>	<u>0,47</u>	<u>0,5</u>	<u>0,35</u>						
Mg	<u>0,47</u>	<u>0,32</u>	<u>0,51</u>	<u>0,54</u>	0,28	<u>0,53</u>					
H+Al	-0,14	0,13	-0,25	-0,18	-0,06	-0,29	<u>-0,35</u>				
SB	<u>0,49</u>	<u>0,41</u>	<u>0,55</u>	<u>0,57</u>	<u>0,42</u>	0,96	0,73	<u>-0,34</u>			
CTC	0,28	<u>0,46</u>	0,23	<u>0,31</u>	0,29	<u>0,53</u>	0,28	0,63	<u>0,52</u>		
V%	<u>0,37</u>	0,19	<u>0,49</u>	<u>0,44</u>	0,24	0,74	0,70	-0,81	0,81	-0,07	
MO	0,08	-0,01	0,04	0,13	<u>0,51</u>	0,13	0,10	<u>0,46</u>	0,16	<u>0,55</u>	-0,25
Micronutrientes											
	CEa	U%	B		Cu		Fe		Mn		
B	-0,24	-0,01									
Cu	<u>0,48</u>	<u>0,48</u>	0,10								
Fe	-0,06	-0,15	<u>0,39</u>		0,08						
Mn	<u>0,42</u>	0,12	-0,08		<u>0,47</u>		0				
Zn	<u>0,54</u>	<u>0,37</u>	-0,18		0,71		-0,17		<u>0,35</u>		

* $\geq 0,60$ ou $r \geq -0,60$ (Correlação Forte - Em negrito); $0,30 \leq r < 0,60$ ou $-0,60 < r \leq -0,30$ (Correlação Moderada - Em itálico e sublinhado); $-0,30 < r < 0,30$ (Correlação Fraca - Fonte normal) (Dancey e Reidy, 2006). pH - potencial Hidrogeniônico; P - Fósforo; K - Potássio; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; H + Al - Hidrogênio + Alumínio; SB - Soma de bases; C.T.C. - Capacidade de Troca de Cátions; MO - Matéria Orgânica; V % - Saturação de Bases; CEa - Condutividade Elétrica aparente do solo; U% - Umidade do Solo.

Fonte: Própria (2020).

Conforme demonstra na Tabela 03, pode-se observar que houve correlação moderada ($0,30 \leq r < 0,60$ ou $-0,60 < r \leq -0,30$) entre a Condutividade elétrica aparente e os seguintes atributos da análise química dos solo Ca, Mg, SB, V%, Cu, Mn e Zn, já com os demais atributos ocorreu correlação fraca ($-0,30 < r < 0,30$). Onde ocorreu correlação positiva com Condutividade elétrica aparente e os atributos de V%, pH, P, Ca, Mg, SB, CTC, Cu, Mn e Zn. Resultado semelhante foi relatado por Sanches (2015), Bottega et al. (2015) e por Brandão et al. (2011). Conforme Rhoades (1981) essa correlação ocorre devido a condutividade elétrica

estar relacionada com a maior concentração de íons na solução de solo, que aumenta com o crescimento dos teores dos nutrientes trocáveis.

Entre os atributos do solo a Saturação por Bases, conforme esperado (RAIJ et al., 1968), mostrou uma correlação positiva com o pH ($r = 0,49$) e negativa com o $H+Al$ ($r = -0,81$). Segundo Brandão et al. (2011) os teores de $H+Al$ variam em sentido inverso em que as bases trocáveis aumentam e o pH cresce, pois ocorre neutralização da acidez do solo.

Houve também correlação positiva entre a Condutividade elétrica aparente e a umidade do solo ($r = 0,54$), correlação semelhante foi encontrada em trabalho realizado por Molin e Rabello (2011), Gimenez (2013) e Franceschini (2007). De acordo com Pincelli (2004), solos com baixo teor de umidade obtêm maior resistência elétrica, e com isso menor condutividade elétrica.

Nas Figuras a seguir são apresentados os mapas da condutividade elétrica do solo, umidade e fertilidade do solo. As escalas dos mapas foram padronizadas na divisão por quartis no ArcGIS, tendo por objetivo observar a variação dos mapas e com isso conseguir realizar a comparação visual entre os mapas.

Figura 06. Mapa temático da condutividade elétrica aparente do solo – CEa ($mS.m^{-1}$).

Fonte: Própria (2020).

De acordo com a Figura 06, nota-se que no mapa da condutividade elétrica aparente do solo é possível observar que houve variabilidade espacial na área, além disso é possível verificar que nos sentidos nordeste e oeste da área houve predominância de baixa condutividade, já nos sentidos sul e sudeste pode-se observar presença de maiores valores de

condutividade elétrica.

Realizando uma comparação visual do mapa da condutividade com os demais mapas, pode-se notar a influência dos outros atributos sobre a condutividade elétrica aparente do solo, isso também é relatado por Sanches (2015).

Na região oeste da área experimental onde a condutividade elétrica do solo foi menor observou-se teores altos de H+Al e B e baixos teores de V%, Zn, Cu e de umidade do solo. Já no sentido nordeste os baixos valores de condutividade elétrica foram influenciados pelos baixos níveis de pH, CTC, SB, Zn, Mn, P, Mg e Ca, apesar de obter valores altos de umidade do solo e V%. Isso ocorre porque apesar da umidade e V% favorecerem a condutividade elétrica do solo, ocorre baixa concentração de íons nessa região da área experimental, para Brandão et al. (2011) a condutividade elétrica aparente do solo aumenta conforme a concentração de íons do solo.

Já nas regiões sul e sudeste da área experimental é favorecidas pelos altos níveis de pH, V%, SB, e P, apesar dessa região obter baixa umidade do solo, Mn e Cu. Além disso, na observação dos mapas nota-se que houve influência da pH, H+Al, CTC, P e B, que no entanto esses apresentaram correlação baixa com a condutividade elétrica aparente do solo. No entanto a condutividade elétrica do solo não deve ser realizada isoladamente, devido a influência dos demais atributos do solo sobre a mesma.

Figura 07. Mapa de umidade do solo - U % da área experimental.

Fonte: Própria (2020).

Figura 08. Mapas dos macronutrientes da área experimental.

Mapa de saturação de bases - V%

Mapa de Capacidade de troca de cátions - CTC (cmol_c/dm³)

Mapa de teor de Cálcio - Ca (cmolc/dm³)

Mapa de potencial hidrogeniônico - pH

Mapa de teor Hidrogênio + Alumínio - H+Al (cmolc/dm³)

Mapa de Soma de Bases - SB (cmolc/dm³)

Mapa de teor Fósforo - P (mg/dm³)

Mapa de teor de Magnésio - Mg (cmolc/dm³)

Fonte: Própria (2020).

Figura 09. Mapas dos micronutrientes da área experimental.

Mapa de teor Boro - B (mg/dm^3)

Mapa de teor Cobre - Cu (mg/dm^3)

Mapa de teor Manganês - Mn (mg/dm^3)

Mapa de teor Zinco - Zn (mg/dm^3)

Fonte: Própria (2020).

CONCLUSÕES

O dispositivo desenvolvido demonstrou-se eficiente para mensuração da condutividade elétrica aparente do solo, pois os resultados obtidos foram semelhantes a de outros autores que usaram aparelhos comerciais para mensuração dos seus dados.

Foi possível identificar variabilidade na área experimental através da mensuração da condutividade elétrica aparente do solo e encontrar correlações significativas entre condutividade elétrica aparente a umidade do solo e os atributos Ca, Mg, SB, V%, Zn, Cu e Mn ligados a fertilidade do solo.

O uso do mapeamento espacial dos atributos mostrou-se eficiente para identificação

das áreas que necessitam de manejo diferenciado, mostrando que as técnicas de agricultura de precisão são ferramentas importantes para um tratamento adequado das áreas cultivadas.

REFERÊNCIAS

BERNARDI, A. C. C.; Et al. **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. 1.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

BERNARDI, A. C. C.; BETTIOL, G. M.; GREGO, C. R.; ANDRADE, R. G.; RABELLO, L. M.; INAMASU, R. Y. Ferramentas de Agricultura de Precisão como Auxílio ao Manejo da Fertilidade do Solo. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 32, n. 1/2, p. 205-221, jan./ago. 2015.

BORGES, A. L.; ACCIOLY, A. M. A. **Amostragem de solo para recomendação de calagem e adubação**. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura tropical, 2007. 4p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura tropical, Comunicado Técnico 122).

BOTTEGA, E.L.; QUEIROZ, D.M.; SANTOS, N.T.; PINTO, F.A.C.; SOUZA, C.M.A. Correlação entre condutividade elétrica aparente e atributos químicos e físicos de um Latossolo. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.6, n.2, p.134-142, Abr./Jun. 2015.

BRANDÃO, Z.N.; ZONTA, J.H.; MEDEIROS, J.C.; SANA, R.S.; BARBOSA, G.F. Condutividade elétrica aparente e sua correlação com o pH em solos no cerrado de Goiás. In: INAMASU, R. Y. Et al. **Agricultura de precisão: um novo olhar**. 1. ed. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011. p 162 - 167.

BULLOCK, D. S.; BULLOCK, D. G. Economic optimality of input application rates in precision farming. **Precision Agriculture**, v. 2, p. 71-101, 2000.

CARVALHO, M.P.; TAKEDA, E.Y.; FREDDI, O.S. Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil (SP). **Revista Bras. Ciência do Solo**, v 27, p. 695-703, 2003.

CASTRO, C.N. **Definição de unidades de gerenciamento do solo por meio da sua condutividade elétrica e variáveis físico-químicas**. Orientador: José Paulo Molin. 2004. Dissertação. 131 p. (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

DALCHIAVON, F.C.; Et al. Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distroférrico sob Sistema Plantio Direto. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, p. 453-461, 2012.

DANCEY, C.; REIDY, J.. **Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FILHO, D.B.F.; JÚNIOR, J.A.S. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, 2009.

FRANCESCHINI, M.H.D. **Correlação da condutividade elétrica com atributos físico-**

químicos do solo. São Paulo: USP, 2007. 12 p.

GIMENEZ, L.M. **Relação da condutividade elétrica aparente com algumas propriedades físico-hídricas e com a variabilidade espacial dos solos.** Orientador: José Paulo Molin. 2013. Tese. 120 p. (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental.** 14 ed. Piracicaba, Degaspari. 2000. 477p.

GONÇALVES, A.C.A.; FOLEGATTI, M.V.; SILVA, A.P. Estabilidade temporal da distribuição espacial da umidade do solo em área irrigada por pivô central. **Revista Bras. Ciência do Solo**, v. 23, p. 155 - 164, 1999.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola - Lavoura Permanente:** Brasil. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/0>>. Acesso em: 17 set. 2020.

JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. **Maracujá: do cultivo à comercialização.** Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2017. 341 p.

MACHADO, P.L.O.A; BERNARDI, A.C.C.; VALENCIA, L.I.O.; MOLIN, J.P. et al. Mapeamento da condutividade elétrica e relação com a argila de Latossolo sob plantio direto. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.41, n.6, p.1023-1031, jun. 2006.

MIRANDA, A.C.C.; VERRÍSSIMO, A.M.; CEOLIN, A.C. Agricultura De Precisão: Um Mapeamento Da Base Da Scielo. **Revista Gestão.Org**, Edição Especial, v. 15, p. 129-137, 2017.

MOLIN, J. P.; CASTRO, C. N. Aliada potencial. **Revista Cultivar.** Pelotas, RS, 2006, n.50, p. 08-11, Mar.2006.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R. do; COLAÇO, A. F. **Agricultura de precisão.** São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 238 p.

MOLIN, J.P.; RABELLO, L.M. Estudos sobre a mensuração da condutividade elétrica do solo. **Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.90-101, jan./fev. 2011.

PINCELLI, A.L.S. **Desenvolvimento de ensaios de um sistema de mensuração de condutividade elétrica do solo.** Orientador: José Paulo Molin. 2004. Dissertação. 96 p. (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

RABELLO, L.M.; Et al. Mapeamento da condutividade elétrica do solo – sistema protótipo. In: INAMASU, R. Y. Et al. **Agricultura de precisão: um novo olhar.** 1. ed. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011. p 41 - 45.

RAIJ, B. V., SACCHETTO, M.T.D., IGUE, T. Correlação entre o pH e o grau de saturação em bases nos solos com horizonte B textural e horizonte B latossólico. **Bragantia**, v 27, p. 193–200. 1968.

RHOADES, J. D. Electrical conductivity methods for measuring and mapping soil salinity. **Advances in Agronomy**, v. 49, 1981.

SANCHES, G.M. **Variabilidade espacial dos atributos do solo por meio da condutividade elétrica aparente**. Orientador: Paulo Sérgio Graziano Magalhães. 2015. Dissertação. 145 p. (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

SANCHES, G.M.; MAGALHÃES, P.S.G.; KOLLN, O.T.; FRANCO, H.C.J. Amostragem Inteligente para Caracterização da Variabilidade Espacial do Solo por meio da Condutividade Elétrica Aparente. **VII Simpósio tecnologia de produção de cana de açúcar** - Piracicaba-SP, 8 a 10. Jul. 2015.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. Brasília: 2018. 355 p.

SILVA, P. C. M.; CHAVES, L. H. G. Avaliação e variabilidade espacial de fósforo, potássio e matéria orgânica em Alissolos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 3, 2001. p 431-436.

SOUZA, G.S. de et al. Krigagem ordinária e inverso do quadrado da distância aplicados na especialização de atributos químicos de um argissolo. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 1, 2010. p 73 - 81.

TENÓRIO, E. **Cultivo do maracujá é alternativa de aumento de renda para a agricultura familiar**. Notícias. Tocantins: Seagro. 2016. Disponível em:<<https://seagro.to.gov.br/noticia/2016/7/13/cultivo-do-maracuja-e-alternativa-de-aumento-de-rendapara-a-agricultura-familiar/>> Acesso em: 12 set 2020.

ZONTA, J.H.; BRANDÃO, Z.N.; MEDEIROS, J.C.; SANA, R.S.; SOFIATTI, V. Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada com algodoeiro no Cerrado do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.6, p.595–602, 2014.

CAPÍTULO 03: MAPEAMENTO DA PRODUTIVIDADE DO GIRASSOL (*Helianthus annuus L.*) E DOS ATRIBUTOS DO SOLO EM ÁREA DE PLANTIO DIRETO

CAPÍTULO 03: MAPEO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL GIRASOL (*Helianthus annuus L.*) Y LOS ATRIBUTOS DEL SUELO EN ZONA DE SEMBRANZA

CHAPTER 03: MAPPING OF SUNFLOWER (*Helianthus annuus L.*) PRODUCTIVITY AND SOIL ATTRIBUTES IN NO-TILLAGE AREA

Leticia de Almeida Sorano¹; Matheus Katriel dos Santos Araujo²; Eliude Alice Neves³; Grazieli Suszek⁴; Mauro de Lima⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.36-54>

RESUMO

O Girassol (*Helianthus annuus L.*) apresenta destaque mundialmente, como quinta oleaginosa em produção de grãos e entre as quatro principais culturas produtoras de óleo comestível. Além disso, possui características agrônomicas importantes, como maior resistência à seca, ao frio e ao calor do que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil. Desta forma este trabalho tem por objetivo realizar o mapeamento da variabilidade espacial da produtividade do girassol e de atributos físico e químicos do solo em área de plantio direto no município de Nova Andradina - MS. Esse trabalho foi desenvolvido em área experimental pertencente ao Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - campus de Nova Andradina/MS, onde foi realizada a semeadura do Girassol utilizando-se a cultivar BRS 324. Para a realização do trabalho, foi elaborado um Grid regular com malha amostral de 9x20 m, totalizando 12 pontos amostrais, georreferenciados utilizando-se GPS 76CSx da Garmin. Em cada ponto amostral foi realizada uma amostragem de solo na profundidade de 0 - 0,20 m, análise de resistência do solo à penetração (RP), umidade do solo, colheita e peso de mil aquênios (PMA). Os dados obtidos das análises foram submetidos à análise estatística descritiva, para elaboração dos mapas foi utilizado o Software ArcGIS usando interpolação pelo Inverso do quadrado da distância (IQD). Foi possível identificar variabilidade espacial na área experimental, através do mapeamento da produtividade e dos atributos físicos e químicos do solo. Além disso, observou-se correlação significativa entre a produtividade e o peso de mil aquênios e os atributos de pH, H+Al, B, Fe e Mn.

Palavras-Chave: Agricultura de precisão, Fertilidade do solo, Física do solo.

RESUMEN

El Girasol (*Helianthus annuus L.*) se destaca en todo el mundo, como finca oleaginosa en la producción de cereales y entre los cuatro principales cultivos productores de aceite comestible. Además, tiene importantes características agronómicas, como mayor resistencia a la sequía, al frío y al calor que la mayoría de las especies que se cultivan normalmente en Brasil. De esta manera, este trabajo tiene como objetivo mapear la variabilidad espacial de la productividad del girasol y los atributos físicos y químicos del suelo en un área de labranza cero en el municipio de Nova Andradina - MS. Este trabajo se desarrolló en un área experimental perteneciente al Instituto Federal de Mato

¹ Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, leticia.sorano@gmail.com

² Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, matheus.araujo@novaandradina.org

³ Tecnologia em Produção de Grãos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, eliude.neves@novaandradina.org

⁴ Professora Doutora em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, grazieli.suszek@ifms.edu.br

⁵ Professor Especialista em Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, mauro.lima@ifms.edu.br

Grosso do Sul - campus de Nova Andradina / MS, donde se realizó la siembra de Girasol con el cultivar BRS 324. Para el trabajo se elaboró una cuadrícula regular con una cuadrícula de muestreo de 9x20 m, totalizando 12 puntos de muestreo, georreferenciados mediante GPS 76CSx de Garmin. En cada punto de muestreo se realizó muestreo de suelo a una profundidad de 0 - 0,20 m, análisis de resistencia del suelo a la penetración (RP), humedad del suelo, cosecha y peso de mil aquenios (PMA). Los datos obtenidos de los análisis fueron sometidos a análisis estadístico descriptivo, para la elaboración de los mapas se utilizó el Software ArcGIS mediante la interpolación inversa del cuadrado de distancia (IQD). Sin embargo, fue posible identificar la variabilidad espacial en el área experimental, al mapear la productividad y los atributos físicos y químicos del suelo. Se observó una correlación significativa entre la productividad, el peso de mil aquenios y los atributos de pH, H + Al, B, Fe y Mn.

Palabras Clave: Agricultura de precisión, Fertilidad del suelo, Física del suelo.

ABSTRACT

The Sunflower (*Helianthus annuus L.*) is highlighted worldwide, as an oilseed farm in grain production and among the four main crops producing edible oil. In addition, it has important agronomic characteristics, such as greater resistance to drought, cold and heat than most species normally grown in Brazil. In this way, this work aims to map the spatial variability of sunflower productivity and physical and chemical attributes of the soil in a no-tillage area in the municipality of Nova Andradina - MS. This work was developed in an experimental area belonging to the Federal Institute of Mato Grosso do Sul - campus of Nova Andradina / MS, where the Sunflower sowing was carried out using the BRS 324 cultivar. For the work, a regular grid with a 9x20 m sampling grid was elaborated, totaling 12 sampling points, georeferenced using GPS 76CSx from Garmin. At each sampling point, soil sampling was performed at a depth of 0 - 0.20 m, analysis of soil resistance to penetration (RP), soil moisture, harvest and weight of a thousand achenes (PMA). The data obtained from the analyzes were elaborated to the descriptive statistical analysis, for the elaboration of the maps it was used in the ArcGIS Software using Interpolation by Inverse of the square of the distance (IQD). It was possible to identify the spatial variability in the experimental area, by mapping the productivity and the physical and chemical attributes of the soil. In addition, we observed a correlation between the productivity of the weight of a thousand achenes and the attributes of pH, H + Al, B, Fe and Mn.

Keywords: precision agriculture, Soil fertility, Soil physics.

INTRODUÇÃO

O Girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma dicotiledônea de ciclo anual, pertencente a família Compositae, originária do continente norte americano. Atualmente, o girassol é cultivado em todos os continentes, em área que atinge aproximadamente 24 milhões de hectares. Além disso, apresenta destaque mundialmente, como quinta oleaginosa em produção de grãos e entre as quatro principais culturas produtoras de óleo comestível (RIBAS, 2009).

Essa oleaginosa ainda apresenta características agrônômicas importantes, como maior resistência à seca, ao frio e ao calor do que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil. Também obtém ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, pela altitude e pelo fotoperíodo. Devido a essas características, apresenta-se como uma opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos (CASTRO et al., 1996).

No entanto, o Brasil é ainda um pequeno produtor de girassol com uma área cultivada de 111,3 mil hectares, produção de 147,1 mil toneladas e produtividade média de 1323 kg/ha (LIRA et al., 2010). Segundo Gazzola et al. (2012), em lavouras mais tecnificadas a produtividade do girassol pode alcançar até 2400 kg/ha.

Além disso, às áreas utilizadas nas atividades agrícolas não são obrigatoriamente uniformes, onde dentro de uma mesma gleba existirão diferenças no solo e relevo que podem significar a demanda por tratamentos diferenciados (MOLIN, AMARAL e COLAÇO, 2015).

Do ponto de vista de Bernardi et al. (2014), é indispensável utilizar técnicas e métodos que indiquem ao produtor onde ocorre a variabilidade em sua propriedade agrícola, para que desta maneira possa se ter uma melhor produtividade.

De acordo com Comunello et. al. (2014), a agricultura de precisão trata-se de um conjunto de ferramentas e de conceitos para gerenciar a variabilidade espacial de atributos do solo, da planta e do ambiente, visando a obtenção de elevadas produtividades e maior eficiência de uso de práticas e insumos, e a redução do impacto ambiental.

Já segundo Gimenez e Molin (2004), o mapeamento da produtividade é considerado por muitos pesquisadores como sendo uma parte essencial da agricultura de precisão. Thylén et al. (1997) consideraram que o mapa de produtividade é um dos métodos mais corretos para estimar a heterogeneidade de uma lavoura. Um mapa de produtividade evidencia regiões com alta e baixa produtividade, mas não explica a causa de tal variação, que pode ser devido a doenças, a deficiências, a desequilíbrios químicos ou estresse hídrico e se a causa específica não é determinada, nenhuma resposta ao gerenciamento pode ser obtida (Lark & Stafford, 1997).

Desta forma este trabalho tem por objetivo realizar o mapeamento da variabilidade espacial da produtividade do girassol e de atributos físico e químicos do solo em área de plantio direto no município de Nova Andradina - MS.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O girassol é uma cultura que tem sua área em constante oscilação no Brasil, sendo que na safra 2018/2019, a área plantada foi em torno de 95 mil hectares e a produtividade de 1561 kg/ ha (Conab, 2019). O fator mais limitante para a cultura na maioria das regiões produtoras é a ocorrência de doenças, que é estimada mundialmente como sendo responsável por perdas anuais da ordem de 12% da produção (LEITE, 2016).

A contemplação de diferentes setores econômicos, tais como a alimentação humana e animal, produção de biocombustível, e sua fácil adaptabilidade às diferentes regiões de cultivo, têm promovido a ascensão produtiva da cultura no âmbito nacional e internacional (OLIVEIRA et. al., 2017).

O girassol é uma espécie sensível à acidez do solo, geralmente os solos do Cerrado, em sua maioria, apresentam solos de baixa capacidade de troca de cátions (CTC), com acidez elevada e com baixo teor de nutrientes, especialmente de P (MONTEZANO, CORAZZA e MURAOKA, 2006).

Além disso, existe certa heterogeneidade dos atributos químicos e físicos de um solo, mesmo em uma área considerada uniforme, segundo suas características visíveis de campo, tais como: topografia, cor do solo e vegetação (MONTEZANO, CORAZZA e MURAOKA, 2006). A variabilidade espacial nos atributos do solo pode ser influenciada pelos seus fatores intrínsecos (fatores de formação, que são o material de origem, relevo, clima, organismos e tempo) e pelos fatores extrínsecos, normalmente relacionados com as práticas de manejo (CARVALHO, TAKEDA e FREDDI, 2003).

De acordo com BRASIL (2009a), Agricultura de precisão (AP) é o conjunto de técnicas e metodologias que visam otimizar o manejo de cultivos e a utilização dos insumos agrícolas, proporcionando máxima eficiência econômica. As ferramentas de AP permitem o uso racional dos fertilizantes e agrotóxicos garantindo a redução dos impactos ambientais decorrentes da atividade agrícola.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em uma área experimental com as dimensões 18 m de largura, 120 m de comprimento, totalizando 2160 m², localizado no município de Nova Andradina / MS, pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Situada nas coordenadas de 22°04'56,33" S e 53°28'08,38" O, conforme Figura 01. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como tropical subtropical úmido e mesotérmico, possuindo altitude média de 380 m, com índices pluviométricos superiores a 1100 mm anuais e o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho de textura arenosa conforme Santos et al. (2018), o solo da área é composto por 82,68% areia, 2,6% silte e 14,72% de argila.

Figura 01. Localização do experimento em Nova Andradina/MS.

Fonte: Própria (2020).

Para a realização do trabalho, foi elaborado um Grid regular com dimensão de malha amostral de 9x20 m, onde foram escolhidos 12 pontos amostrais (Figura 02), georreferenciados utilizando-se GPS 76CSx da Garmin. Em cada ponto amostral foi realizada coleta de amostras de solo, análise de resistência do solo à penetração e colheita.

Figura 02. Distribuição dos pontos amostrais na área na experimental.

Fonte: Própria (2020).

A amostragem de solo foi realizada em abril de 2019, para amostragem de solo, coletou-se em cada ponto uma amostra composta de 8 sub-amostras (raio de 5m) na profundidade de 0-20cm, utilizando-se um trado holandês (Figura 03), sendo as mesmas, foram identificadas e encaminhadas para laboratório para análise química, conforme Belletti (2009) e Cherubin et al. (2016).

Figura 03. Coleta das amostras de solo, utilizando trado holandês.

Fonte: Própria (2020).

A avaliação de resistência do solo à penetração foi realizada em Outubro de 2019, utilizando-se o penetrômetro eletrônico, modelo FALKER PenetroLOG – PLG1020, com aptidão eletrônica para aquisição de dados. Este penetrômetro foi configurado para registrar leituras a cada 0,01 m de incremento de profundidade, trabalhando em velocidade de penetração constante. Os dados referentes ao penetrômetro Falker foram extraídos da memória digital e analisados a uma profundidade máxima de 0,2 m. Para o processamento dos dados de resistência à penetração, foi utilizado o Software PenetroLOG.

Durante as avaliações de resistência do solo à penetração (RP), também foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm, para determinação da umidade através do método gravimétrico (Santos et al., 2018), assim as amostras foram coletadas utilizando trado holandês (Figura 03), posteriormente as amostras foram envolvidas em papel alumínio, e levadas ao laboratório de solos e nutrição de plantas do IFMS, campus Nova Andradina-MS, para pesagem e secagem em estufa a 105°C por 24 horas (Figura 04).

Figura 04. Amostras de solo em estufa para realização da secagem.

Fonte: Própria (2020).

A semeadura do girassol foi realizada no dia 21 de novembro de 2019, em condições ideais de umidade do solo, não apresentando problemas na germinação e emergência da cultura. A cultivar de girassol escolhida para o experimento foi a BRS 324, por apresentar adaptabilidade à região, alto teor de óleo nos aquênios e tolerância à seca, ao frio e ao calor.

A recomendação de adubação foi realizada com base no resultados da análise química do solo, conforme recomendação proposta por Sousa e Lobato (2004). As aplicações de herbicidas, inseticidas e fungicidas foram realizadas de acordo com a necessidade de tais controles, levando sempre em consideração o custo benefício das aplicações e condições climáticas.

A colheita foi realizada pelo método manual, no qual foi confeccionado uma armação, com dimensões de 0,50m x 0,50m (0,25m²) em PVC, as amostragens foram realizadas seguindo ao grid anteriormente determinado (Figura 02), o quadro foi lançado aleatoriamente 8 vezes em cada ponto amostral. Posteriormente foi feita identificação das amostras, secagem natural das amostras, debulha e pesagem das amostras (OLIVEIRA, 2013). Em seguida os dados foram convertidos de Kg/m² para Ton./ha (MOLIN e MASCARIN, 2007). Além disso, a determinação do Peso de mil aquênios (PMA) foi feita de acordo com método relatado por BRASIL (2009b).

Os dados foram submetidos à análise exploratória, para obtenção das medidas de posição (média e mediana), medida de dispersão (desvio-padrão) e medidas de forma da distribuição (coeficiente de variação), avaliado de acordo com (Gomes, 2000), sendo também realizadas análises de correlação de Pearson e teste de normalidade, verificada através dos testes de Anderson Darling e Kolmogorov Smirnov (5% de significância).

Para elaboração dos mapas temáticos da área experimental foi utilizado o software ArcGIS, onde os dados foram interpolados utilizando o interpolador inverso do quadrado da distância (IQD), interpolador determinístico univariado de médias ponderadas, ou seja, quanto mais distante um ponto observado estiver do estimado, menor será sua influência sobre o valor de inferência. Este método é considerado de acurácia satisfatória quando comparado a krigagem, podendo, em alguns casos, apresentar resultados semelhantes (SOUZA et al., 2010). Além disso, a similaridade dos mapas temáticos construídos a partir dos dados coletados foi avaliada por meio de análise visual dos mapas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1 nota-se que a produtividade média mostrou-se satisfatória, visto que segundo a Embrapa (2018) a média de produção brasileira é de 1300 kg/ha, o peso de 1000 sementes segundo o mesmo autor é de 50 a 65g e mostrou-se um pouco abaixo do esperado para espécie. Já em relação a análise de solo, pode-se observar que de acordo com

interpretação proposta por Sousa e Lobato (2004) para os níveis de fertilidade do solo no bioma do cerrado, os valores médios dos atributos químicos, apresentaram-se muito baixo para P, baixos nos atributos K, Ca, M%, Zn, Mn, Fe e Cu, adequadas para pH, Mg e M.O., médio para CTC, B e alto para V%.

Além disso, de acordo com a média da resistência do solo à penetração não apresentou valores altos que possam afetar o estabelecido para o desenvolvimento radicular das plantas, segundo Canarache (1990) valores acima de 2,5 MPa começam a restringir o pleno crescimento das raízes da maioria das plantas.

Tabela 01: Análise estatística descritiva dos atributos avaliados.

Atributos	Máx.	Min.	Méd.	Medi.	D.P.	C.V.	Ass.	Cur.	Norm.
pH	5,85	4,45	5,23	5,26	0,53	10,06	-0,19	-1,42	Sim
P (mg/dm ³)	3,21	0,09	0,98	0,43	1,06	108,37	1,26	0,34	Sim
K (mg/dm ³)	11,70	7,80	8,78	7,80	1,76	20,10	1,33	-0,33	Não
Ca (cmol _c /dm ³)	3,70	0,90	1,36	1,15	0,75	55,31	3,24	10,88	Não
Mg (cmol _c /dm ³)	1,20	0,70	0,91	0,85	0,17	18,46	0,96	-0,36	Sim
Al (cmol _c /dm ³)	0,69	0	0,16	0	0,27	164,67	1,40	0,47	Não
H + Al (cmol _c /dm ³)	1,80	1,00	1,36	1,40	0,24	17,88	0,22	-0,78	Sim
SB (cmol _c /dm ³)	4,92	1,72	2,29	1,98	0,87	37,89	2,96	9,38	Não
T (cmol _c /dm ³)	6,12	3,02	3,65	3,52	0,82	22,53	2,85	9,00	Não
V%	80,40	51,70	61,60	59,80	8,39	13,63	1,13	0,94	Sim
M%	27,70	0	6,73	0	10,78	160,29	1,27	0,01	Não
MO (g/dm ³)	20,22	9,84	14,17	13,53	3,37	23,80	0,51	-0,95	Sim
Fe (mg/dm ³)	6,14	2,69	4,45	4,46	0,94	21,14	-0,05	0,13	Sim
Cu (mg/dm ³)	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	31,49	-0,06	0,65	Não
Zn (mg/dm ³)	0,09	0,01	0,05	0,06	0,03	66,05	-0,06	-2,03	Sim
B (mg/dm ³)	0,38	0,29	0,35	0,36	0,02	7,10	-1,15	2,14	Sim
Mn (mg/dm ³)	1,83	0,54	1,01	0,94	0,44	43,43	0,55	-0,88	Sim
Prod. (Ton/ha)	2,62	0,56	1,71	1,89	0,80	47,03	-0,29	-1,73	Sim
PMA (g)	49,60	30,70	41,38	42,90	5,95	14,37	-0,67	0,08	Sim
R (Mpa)	0,70	0,31	0,46	0,43	0,13	28,93	0,73	-0,80	Sim
U %	6,90	5,60	6,23	6,20	0,41	6,61	-0,05	-0,75	Sim

*pH - potencial Hidrogeniônico; P - Fósforo; K - Potássio; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; Al - Alumínio; H + Al - Hidrogênio + Alumínio; SB - Soma de bases; T - Capacidade de Troca de Cátions à pH 7; MO - Matéria Orgânica; M% - Saturação por Alumínio; V % - Saturação de Bases; B - Boro; Mn - Manganês; Fe - Ferro; Cu - Cobre; Zn - Zinco; Prod. - Produtividade; PMA - Peso de mil aquênios; U% - Umidade do solo; R - Resistência do solo a penetração; Mín - Mínimo; Máx. - Máximo; Méd. - Média; Medi. - Mediana; D.P. - Desvio padrão; C.V. - Coeficiente de variação; Curt. - Curtose; Ass. - Assimetria; Norm. - Normalidade, verificada através dos testes de Anderson Darling e Kolmogorov Smirnov (5% de significância).

Fonte: Própria (2020).

Segundo Dalchiavon et al. (2012) a variabilidade de um atributo pode ser classificada conforme a magnitude de seu coeficiente de variação (CV) como baixo ($CV < 10\%$), médio ($10\% < CV < 20\%$), alto ($20\% < CV < 30\%$) e muito alto ($CV > 30\%$). Com base nos resultados apresentados na Tabela 01, pode-se observar que a umidade do solo e o B apresentaram CV baixo, e CV médio para os atributos pH, H+Al, V%, Mg e PMA, já para os demais atributos avaliados o coeficiente de variação foram classificados alto a muito alto, mostrando que o conjunto de dados apresenta heterocedasticidade.

De acordo com trabalho realizado por Zonta et al. (2014) e por Bottega et al. (2015), onde obtiveram comportamento semelhante sobre a fertilidade do solo. Do ponto de vista de Carvalho, Takeda e Freddi (2003), isto ocorre porque a variabilidade espacial dos atributos do solo pode ser influenciada pelos seus fatores de formação, que são o material de origem, relevo, clima, organismos e tempo, e pelas práticas de manejo do solo (adubação, calagem, dentre outros).

Segundo Machado et al. (2004), a variabilidade da fertilidade do solo pode ser consequência do manejo de adubação e da forma de cultivo implantado na área. Schlindwein e Anghinoni (2000) em seu trabalho sobre variabilidade espacial de atributos de fertilidade e amostragem de solo no sistema plantio direto, também encontraram maior variabilidade horizontal para fósforo e potássio. Zonta et al. (2014), explicam que a alta variabilidade de teores P nos solos pode ser justificada, pelo fato da adubação ser realizada na linha de plantio o que resulta na desuniformidade na área e em razão da baixa mobilidade deste nutriente no solo.

Já sobre os atributos físicos do solo, resultados semelhantes foram relatados por Campos et al. (2012) e por Souza et al. (2006). Segundo relata Silva et al. (2004) na superfície e até a profundidade de 12 cm, o solo sofre os maiores efeitos do tráfego de máquinas, da atividade biológica e de ciclos de umedecimento e secagem que provocam grande variabilidade e dispersão dos valores de Resistência do solo à penetração.

Além disso, a produtividade também apresentou coeficiente de variação alto,

indicando comportamento heterogêneo. De acordo com Thylén et al. (1997), explicam que tal variabilidade pode ser resultado de diversos fatores que podem interferir na produção da cultura.

De acordo com a Tabela 02, pode-se observar o coeficiente de correlação de Pearson (r) entre os atributos de fertilidade do solo das 2 análises. De acordo com Figueiredo Filho e Silva Júnior (2009) uma correlação perfeita (-1 ou 1) indica que a contagem de uma variável pode ser determinada exatamente ao se saber a contagem da outra, no outro oposto, uma correlação de valor zero indica que não há relação linear entre as variáveis. Para interpretação das análises do coeficiente de correlação utilizou-se a proposta estabelecida por Dancey e Reidy (2006).

Conforme demonstra na Tabela 02, pode-se observar que dentre os atributos avaliados houve correlação entre a produtividade com os atributos de PMA, U%, pH, H+Al, %M, B, Fe, Mn e Zn, e também entre o Peso de mil aquênios e as variáveis pH, P, Mg, H+Al, %V, T, MO, B, Fe, Mn e Zn. Resultado similar foi relatado por Pivetta et al. (2012) e por Strojaki et al. (2013), no qual os autores relataram correlação significativa entre a produtividade e o peso de mil aquênios.

Além disso na Tabela 02, nota-se também que houve correlação linear entre P e K, correlação entre o pH com os atributos de U%, Mg, Ca, V%, H+Al, T, MO, M%, B, Fe, Mn e Zn. Resultados semelhantes foram relatados por Junior et al. (2006), Montezano, Corazza e Muraoka (2006) e por Salviano, Vieira e Sparovek (1998). Segundo Gitti, Roscoe e Rizzato (2019), o baixo teor de pH do solo afeta a disponibilidade dos nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, e favorece a presença de elementos que inibem o desenvolvimento de raízes das plantas, tais como o Al.

Tabela 02: Coeficiente de correlação de Pearson entre os atributos avaliados.

Macronutrientes												
Prod.	PMA	R	U%	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	T	V%	M%

PMA	0,72												
R	0,16	0,20											
U%	<u>0,46</u>	0,12	0,22										
pH	<u>0,53</u>	<u>0,46</u>	0,27	<u>0,35</u>									
P	0,18	<u>-0,32</u>	-0,24	<u>0,46</u>	0,13								
K	0,21	-0,15	<u>-0,36</u>	<u>0,40</u>	0,08	0,92							
Ca	-0,10	0,06	<u>0,45</u>	-0,12	<u>0,49</u>	0,05	-0,10						
Mg	0,27	<u>0,42</u>	<u>0,34</u>	-0,03	0,69	-0,10	-0,15	0,64					
H+Al	<u>-0,35</u>	<u>-0,57</u>	-0,19	0,09	-0,62	<u>0,54</u>	0,60	-0,23	-0,64				
T	-0,14	-0,03	<u>0,42</u>	-0,09	<u>0,41</u>	0,19	0,06	0,97	0,60	-0,05			
V%	0,21	<u>0,41</u>	<u>0,36</u>	-0,09	0,77	-0,22	<u>-0,32</u>	0,77	0,91	-0,76	0,66		
M%	<u>-0,56</u>	<u>-0,58</u>	0,07	<u>-0,33</u>	-0,86	-0,13	-0,19	-0,29	<u>-0,44</u>	<u>0,53</u>	-0,20	<u>-0,57</u>	
MO	-0,07	-0,22	<u>-0,51</u>	<u>0,43</u>	<u>-0,36</u>	<u>0,35</u>	<u>0,42</u>	<u>-0,43</u>	<u>-0,58</u>	<u>0,53</u>	<u>-0,36</u>	-0,63	0,05
Micronutrientes													
	Prod.	PMA	R	U%	B	Cu	Fe	Mn					
B	<u>-0,59</u>	<u>-0,43</u>	<u>-0,47</u>	<u>-0,49</u>									
Cu	-0,25	-0,16	0,69	-0,02	-0,19								
Fe	<u>-0,59</u>	<u>-0,41</u>	-0,22	<u>-0,35</u>	<u>0,46</u>	0,09							
Mn	<u>-0,36</u>	<u>-0,51</u>	0,08	<u>-0,34</u>	<u>0,42</u>	<u>0,37</u>	0,10						
Zn	<u>0,59</u>	<u>0,56</u>	-0,12	<u>0,47</u>	<u>-0,44</u>	-0,16	<u>-0,39</u>	<u>-0,53</u>					

* $\geq 0,60$ ou $r \geq -0,60$ (Correlação Forte - Em negrito); $0,30 \leq r < 0,60$ ou $-0,60 < r \leq -0,30$ (Correlação Moderada - Em itálico e sublinhado); $-0,30 < r < 0,30$ (Correlação Fraca - Fonte normal) (Dancey e Reidy, 2006); pH - potencial Hidrogeniônico; P - Fósforo; K - Potássio; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; Al - Alumínio; H + Al - Hidrogênio + Alumínio; T - Capacidade de Troca de Cátions à pH 7; MO - Matéria Orgânica; M% - Saturação por Alumínio; V % - Saturação de Bases; B - Boro; Mn - Manganês; Fe - Ferro; Cu - Cobre; Zn - Zinco; Prod. - Produtividade; PMA - Peso de mil aquênios; U% - Umidade do solo; R - Resistência do solo a penetração.

Fonte: Própria (2020).

Nas Figuras 5,6 e 7 são apresentados os mapas da produtividade, peso de mil aquênios, resistência do solo à penetração, umidade e fertilidade do solo. As escalas dos mapas de fertilidade dos solos foram elaboradas segundo a interpretação proposta por Sousa e Lobato (2004), já a escala dos demais mapas foram padronizadas na divisão por quartis no ArcGIS, tendo por objetivo observar a variação dos mapas.

Figura 05. Mapas de produtividade e PMA e dos atributos físicos do solo da área experimental

Fonte: Própria (2020).

Figura 06. Mapas de resistência do solo a penetração (RP) e umidade do solo

Fonte: Própria (2020).

Figura 07. Mapas de fertilidade do solo da área experimental.

Fonte: Própria (2020).

Com base nos mapas apresentados nas Figura 05, 06 e 07, nota-se que não houve variabilidade espacial dos teores de Mg, P, K, Mn, Zn e Cu na área experimental, já nos mapas de CTC, B, M%, Ca e Fe demonstrou baixa variabilidade espacial, e alta variabilidade espacial nos demais mapas. De maneira geral pode-se verificar que na região sudeste houve produtividade baixa, PMA baixo, altos valores de RP, baixa umidade do solo, altos teores de V%, teores adequados de pH, CTC, Ca, Mg e MO, concentração média de Boro, baixos níveis de K, M%, Mn, Zn, Cu e Fe, e teor muito baixo de Fósforo. Além disso na região central apresentou produtividade média, PMA baixo, valores médio de RP, alta umidade do solo, altos níveis de Matéria Orgânica, concentração adequada de pH, Mg e V%, nível médio de CTC e Boro, teores baixos de Ca, K, M%, Mn, Zn, Cu e Fe, e nível muito baixo de Fósforo. Já na região nordeste nota-se predominância de produtividade alta, PMA alto, baixos valores de RP, médio teor umidade do solo, nível alto de V%, teores adequados de pH, Mg e MO, concentração média de Boro, baixos teores de CTC, Ca, K, M%, Mn, Zn, Cu e Fe, e concentração muito baixa de Fósforo. Segundo Scapinelli, et al. (2016), valores maiores que 0,733 MPa de resistência do solo à penetração promovem redução na produtividade do girassol, sendo considerados críticos para a cultura.

Além disso, de acordo com Cancian (2015), quando o teor de água aumenta, a resistência do solo a penetração tem seus valores diminuídos pela redução das forças de coesão que atuam entre as partículas de solo, o que ocasiona um aumento das forças de adesão, mudando a consistência de friável para plástica, e desta forma, alcançando valores limitantes ao crescimento de raízes em condições de baixo teor de umidade no solo.

De acordo Sousa e Lobato (2004), o V% adequado para cultura do girassol é entre

50% a 60%, já segundo Castro et al. (1996), em valores de pH inferior a 5,2 a cultura do girassol apresenta sintomas de toxidez, devido a cultura apresentar sensibilidade à acidez do solo.

Além disso, com base na baixa variabilidade dos teores de potássio e fósforo apresentado nos mapas da Figura 07, pode-se afirmar que a adubação de correção desses nutrientes deve ser realizada em taxa única, tal resultado também foi relatado em Zonta et al. (2014).

CONCLUSÕES

Foi possível identificar variabilidade espacial na área experimental, através do mapeamento da produtividade e dos atributos físicos e químicos do solo. Além disso, observou-se correlação significativa entre a produtividade, o peso de mil aquênios e os atributos de pH, H+Al, B, Fe e Mn.

REFERÊNCIAS

BELLETI, S.Z.Z. **Variabilidade temporal e espacial de um latossolo vermelho em área comercial cultivada com Soja na região de Rondonópolis - MT**. 2009. 73 f. Monografia (Agronomia) - Curso de graduação em Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná-PR. 2009.

BERNARDI, A. C. C. *et al.* **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. 1ª ed. Embrapa: Brasília-DF, 2014.

BOTTEGA, E.L.; QUEIROZ, D.M.; SANTOS, N.T.; PINTO, F.A.C.; SOUZA, C.M.A. **Correlação entre condutividade elétrica aparente e atributos químicos e físicos de um Latossolo**. *Comunicata Scientiae*, Bom Jesus, v.6, n.2, p.134-142, Abr./Jun. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura de precisão**. Brasília-DF: Mapa/ACS, 2009a. 31 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília-DF: Mapa/ACS, 2009b. 399 p.

CANARACHE, A. Penetrometer - a generalized semi- empirical model estimating soil resistance to penetration. **Soil Till Res.**, v. 16 p, 51-70, 1990.

CANCIAN, L. C. **Variabilidade espacial da resistência a penetração, granulometria e umidade do solo**. 2015. 59 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria-RS. 2015.

CAMPOS, M.C.C. *et al.* **Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração e umidade em áreas cultivadas com mandioca na região de Humaitá**, AM. Revista Agro@mbiente On-line, v. 6, n. 1, p. 09-16, 2012.

CARVALHO, M.P.; TAKEDA E.Y. & FREDDI, O.S. Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil-SP. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v. 27 p. 695-703, 2003.

CASTRO, C. *et al.* **A cultura do girassol**. Circular técnica. 13, EMBRAPA-CNPSO. Londrina-PR; 38p. 1996.

CHERUBIN, M.R. *et al.* **Amostragem de solo na agricultura de precisão**. In: SANTI, L.A. Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul. 1ª Ed. CESPOL, Santa Maria-RS; 2016, p. 309.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: Grãos, v. 6, safra 2018/2019, Quarto levantamento. Brasília-DF, 2019, p.126.

COMUNELLO, E.; SALTON, J. C.; TOMAZI, M.; AMARAL, S. S. W. G. Análise geostatística da condutividade elétrica aparente do em sistemas de integração lavoura-pecuária em Mato Grosso do Sul. **Agricultura de Precisão: Resultados de um novo olhar**. EMBRAPA. Brasília-DF. 2014. cap. 56, p. 530-538.

DALCHIAVON, F.C. *et al.* Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distroférico sob Sistema Plantio Direto. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 453-461, 2012.

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia**: usando SPSS para Windows. Porto Alegre-RS: Artmed, 2006.

FARIAS NETO, A. L.; ANDRADE, L. R. M.; OLIVEIRA, M. F. **Metodologia para seleção de genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.) tolerantes ao alumínio**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1999. 2 p. (Pesquisa em Andamento, 25).

FIGUEIREDO FILHO, D.B.; SILVA JÚNIOR, J.A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, 2009.

GAZZOLA, A. *et al.* **A cultura do girassol**. São Paulo: USP, 2012. 69 p.

GIMENEZ, L. MOLIN, J.P. Mapeamento da Produtividade. In: MACHADO, P.L.O.A.; BERNARDI, A.C.C., SILVA, C.A. **Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto**. Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2004, p. 77-92.

GITTI, D.C.; ROSCOE, R.; RIZZATO, L.A. Manejo e fertilidade do solo para Soja. In: LOURENÇÃO, A.L.F. *et al.* **Tecnologia e produção**: Safra 2018/2019. Maracaju: Midiograf.

2019. 198 p.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 14^a ed. Piracicaba-SP, Degaspari. 2000. 477p.

JUNIOR, A.R. *et al.* Variabilidade espacial e temporal de atributos químicos do solo e da produtividade da soja num sistema de agricultura de precisão. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa-MG, Jul./Set, 2006 v.14, n.3, p.156-169.

LARK, R.M.; STAFFORD, J.V. Exploratory analysis of yield maps of combine crops. *In*: EUROPEAN CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 1, 1997, Warwick. **Proceedings...** Oxford: BIOS Scientific, 1997. p. 887-894.

LEITE, R. M. V. B. C. Doenças do girassol. *In*: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5^a. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016. v. 2. p. 445- 461.

LIRA, M.A. *et al.* Desempenho de cultivares de girassol (*Helianthus annuus*. L.) no estado do Rio grande do norte. *In*: Congresso brasileiro de mamona, 4 & Simpósio internacional de oleaginosas energéticas, 1., 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010, p. 1700-1703.

MACHADO, P.L.O.A.; BERNARDI, A.C.C.; SILVA, C.A. **Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 209p.

MOLIN, J.P.; MASCARIN, L.S. Colheita de citros e obtenção de dados para mapeamento da produtividade. **Eng. Agrícola, Jaboticabal**, v. 27, n.1, p. 259-266, jan./abr. 2007.

MOLIN, J.P.; AMARAL, L. R.; COLAÇO, A. F. **Agricultura de precisão**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 238 p.

MONTEZANO, Z.F.; CORAZZA, E.J.; MURAOKA, T. Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada e manejada homogeneamente. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v. 30, p. 839-847, 2006.

OLIVEIRA, C.M. **Qualidade de sementes de girassol em função da posição no capítulo e da densidade de plantas**. 2013. 60 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade federal de Uberlândia-MG. 2013.

OLIVEIRA, S. L. *et al.* **Componentes Produtivos de genótipos de girassol cultivados em Januária, Norte de Minas**. *In*: XXII Reunião Nacional de Pesquisa do girassol e X Simpósio Nacional sobre a cultura do Girassol; Lavras-MG. 2017.

PIVETTA, L. G. *et al.* Avaliação de híbridos de girassol e relação entre parâmetros produtivos e qualitativos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE; v. 43, n. 3, p. 561-568, 2012.

RIBAS, M.L. **Caracteres agronômicos de cinco genótipos de Girassol (*Helianthus annuus* L.) avaliados em campos dos Goytacazes – RJ.** 2009. 58 f. Monografia (Mestrado em Produção vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro-RJ. 2009.

SALVIANO, A.A.C.; VIEIRA, S.R. & SPAROVEK, G. Variabilidade espacial de atributos de solo e de *Crotalaria juncea* L. em área severamente erodida. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v. 22, p. 115-122, 1998.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5ª ed. Brasília: 2018, p. 355.

SCHLINDWEIN, J. A.; ANGHINONI, I. Variabilidade espacial de atributos de fertilidade e amostragem de solo no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa-MG, v. 24, n.1, p. 85-91, 2000.

SILVA, V.R. *et al.* Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 399-406, 2004.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO E. **CERRADO** correção do solo e adubação. 2ª ed. Brasília-DF: Embrapa Informação tecnológica, 2004, p. 416.

SOUZA, G.S. *et al.* Krigagem ordinária e inverso do quadrado da distância aplicados na especialização de atributos químicos de um argissolo. **Scientia Agraria**, Curitiba-PR, v. 11, n. 1, p. 73-8, 2010.

SOUZA, Z.M. *et al.* Dependência espacial da resistência do solo à penetração e do teor de água do solo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n.1, p.128-134, 2006.

STROJAKI, T.V. *et al.* Atributos químicos do solo e produtividade de girassol e milho em função da aplicação de composto de lixo urbano. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 43, n. 3, p. 278-285, jul./set. 2013.

THYLÉN, L.; JURSCHIK, P.; MURPHY, D. L. P. Improving the quality of yield data, In: EUROPEAN CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 1ª ed., 1997, Warwick. **Proceedings...** Oxford: BIOS Scientific, 1997. p. 743-750.

ZONTA, J.H. *et al.* Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada com algodoeiro no Cerrado do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n. 6, p. 595-602, 2014.

CAPÍTULO 04: PERFIL DO CONSUMIDOR E FATORES RELEVANTES NA COMPRA DE PEIXE NO MERCADO DE FERRO DO VER-O-PESO, BELÉM (PA)

CAPÍTULO 04: PERFIL DEL CONSUMIDOR Y FACTORES RELEVANTES EN LA COMPRA DE PESCADO EN EL MERCADO DEL HIERRO DE VER-O-PESO, BELÉM (PA)

CHAPTER 04: CONSUMER PROFILE AND RELEVANT FACTORS IN THE PURCHASE OF FISH IN THE IRON MARKET OF VER-O-PESO, BELÉM (PA)

Tales Vandr¹; Rodolfo Silva²; Layz Furtado³; Andria Sousa⁴

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.55-74>

RESUMO

Diversos trabalhos tm apontado os benefcios nutricionais e, com efeito, a importncia da ingesto de pescados, tendo em vista a valorizao nutricional desse produto ao ser humano. No contexto de Belm, capital do estado do Par, em face de ser conformada por uma tradio cultural indgena e ribeirinha, tem como base de sua dieta alimentar o consumo demasiado de pescados. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo identificar o perfil dos consumidores e os fatores de compra de peixes adotados ao adquirirem pescados no Mercado de Peixe do Complexo do Ver-o-Peso, em Belm (PA), a fim de compreender no somente um perfil socioeconmico, mas tambm entender que fatores tm maior ou menor importncia no momento da deciso da compra do produto dentro do complexo. Metodologicamente, o trabalho foi realizado a partir de pesquisas bibliogrficas e de campo, sendo os dados coletados por meio da aplicao de um formulrio contendo 19 perguntas semiestruturadas, junto a uma amostra de 100 consumidores de pescados que se encontravam no Mercado para adquirir o produto. Os dados foram tabulados e analisados estatstica e descritivamente, a partir da frequncia e do respectivo percentual das respostas, no Microsoft Excel 2016. Os resultados obtidos revelaram que as caractersticas socioeconmicas (sexo, idade, nvel de escolaridade etc.), assim como o “Preo”, o “Sabor”, os “Espinhos”, a “Aparncia”, a “Percibilidade” e a “Proximidade do local de comercializao” so fatores de “Muitssima Importncia”, ou seja, podem influenciar (limitar ou incentivar) o consumo de peixe entre os consumidores do Mercado de Ferro do Complexo do Ver-o-Peso.

Palavras-Chave: Complexo do Ver-o-Peso, Mercado de Ferro, Consumo de peixe. Perfil do Consumidor, Fatores de compra.

RESUMEN

Varios estudios han sealado los benefcios nutricionales y, en efecto, la importancia de comer pescado, dado el valor nutricional de este producto para el ser humano. En el contexto de Belm, capital del estado de Par, al estar conformada por una tradicin cultural indgena y riberea, el consumo de demasiados pescados se basa en su dieta. En este sentido, este trabajo tuvo como objetivo identificar el perfil de los consumidores y los factores de compra de pescado adoptados en la compra de pescado en la Lonja del Complejo de Ver-o-Peso, en Belm (PA), con el fin de comprender no solo un perfil socioeconmico, pero tambin para comprender qu factores son ms o menos importantes a la hora de decidir comprar el producto dentro del complejo. Metodolgicamente, el trabajo se realiz con base en la investigacin bibliogrfica y de campo, y los datos se recolectaron mediante la aplicacin de un formulario que contiene 19 preguntas semiestruturadas, junto con una muestra de

¹ Engenharia de Pesca, UFRA.

² Agronomia, UFRA, rhodolfosilvaa@gmail.com

³ Agronomia, UFRA, layzfurtado@gmail.com

⁴ Agronomia, UFRA, andriacostas@hotmail.com

100 consumidores de pescado que se encontraban en el mercado para adquirir el producto. Los datos fueron tabulados y analizados estadísticamente y descriptivamente, con base en la frecuencia y el respectivo porcentaje de respuestas, en Microsoft Excel 2016. Los resultados obtenidos revelaron que las características socioeconómicas (sexo, edad, nivel educativo, etc.), así como el “Precio”, “Sabor”, “Espinass”, “Apariencia”, “Perecederos” y “Proximidad al lugar de venta” son factores de “Muy Importante”, es decir, pueden influir (limitar o incentivar) la consumo de pescado entre los consumidores del Mercado del Hierro del Complejo Ver-o-Peso.

Palabras clave: Complejo Ver-o-Peso, Mercado del Hierro, Consumo de pescado. Perfil del consumidor, factores de compra.

RESUME

Several studies have pointed out the nutritional benefits and, in effect, the importance of eating fish, in view of the nutritional value of this product to humans. In the context of Belém, capital of the state of Pará, in view of being shaped by an indigenous and riverside cultural tradition, the consumption of too many fish is based on its diet. In this sense, this work aimed to identify the profile of consumers and the factors of purchase of fish adopted when purchasing fish in the Fish Market of the Complex of Ver-o-Peso, in Belém (PA), in order to understand not only a socioeconomic profile, but also to understand which factors are more or less important when deciding to purchase the product within the complex. Methodologically, the work was carried out based on bibliographic and field research, and the data were collected through the application of a form containing 19 semi-structured questions, along with a sample of 100 fish consumers who were in the market to purchase the product. The data were tabulated and analyzed statistically and descriptively, based on the frequency and the respective percentage of responses, in Microsoft Excel 2016. The results obtained revealed that the socioeconomic characteristics (sex, age, education level, etc.), as well as the “Price”, “Flavor”, “Thorns”, “Appearance”, “Perishability” and “Proximity to the place of sale” are factors of “Very Important”, that is, they can influence (limit or encourage) the fish consumption among consumers in the Iron Market of the Ver-o-Peso Complex.

Keywords: Ver-o-Peso Complex, Iron Market, Fish consumption. Consumer Profile, Purchase factors.

INTRODUÇÃO

A produção de pescados, consoante indicam diversos estudos pelo mundo, está em notório crescimento, tendo em vista que, para além do aumento da população mundial, os consumidores tornaram-se mais conscientes dos benefícios inerentes à ingestão desse produto (LOPES; OLIVEIRA; RAMOS, 2016). Nesse contexto, os pescados estão sendo absorvidos pelo agronegócio e por novos padrões de comportamento do consumidor, os quais buscam por segurança e soberania alimentar, impondo que os processos produtivos e a comercialização necessitam de maior qualidade, eficiência e profissionalismo. Desse modo, conhecer o mercado consumidor é imprescindível, a fim de que a oferta seja dinamizada com atributos que garantam a sua qualidade e agreguem valor. Assim, para ajustar os produtos às preferências do consumidor, é preciso conhecer, antes, o consumidor e as suas preferências (BARBOSA *et al.*, 2007).

Acerca do perfil do consumidor, foco de estudo de diversos pesquisadores a partir de 1960, evidencia-se certa dificuldade em identificar as variações que condicionam o

comportamento do consumidor, visto que este é influenciado por muitas variáveis, as quais vão desde idiossincrasias, aspectos ecológicos, sociais, econômicos até aspectos culturais. No mais, as características inerentes aos produtos acabam por interferir nas preferências do consumidor (MELO *et. al.*, 2015). Por esse motivo, de acordo com Costa *et al.* (2013), os pescados, tanto de origem da pesca artesanal quanto da aquicultura, nas várias cidades brasileiras, são comercializados em diferentes espaços (mercados populares, supermercados, feiras e restaurantes), preços e maneiras (cortado em postas, em filé, inteiro ou pré-processado, fresco ou congelado), conforme as preferências do consumidor, a localização das cidades às proximidades de rios ou mar, bem como de acordo com a cultura local.

Diante disso, as pesquisas concernentes ao comportamento do consumidor buscam identificar e compreender os aspectos que influenciam as preferências, as atitudes e as razões dos consumidores em consumir determinados produtos. Assim, conforme Jesus, Souza e Oliveira (2014), o comportamento do consumidor é um ramo de estudos que busca conhecer, sobretudo, os processos envolvidos no momento em que “[...] as pessoas estão procurando, comprando, usando e avaliando determinados bens, serviços e ideias, permitindo compreender a vida diária dessas pessoas, seu cotidiano e a maneira como se relacionam com bens, serviços e com outras pessoas” (JESUS; SOUZA; OLIVEIRA, 2014, p. 16-17).

Portanto, conhecer o comportamento dos consumidores, a partir de fatores que podem limitar ou facilitar o consumo de peixes, é basilar para adequar os processos de desenvolvimento da cadeia produtiva às necessidades e aos desejos do consumidor (MELO *et. al.*, 2015).

Foi diante desse cenário que buscou-se realizar esta pesquisa, com o objetivo geral de Conhecer o perfil do consumidor e os fatores relevantes na compra de peixe no Mercado de Peixe do Complexo do Ver-o-Peso, em Belém (PA), bem como identificar possíveis diferenças e semelhanças de perfil de compra entre homens e mulheres. Para isto, nossos objetivos específicos foram; Identificar o perfil socioeconômico do consumidor de peixe do Mercado de Peixe do Ver-o-Peso, em Belém (PA); Conhecer os fatores que podem influenciar o consumo de peixe entre os compradores de peixe do Mercado de Peixe do Ver-o-Peso, em Belém (PA); Identificar possíveis diferenças e semelhanças no comportamento entre consumidores homens e mulheres durante a compra de peixe no Mercado de Peixe do Ver-o-Peso, em Belém (PA).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O consumo de peixe no Brasil

O Brasil ocupa a décima primeira posição no ranking mundial da produção de peixes, ficando atrás de países como: China; Índia; Tailândia; Noruega e; Estados Unidos, sendo grande parte dessa produção proveniente de mariculturas e águas continentais, totalizando cerca de 611.343 toneladas (LEANDRO et al., 2018). Ademais, por possuir um vasto território aquático, possuindo 8,4 mil quilômetros de litoral, 5,5 milhões de hectares de reservatórios de água doce, clima propício, mão de obra e próspero mercado interno, o Brasil apresenta enorme potencial econômico para a produção da aquicultura (LEANDRO et al., 2018). Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2016), a produção de pescados – contando a de crustáceos, moluscos e outras espécies – obteve números relevantes no ano de 2014, sendo responsável por 167,2 milhões de toneladas, em que 93,4 milhões foram advindas da captura convencional e 73,8 milhões da aquicultura.

A grande potencialidade na produção de peixes do Brasil está relacionada às ótimas condições naturais, pois possui uma faixa costeira estimada em 8000 km e uma Zona Econômica Exclusiva (ZEE) de aproximadamente 3,5 milhões de km² (ROCHA et al., 2013). O autor mencionado pontua ainda que outro fator relevante para a propícia produção de pescados seria a abundante reserva de água doce, sendo esta responsável por 13% de toda água doce do planeta. Pode-se dizer que o aumento na produção apícola, tanto nacional quanto internacional, é resultado não só do aumento populacional, mas também das questões ligadas à sustentabilidade dos alimentos, dado que o pescado está relacionado à manutenção da saúde (PIMENTA, 2018). Destarte, tem-se aumentando a procura por esse alimento e, conseqüentemente, a sua produção (BRABO et al., 2016).

No entanto, dados de 2013 mostram percentuais de baixo consumo nacional de pescados, apontando uma média de apenas 10,87 kg/ano por habitantes (FAOSTAT, 2016). De conformidade com esses dados, e apesar do Brasil ser um dos maiores produtores de pescados do mundo, ainda há regiões que consomem pouquíssimas quantidades de carne de peixe. Na pesquisa desenvolvida por Lopes, Oliveira e Ramos (2016) sobre o perfil do consumo de pescados no Brasil, a Região Sudeste – que concentra o maior quantitativo populacional – ocupou o último lugar nos percentuais de consumo de peixe entre as regiões brasileiras, indicando que apenas 15,2% da amostra da população consome carne de peixe, seguida da Região Centro-Oeste, com 18,7%.

O consumo de peixe na Região Amazônica

No que concerne à Região Amazônica, historicamente, a pesca é uma atividade tradicional com significativa importância na subsistência e na geração de emprego e renda, sendo uma também uma sociocultural marcante no modo de vida de famílias indígenas, ribeirinhas e quilombolas. Essa atividade é “[...] realizada por moradores da zona rural, para subsistência, e por pescadores profissionais, com pouco investimento e uma remuneração baseada num sistema de parcerias, o que a torna difícil de ser monitorada [...]” (JESUS; SOUZA; OLIVEIRA, 2014, p. 16). Por outro lado, além da atividade artesanal, a pesca industrial é deveras significativa, tendo em vista que ocorre principalmente ao longo do litoral norte do Brasil.

Na Região Norte, segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Estado do Pará contribuiu com aproximadamente 51% da produção do pescado na região, com cerca de 136.228 toneladas. Tal resultado garante ao estado a segunda colocação no ranking brasileiro de produção, contribuindo com cerca de 11% da produção nacional (FIGUEIRO; SOUSA; CASTRO, 2014). Desse modo, para além dos percentuais expressivos de pescados capturados, a Região Amazônica se destaca nacionalmente pela biodiversidade de espécies exploradas (COSTA et al., 2013). Nessa direção, diversos estudos têm apontado que a quantidade e a diversidade de espécies encontradas no transcurso da bacia amazônica estão 13 relacionadas às condições naturais, quais sejam: os vários ambientes; a dinâmica dos rios; e o tipo de água (branca, clara ou preta) (COSTA et al., 2013).

Fatores que influenciam as escolhas e as preferências do consumidor

De conformidade com os estudos consultados, a partir da revisão de literatura, o perfil e comportamento do consumidor, isto é, as escolhas e as preferências durante a compra de algum produto, segundo Melo et al. (2015), vem sendo foco de pesquisas desde 1960. Costa et al. (2013) e Leandro et al. (2018) pontuam que os pescados podem ser comercializados em diferentes mercados populares, supermercados, feiras e restaurantes, com preços diversos e de maneiras variadas: cortado em postas, em filé, inteiro ou pré-processado, fresco ou congelado, sempre em consonância com a disponibilidade de espécies, as subjetividades do consumidor, a localização das cidades (próximas ou não de rios ou mar), assim como conforme a cultura local. Tais investigações apontam uma variedade numerosa e complexa condicionantes que perfilam o comportamento do consumidor, uma vez que ele é influenciado não apenas pelas

características e condições biológicas do peixe, mas também por variáveis sociais, econômicas e, por vezes, culturais (MELO et. al., 2015).

À vista disso, Jesus, Souza e Oliveira (2014) esclarecem que o comportamento do consumidor compreende um campo do conhecimento que busca conhecer, sobretudo, os processos envolvidos aos processos de procura, compra, usos e avaliação de bens e serviços, ou seja, essas pesquisas permitem conhecer não apenas questões diretamente ligadas ao consumo, mas também o modo de vida do consumidor, pois o seu cotidiano pode influenciar direta e indiretamente suas escolhas e preferências de consumo. Desse modo, identificar e conhecer o comportamento do consumidor é imprescindível para ajustar a cadeia produtiva às necessidades do consumidor (MELO et. al., 2015).

METODOLOGIA

A pesquisa se ambientou no Mercado de Peixe, também conhecido como Mercado de Ferro do Complexo de Feiras do Ver-o-Peso (Figura 1), a maior feira a céu aberto da América Latina e o principal local de comercialização de pescados em atacado e varejo de Belém do Pará (LIMA, 2008). Segundo Leitão (2013), o Ver-o-Peso, na história, está intimamente ligado à origem da cidade de Belém do Grão-Pará, a qual foi fundada em 1616 nas margens do extinto igarapé do Piry, onde hoje localiza-se o Ver-o-Peso.

Figura 1 – Representação gráfica da localização do Mercado de Ferro do Ver-o-Peso, Belém.

Fonte: desenho de Fernando Mesquita (2015), acessado em Cruz, Mesquita e Sarquis (2015).

No caso específico do Mercado de Ferro do Ver-o-Peso, localizado na confluência dos bairros Cidade Velha e Campina, conforme informações obtidas na publicação “Mercado 16 de Ferro: restauração e conservação 2010/2015” do IPHAN, foi inaugurado em 1901, para comercialização de inúmeros produtos alimentícios da Região Amazônica, entre eles os pescados exclusivos da região (CRUZ; MESQUITA; SARQUIS, 2015). Tem em vista a sua posição à margem do Rio Guamá, bem como a sua arquitetura, a qual dispõe de quatro torres em seus cantos, o mercado marca fortemente a paisagem urbana local e, por esse motivo, é considerado o principal cartão postal da cidade de Belém. Salienta-se que o Mercado de Ferro, por compor o Conjunto Arquitetônico e Paisagístico do Ver-o-Peso, é tombado pelo IPHAN desde 1977, com inscrição nos Livros do Tombo de Belas Artes e Histórico, além do Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico (LIMA, 2008).

De acordo Veiga (2007), o Mercado de Ferro tem uma área total de 2.068,52m, na forma de um retângulo de 31m x 67m. Possui uma grande área central coberta, com tamanho de 57m de comprimento por 21m de largura, e quatro portões de acesso em suas quatro fachadas, (duas com 3m de largura por 5m de profundidade e outras duas com 9m de largura por 5m de profundidade). Na parte central, estão localizados 56 boxes, com áreas de 2,40m x 3m, sendo estes separados por corredores com aproximadamente 3m de largura, os quais possibilitam que consumidores e trabalhadores do mercado possam circular livremente. É importante destacar que os boxes possuem suas “[...] subdivisões de ferro e mesas de madeira com tampo de mármore, possuindo cada talho uma torneira para lavagens [...]” (VEIGA, 2007, p. 90).

Coleta de dados

Quanto aos procedimentos metodológicos utilizados na investigação, a pesquisa foi de natureza descritiva, pois, conforme Prodanov e Freitas (2013, p. 52), buscou-se “[...] descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis [...]”. Ela se desenvolveu por meio de uma abordagem mista: qualitativa e quantitativa, visto que, segundo Minayo (1997), os resultados obtidos pela pesquisa são essenciais para o engrandecimento das análises e das discussões finais. Além do mais, a pesquisa qualitativa pode ser sustentada pela quantitativa, sendo recíproca, viabilizando melhores análises estruturais dos fenômenos que estão sendo estudados (SCHNEIDER; FUJII; CORAZZA, 2017).

No que concerne às técnicas de pesquisa, foi realizado primeiramente um levantamento de referenciais teóricos, a partir da pesquisa bibliográfica, a fim de “[...] colocar o pesquisador em contato direto com todo material já escrito sobre o assunto da pesquisa [...]” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 54), em diferentes repositórios de pesquisa (Google Acadêmico, Portal de Periódicos da CAPES, Scielo e Scopus). Esta etapa foi de fundamental importância para compreender e inter-relacionar, a partir de dados secundários e outras informações, importantes questões que caracterizaram o perfil de consumo de pescados em Belém e em outras realidades do Brasil. Além disso, a pesquisa bibliográfica foi imprescindível para compor a contextualização do local do estudo, o Mercado de Ferro do Ver-o-Peso, desde informações históricas até dados sobre a sua arquitetura.

Para identificar o perfil socioeconômico dos consumidores e/ou compradores de pescados do Mercado de Ferro, no Ver-o-Peso, bem como compreender quais os fatores mais ou menos importantes na hora da compra, foi necessário realizar uma pesquisa de campo. Acerca desta tipologia de pesquisa, Prodanov e Freitas (2013, p. 59) assinalam que ela é frequentemente empregada com o propósito de “[...] conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema para o qual procuramos uma resposta [...]”. Consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente [...]”. Assim, esse tipo de pesquisa foi importante para observar, conversar e compreender, no local do estudo, como acontece a comercialização de pescados, bem como os agentes que estavam envolvidos nessa transação e outras informações.

Para a obtenção dos dados, aplicou-se formulários junto a cem (100) consumidores de pescados presentes no Mercado enquanto adquiriam o produto. Tal instrumento de coleta de

dados foi composto por dezenove (19) perguntas semiestruturadas, as quais dividiram-se em três partes, a saber: 1) “Perfil socioeconômico” (sexo, idade, quantas pessoas residem junto aos pesquisados, profissão, entre outras); 2) “Fatores limitantes ou facilitadores do consumo de pescados” (perguntou-se, por exemplo, se o indivíduo consumia pescado, com que frequência, local de preferência de compra, forma preferida e o motivo mais relevante para o maior consumo de peixes) e; 3) “Opiniões relacionadas ao pescado” (sobre a importância do valor, do sabor, da presença de espinhos, da aparência, da perecibilidade e da proximidade do ponto de venda de peixe para o consumo de peixes para os pesquisados).

Acerca da amostra de cem (100) consumidores, faz-se necessário justificar que optou-se por utilizar uma amostra não-probabilística por conveniência, tendo em vista que não se sabia a população ou universo amostral real de compradores de pescados do Mercado de Ferro do Ver-o-Peso. Cabe pontuar que “Os resultados de uma pesquisa baseada em amostragem não probabilística não permitem generalizações a respeito da população em estudo [...]” (OLIVEIRA, 2001, p. 8). Nesse sentido, destaca-se que a amostra de cem (100) consumidores foi determinada pelo maior número de formulários aplicados, entre os dias 02 e 14 de setembro de 2019, no Mercado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perfil socioeconômico dos consumidores do peixe comercializado no Mercado de Ferro do Complexo do Ver-o-Peso, Belém (PA)

Após os dados obtidos com a aplicação dos formulários junto aos compradores de pescados presentes no Mercado de Ferro do Ver-o-Peso, foi possível identificar o perfil socioeconômico do consumidor de peixe (Tabela 8). Esses são os principais aspectos sociais e econômicos que podem influenciar (limitar ou incentivar) a compra de peixe no Mercado de Ferro do Ver-o-Peso, em Belém (PA), tendo em vista que: as mulheres são quem normalmente fazem a compra do pescado; a idade pode influenciar, pois os mais velhos são normalmente quem conhecem as espécies de peixe; o nível de instrução é outro fator, uma vez que ele pode determinar em qual local comprar ao se levar em consideração conhecimentos técnicos da formação superior, por exemplo; e a renda média mensal, assim como a frequência de consumo são outros dois fatores que podem limitar ou incentivar a compra de pescados.

Tabela 1 – Perfil sinótico socioeconômico do consumidor de peixe do Mercado do Ver-o-Peso, Belém (PA).

Dados socioeconômicos		%
Sexo:	Feminino	60,00%
	Masculino	40,00%
Faixa-etária	De 41 a 50 anos	43,00%
Estado civil	Casado (a)	68,00%
Escolaridade:	Ensino médio completo	34,00%
	Ensino superior incompleto	27,00%
	Ensino superior completo	18,00%,
Renda:	De 1 a 2 salários mínimos	47,00%
	3 ou mais salários mínimos	31,00%
Tamanho da família:	De 1 a 2 pessoas	38,00%
	De 3 a 4 pessoas	39,00%
Consome peixe?	Sim	92,00%
	Não	8,00%
Frequência de consumo	Mais de 1 vez por semana	23,00%
	1 vez por mês	22,00%

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da pesquisa de campo (2019).

No que se refere ao sexo dos entrevistados, 60% era do sexo feminino e apenas 40% era do sexo masculino. A maior parte deles, 43%, tinha idades que variavam de 41 a 50 anos. Em estudo semelhante realizado também na realidade amazônica, houve um percentual maior de mulheres (64,88%) ativamente presentes na compra de pescados no Município de Parintins (AM), conforme Costa et al. (2013). Há uma presença maior de mulheres nesses locais pelo fato da imagem da mulher ainda estar bastante relacionada à preocupação com o alimento dentro do lar, fazendo com que elas sejam as responsáveis por selecionar e comprar o melhor alimento para servir à família (OLIVEIRA; VELA, 2008).

Os dados apresentados em relação ao estado civil dos entrevistados, mostram que a maioria era casado(a) (68%) ou solteiro(a) (17%), sendo seguidos pelos divorciados(as) (13%) e viúvos(as) (2%). Levando em consideração que o maior percentual de participantes da pesquisa era de mulheres casadas (42%) e elas estavam no mercado para adquirir pescados para família, pressupõe-se que o percentual de casados(as) pode estar relacionado ao papel da mulher casada, De acordo com Oliveira e Vela (2008), pois, as mulheres são quem definem quais alimentos vão à mesa, ainda que haja frequentemente atendimento ao gosto e ao desejo dos maridos e filhos.

No que diz respeito à escolaridade dos pesquisados, a maioria possuía ensino médio

completo (34%), seguido do ensino superior incompleto (27%) e superior completo (18%). De acordo com Pimenta (2018), o grau de instrução dos indivíduos pode interferir na alimentação, pois, quanto maior o conhecimento técnico, em tese, maior a preocupação com a escolha de alimentos mais saudáveis, como o peixe – pois, é uma carne caracterizada por ser um alimento de alto valor nutritivo e consequentemente benéfico à saúde. Esse mesmo raciocínio foi utilizado por Santos et al. (2015) para justificar que, as informações relacionadas aos benefícios do consumo dos pescados poderiam apresentar significância para os consumidores da cidade de Coruripe (AL) que dispunham de formação superior.

Quando questionados sobre a renda mensal, após a sistematização dos dados, obteve-se como resultado que a maioria dos entrevistados dispunha de renda mensal entre 1 e 2 salários mínimos (47%), seguido de 31% com 3 ou mais salários mínimos e 22% com até 1 salário mínimo. Acerca dos rendimentos mensais, é importante destacá-los como um fator importante na compra de pescados, tanto limitador quanto facilitador. Em cidades caracterizadas pela atividade pesqueira é muito comum que os peixes sejam baratos e possam ser adquiridos e consumidos por diferentes classes sociais. No entanto, nos grandes centros urbanos a realidade é bem diferente, uma vez que normalmente a população mais pobre opta por consumir produtos mais baratos, enquanto aqueles que possuem alto poder aquisitivo podem consumir produtos com preços mais elevados, como mostra o estudo de Lopes, Oliveira e Ramos (2016).

Em relação ao número de pessoas que moravam com os compradores participantes da pesquisa, os dados revelaram que: 38% residem com 1 ou 2 pessoas; 39% com 3 ou 4 pessoas e; 23% com 5 ou mais pessoas. Estes resultados vão ao encontro dos encontrado por Jesus, Souza e Oliveira (2014, p. 18), que verificaram, em São Gabriel da Cachoeira (AM), uma cidade marcadamente indígena, uma “[...] concentração de famílias numerosas, com cinco pessoas (23%), seguidas por famílias com seis e mais de seis pessoas (17 e 18%, respectivamente). As famílias compostas por apenas uma pessoa foram minoria (3%)”. Cabe destacar que os maiores percentuais correspondem ao tamanho familiar característico de populações tradicionais na Amazônia, onde o número de filhos por mulher é expressivo em comparação ao restante do país, como apontam dados do IBGE (2013). Além disso, salienta-se que o número de pessoas na família pode ser um fator limitante na decisão da compra de pescados, pois implica comprar maiores quantidades e, com efeito, ter maiores gastos com esse tipo de alimento, o qual normalmente possui um valor elevado nas capitais e nos grandes

centros urbanos (LOPES; OLIVEIRA; RAMOS, 2016), como é o caso de Belém.

É notório que o consumo de pescados na Região Norte é grandioso, por conta da grande disponibilidade dessas espécies na região e da tradição cultural de consumo desse tipo de alimento, proveniente das comunidades indígenas e ribeirinhas. Sendo assim, os dados mostram que 92,00% dos compradores de pescados do Mercado de Ferro faziam consumo de pescados e apenas 8,00% não consumiam. Tais resultados mostram a importância cultural desse alimento em Belém, além de seus benefícios à saúde humana, pois, como observado anteriormente, é composto por muitos nutrientes essenciais ao metabolismo humano (PIMENTA, 2018). Estes dados são compatíveis e muito semelhantes com uma pesquisa realizada no Município de Sinop, no Estado do Mato Grosso, em que 92,4% dos pesquisados afirmaram que são consumidores de pescado e apenas 7,6% não consumiam (LEANDRO et al., 2018).

No que tange ao consumo de peixe, os dados demonstram que a frequência de ingestão dos entrevistados era: Raramente (20,00%); 1 vez a cada cinco dias (15,00%); 1 vez por semana (20,00%); Mais de 1 vez por semana (23,00%) e; 1 vez por mês (22,00%). Figueiro, Sousa e Castro (2014), ao pesquisar o perfil do consumidor frequentador do Mercado de Bragança, no Salgado Paraense, identificaram que 50% dos entrevistados costumam consumir peixe de 1 a 2 vezes na semana, 40% de 3 a 4 vezes na semana e 2% disseram consumir todos os dias. Por outro lado, na cidade de Sinop, localizada no estado do Mato Grosso, Leandro et al. (2018), 81,33% dos consumidores desse município consomem de 1 a 2 kg de peixe por mês e apenas 18,67% dos entrevistados afirmou consumir de 3 a 4 kg.

Os dados, embora sistematizados por variáveis diferentes (semana e mês), apontam uma diferenciação na frequência de consumo entre as regiões, como já destacavam Lopes, Oliveira e Ramos (2016). Para além da variável população, é importante destacar que uma cidade localizada na Região Norte (Bragança), além de disponibilidade expressiva de peixes devido às condições naturais, dispõe de tradição cultural no consumo de pescados (FIGUEIRO; SOUSA; CASTRO, 2014). Diferentemente do que ocorre com a outra cidade localizada na Região Centro-Oeste (Sinop), a qual não apresenta produção destaque desse produto, logo, o consumo tende a ser menor (LEANDRO et al., 2018). Cumpre ressaltar que a FAO (2016) recomenda que os indivíduos devem consumir pescados pelo menos duas vezes na semana, uma vez que essa quantidade seria suficiente para o enriquecimento nutricional dos consumidores.

Fatores importantes durante a compra do pescado

Nos dias atuais, cada vez mais, os clientes buscam produtos de qualidade e de boa procedência, mas desde que apresentem um bom custo benefício. Apesar dos supermercados apresentarem uma maior estrutura e/ou dispuserem de maiores condições higiênico-sanitárias na comercialização de pescados, quando questionados, 72% dos participantes da pesquisa afirmaram que preferem comprar os seus peixes em feiras, como no Mercado de Ferro, e outros 28% disseram preferir comprar em supermercados. Em estudo parecido, Ribeiro et al. (2018) mostram em seus dados que 37,86% dos participantes da pesquisa assinalaram preferir comprar pescados em feiras e 36,12% em supermercados. Estes dados podem ser explicados em face de que, mesmo que os supermercados disponham de melhores condições estruturais e higiênicas para a comercialização e, com efeito, repassem para o consumidor a ideia de que estão oferecendo um produto com maior qualidade, sempre o valor gasto em toda a cadeia produtiva volta para o consumidor na forma do preço final do produto, ou seja, encarece o preço desses pescados. Por outro lado, esse processo se difere com os peixes comercializados em feiras e/ou mercados populares, onde são vendidos in natura a um preço normalmente mais acessível para a realidade da grande massa. Tais aspectos, portanto, podem certamente contribuir com a preferência de compra em feiras e/ou mercados populares (FIGUEIRO; SOUSA; CASTRO, 2014).

Em seguida, questionou-se os compradores do Mercado de Ferro do Ver-o-Peso qual a forma do peixe que eles costumam comprar, 30% dos pesquisados afirmaram que preferem comprar os peixes já em forma de filé; 27% assinalaram comprar peixes em postas e; 25% que compravam os peixes inteiros. Essas preferências podem estar bastante associadas às preparações culinárias presentes no Estado do Pará, as quais necessitam de certos tipos de pescados, como: o filé, que é utilizado no peixe frito; os peixes comprados em postas podem ser utilizados em cozidos e; os peixes inteiros são comumente grelhados. Desse modo, os pescados podem ser comprados de diferentes formas, porém, a forma sempre está atrelada à tradição culinária do paraense, afinal, é um dos alimentos mais consumidos por esse povo (MARTINS, 2014).

Em relação à motivação de compra, a questão era qual o motivo mais relevante na hora da compra de peixe no Mercado de Ferro, como resultado obteve-se que: 34% dos pesquisados optaram pela melhor higiene do peixe e/ou dos locais de venda. Porém, esses

dados mostram uma diferenciação entre mulheres e homens. As mulheres são as que mais se preocupam com a melhor qualidade dos pescados, demonstrando que o motivo mais relevante na hora da compra seria a “Higiene” (23%). Os homens, por outro lado, afirmaram optar pelo “Menor preço” (12%). Santos et al. (2015), em pesquisa que se assemelha com este estudo, assinalam que um dos empecilhos para o aumento do consumo de pescados pela população de Coruripe (AL) seria o alto preço de venda do peixe, mesmo essa cidade dispondo tradicionalmente de inúmeros pescadores, o que, em tese, deveria baratear os valores dos produtos comercializados.

No que concerne à importância do sabor na decisão de compra, 78% dos participantes da pesquisa, sendo 46% mulheres e 32% homens, afirmaram que o sabor do pescado tem “Muita importância”. Logo, fica implícito que a espécie de peixe é um dos fatores de maior relevância no momento da compra. Conforme Câmara Cascudo (1983), na lista de ingredientes representativos da culinária paraense, as espécies mais apreciadas entre os consumidores são: mapará; pirarucu; tucunaré; tambaqui (peixes de água doce); piramutaba e; pescada amarela (peixes de água salgada). Em estudos semelhantes, Ribeiro et al. (2018), em relação aos fatores que contribuem para o consumo de peixes, identificaram que 40,19% consomem peixes por conta do sabor e/ou hábito; 34,95% por ser um alimento saudável e; 20,97% para variar o cardápio.

Acerca da presença de espinhos, 64% dos participantes da pesquisa assinalaram que a ausência ou existência de espinhos tem “Muita importância” na decisão de compra, posto que as espécies com muitos espinhos, conhecidos popularmente como “espinhas”, tradicionalmente demandam mais trabalho nos momentos de preparo e de consumo. No mais, conforme as mulheres, peixes com muitos espinhos dificultam a alimentação, sendo frequentes acidentes com espinhos, sobretudo, entre crianças. À vista disso, é comum a preferência por produtos industrializados, pois dificilmente possuem espinhos e são mais fáceis e rápidos de preparar e de consumir (MELO et al., 2015). No entanto, no contexto específico do Pará, existem pescados presentes na dieta alimentar que, embora possuam muitos espinhos, não deixam de ser apreciados, pois fazem parte de um hábito cultural amazônico (CASCUDO, 1983; MARTINS, 2014).

Quando questionados se a aparência dos pescados contribui para a decisão de compra, 60% dos participantes assinalaram que possui “Muita Importância”. Cabe ressaltar que os consumidores devem ter bastante atenção quanto à aparência do pescado, afinal, o primeiro

contato sensorial (visão) é decisivo para a escolha dos melhores pescados. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2008), alguns fatores podem ser levados em consideração na hora de escolher um bom pescado, a saber: ausência de manchas, furos e/ou cortes; as escamas devem estar translúcidas e brilhantes; os olhos devem estar brilhantes e sem presença de pontos brancos e; coloração da carne deve estar rosa e/ou avermelhada, o que caracteriza que este peixe está fresco e bom para ser consumido.

No tocante à proximidade do ponto de venda de peixe, 24% disseram ter “Muita importância” e 38% “Muitíssima importância” no processo de decisão de compra. No estudo de Mangas et al. (2016), sobre o perfil dos consumidores de peixe no município de Belém, Estado do Pará, Brasil, a proximidade do local de venda foi apontada por 25,13% dos participantes da pesquisa como um dos fatores mais relevantes. Tais dados revelam que o crescimento da comercialização de pescados em supermercados é uma forte concorrência para as feiras, tendo em vistas que as suas diversas unidades normalmente estão espalhadas pela cidade.

Outrossim apresentem maior preço, os supermercados oferecem maior comodidade e higiene ao consumidor, estando por vezes a poucos metros da residência dos clientes. As feiras, por sua vez, encontram-se em pontos fixos, normalmente em centros comerciais, como é o caso do Mercado de Ferro do Ver-o-Peso, logo, mais distantes de muitas áreas de habitação. No entanto, as feiras e os mercados populares ainda são muito procurados, pois possuem os peixes mais frescos e novos, sem resfriamento ou utilização de qualquer tipo de conservante.

Ao se realizar o cruzamento de dados, a fim de buscar possíveis diferenças e semelhanças de comportamento entre homens e mulheres durante a compra de peixe no Mercado de Peixe do Ver-o-Peso, foi possível constatar semelhanças quanto: 1) local de compra; 4) Importância do preço; 5) Importância do sabor; 6) Importância da presença de espinhos; 7) Importância da aparência; 8) Importância da perecibilidade; 9) Proximidade do ponto de venda. Entretanto, acerca das diferenças de comportamento, pôde-se identificar que: 2) quanto à forma de compra, as mulheres preferem o “Filé” e os homens as “Postas”; 3) acerca da motivação de compra, as mulheres primam pela “Higiene” e os homens o “Menor preço”, consoante revelam os dados dispostos no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1 – Fatores que influenciam o comportamento do consumidor com base no sexo

Comportamento do consumidor com base no

sexo		
Mulheres	Fatores de compra	Homens
Feira	1) Local de compra	Feira
Filé	2) Forma de compra	Postas
Higiene	3) Motivo de compra	Menor preço
Muita importância	4) Importância do preço	Muita importância
Muita importância	5) Importância do sabor	Muita importância
Muita importância	6) Importância da presença de espinhos	Muita importância
Muita importância	7) Importância da aparência	Muita importância
Muita importância	8) Importância da perecibilidade	Muita importância
Muitíssima	9) Proximidade do ponto de venda	Muita e Muitíssima

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da pesquisa de campo (2019).

De posse de tais resultados, compreende-se que não há muitas diferenças entre o perfil e comportamento do consumidor entre homens e mulheres compradores de peixe no Mercado de Ferro do Complexo do Ver-o-Peso. Entre os resultados é interessante destacar que as mulheres – à vista de histórica e culturalmente ser atribuído a elas o cuidado com a casa e os filhos (OLIVEIRA; VELA, 2008) – possuem maior preocupação com a higiene no momento da compra, enquanto que os homens, normalmente os responsáveis por trabalhar e trazer dinheiro para casa, consideram o preço como o fator mais relevante na compra do peixe. Esse cenário é certamente reflexo da divisão sexual do trabalho inerente à vida societal.

CONCLUSÕES

Na busca por identificar o perfil socioeconômico dos consumidores de peixe do Mercado de Peixe do Ver-o-Peso, em Belém (PA), conclui-se que são homens e mulheres com idades que variam de 41 a 50 anos, a maioria possui ensino médio completo, ensino superior incompleto ou superior completo e renda média mensal de 1 a 2 salários mínimos. Há um consumo regular de peixes, normalmente entre 1 ou mais vezes por semana. Estes e outros aspectos do perfil socioeconômico podem ser fatores limitantes e/ou facilitadores do consumo de peixe, tendo em vista que: as mulheres são quem normalmente fazem a compra do pescado; a idade pode influenciar, pois os mais velhos são normalmente quem conhecem as espécies de peixe; o nível de instrução é outra fator, uma vez que ele pode determinar em qual local comprar ao se levar em consideração conhecimentos técnicos da formação superior,

por exemplo; e a renda média mensal, assim como a frequência de consumo são outros dois fatores que podem limitar ou incentivar a compra de pescados.

Ademais, ainda acerca dos fatores importantes na decisão de compra de peixe entre os consumidores, a maioria prefere comprar nas feiras e o peixe na forma de filé ou postas. Quanto à motivação de compra, a maioria dos consumidores leva em consideração a higiene e o menor preço do produto. Assim, o preço, o sabor, os espinhos, a aparência, a perecibilidade e a proximidade do local de comercialização são os fatores que podem influenciar (limitar ou incentivar) a compra e o consumo de peixe entre os consumidores do Mercado de Ferro. Nesse contexto, cabe pontuar que, entre homens e mulheres, o perfil do consumidor de peixe não há grandes disparidades, uma vez que se identificou diferenças apenas quanto ao forma e à motivação de compra: as mulheres têm preferência pelo filé e se preocupam com a higiene e os homens preferem postas e levam em consideração o menor preço do produto.

Destarte, conclui-se que os fatores que influenciam o comportamento do consumidor, não estão relacionados somente a fatores intrínsecos ao peixe, mas também a fatores que correspondem ao perfil socioeconômico do consumidor. Por esse motivo, conhecer as características socioeconômicas, as suas necessidades e os seus desejos de compra, assim como as disposições normativas sobre a manipulação de alimentos é primordial para comercializar um produto de qualidade, para potencializar sua cadeia produtiva e incentivar um consumo atento às especificidades nutricionais e higiênicas que os pescados possuem.

Nessa direção, buscando a partir deste estudo trazer proposições, entende-se que é relevante realizar pesquisas com enfoque no perfil do consumidor, a partir de instrumentos de coleta de dados que contemplem variáveis socioeconômicas dos indivíduos, assim como sociais, culturais, ambientais, políticas e econômicas das cidades. Em outras palavras, como visto anteriormente, sexo, idade, estado civil, escolaridade etc., assim como os aspectos biológicos dos pescados, o ambiente e a cultura local podem ser marcadores importantes nas tendências de consumo. Assim, tais pesquisas permitirão construir um diagnóstico do consumo de pescados e, por conseguinte, planejar e gerir ações capazes de contribuir com a qualidade e a dinamização dos processos de produção e de comercialização – uma vez que as adequações às exigências, às necessidades e às preferências do consumidor possibilitam maior procura pelo produto.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Escolha bem o seu pescado.**

Brasília, DF: ANVISA, 2008.

BARBOSA, J. A. *et al.* Características comportamentais do consumidor de peixe no mercado de Belém. **Tropical Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Belém, v. 7, n. 1, p. 115-133, 2007.

EVANGELISTA-BARRETO, N. S. E. *et al.* Condições higiênicas sanitárias e grau de frescor do pescado comercializado no mercado de peixe em Cachoeira, Bahia. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 11, n. 1, p. 60-74, 2017.

BRABO, M. C. *et al.* Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, Sergipe, v. 4, n. 2, p. 50-58, 2016.

CASCUDO, L. C. **História da Alimentação no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Editora da USP, 1983.

COSTA, T. V. D. *et al.* Aspectos do consumo e comércio de pescado em Parintins. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 63-75, 2013.

CRUZ, C. F.; MESQUITA, F. J. D.; SARQUIS, G. B. (org.). **Mercado de Ferro: restauração e conservação 2010/2015**. Belém: IPHAN, 2015.

FAOSTAT. **Evolução do consumo de pescado per capita no Brasil**. 2016. Disponível em <http://faostat.fao.org/beta/en/#data/CL/visualize>. Acesso em: 30 set. 2019.

FIGUEIRO, R. C. M.; SOUSA, J. M.; CASTRO, E. M. Fatores que influenciam na decisão de compra de pescado mercado de peixe de Bragança, PA. **Revista Brasileira Engenharia de Pesca**, São Luís, v. 7, p. 60-72, 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture**. Roma: FAO, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamento Familiar (POF), 2008-2009**. Brasília, DF: IBGE, 2013.

JESUS, D. V.; SOUZA, R. T. Y. B.; OLIVEIRA, S. R. Consumo de pescado pela população de São Gabriel da Cachoeira-AM. **Revista de Educação Ciência e Tecnologia do IFAM**, Manaus, v. 8, n. 1, p. 15-27, 2014.

LEANDRO, S. V. *et al.* Perfil de consumo e do consumidor de peixe do município de Sinop, Mato Grosso. **Revista Agroecossistemas**, Belém, v. 10, n. 1, p. 73-98, 2018.

LEITÃO, W. M. Ver-o-Peso: um mercado de coisas boas e belas. *In*: COLÓQUIO INTERNACIONAL SOBRE O COMÉRCIO E CIDADE: UMA RELAÇÃO DE ORIGEM. 2013, 4. **Anais [...]** Uberlândia: CINCCI, 2013.

LIMA, M. D. **Ver-o-Peso, patrimônio e práticas sociais: uma abordagem etnográfica da**

feira mais famosa de Belém do Pará. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará, 2008.

LOPES, I. G.; OLIVEIRA, R. G. D.; RAMOS, F. M. Perfil do consumo de peixes pela população brasileira. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 2, p. 62-65, 2016.

MANGAS, F. P. *et al.* Caracterização do perfil dos consumidores de peixe no município de Belém, estado do Pará, Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 9, n. 4, p. 839-857, 2016.

MARTINS, F. J. **Gastronomia do Pará**: o sabor do Brasil. Belém: Abresi, 2014.

MELO, C. C. V. *et al.* Caracterização dos consumidores de peixe do município de Lavras, Minas Gerais. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 72, n. 3, p. 178-184, 2015.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 1997.

OLIVEIRA, N. R. F.; VELA, H. A. G. Escolhas alimentares, decisões culturais: a mulher define o que vai pra mesa. *In*: FAZENDO GÊNERO - CORPO, VIOLÊNCIA E PODER. 2008, 8. **Anais [...]** Florianópolis: UFSC, 2008.

OLIVEIRA, T. M. V. D. Amostragem não Probabilística: Adequação de Situações para uso e Limitações de amostras por Conveniência, Julgamento e Quotas. **Administração On Line**. Prática – Pesquisa – Ensino, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 1-15, 2001.

PIMENTA, L. G. R. **Consumo da carne de peixe**: a busca pela saúde versus a busca pelo prazer. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração), Fundação Pedro Leopoldo, 2018.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RIBEIRO, R. C. *et al.* Avaliação do consumo de peixes no município de Palmas-TO. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 75, p. 1-11, 2018.

ROCHA, C. M. C. *et al.* Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 8, p. 4-5, 2013.

SANTOS, E. L. *et al.* Perfil do consumo de pescados na cidade de Coruripe, Alagoas. **Acta Veterinária Brasilica**, Mossoró, v. 9, n. 2, p. 153-159, 2015.

SCHNEIDER, E. M.; FUJII, R. A. X.; CORAZZA, M. J. Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. **Revista Pesquisa Qualitativa**, São Paulo, v. 5, n. 9, p. 569-584, 2017.

SILVA JÚNIOR, E. A. **Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação**. 6. ed. atual. São Paulo: Varela, 2014.

VEIGA, D. F. L. **Os Mercados de Belém**: um estudo sobre a preservação da arquitetura do ferro. 2007. Dissertação (Mestrado em História e Fundamentos da Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e do Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2007.

CAPÍTULO 05: USO DE ANTIOXIDANTES NATURAIS EM CARNES E DERIVADOS: UMA REVISÃO

CAPÍTULO 05: USO DE ANTIOXIDANTES NATUREALES EN CARNE Y DERIVADOS: UNA REVISIÓN

CHAPTER 05: USE OF NATURAL ANTIOXIDANTS IN MEAT AND DERIVATIVES: A REVIEW

Edilayane da Nóbrega Santos¹; João Vitor Fonseca Feitoza²; Valquíria Cardoso da Silva Ferreira³; Fábio Anderson Pereira da Silva⁴

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.75-88>

RESUMO

As reações de oxidação lipídica e proteica em carnes e derivados provocam impacto negativo na qualidade do produto, afetando as características nutricionais, sensoriais e tecnológicas, bem como causando efeitos adversos à saúde do consumidor. A indústria alimentícia, na busca de minimizar ou prevenir este problema, faz uso de antioxidantes sintéticos, os quais são efetivos, porém têm sido associados ao aparecimento de doenças carcinogênicas, o que provoca rejeição destes produtos por parte da população atual que buscam por alimentos mais saudáveis. Nesta perspectiva, estudos têm identificado compostos com ação antioxidante em vegetais que apresentam boa efetividade. Neste sentido, diversas pesquisas têm sido desenvolvidas no intuito de avaliar a viabilidade da obtenção de antioxidantes naturais e sua incorporação em carnes e produtos cárneos. Neste trabalho, objetivou-se realizar uma busca exploratória sobre o uso de antioxidantes naturais em carnes e derivados e sua forma de aplicação. As buscas ocorreram no período de fevereiro de 2019 a março de 2020, utilizando bases de dados como Google acadêmico, Science Direct e Scopus para realização da pesquisa, priorizando artigos mais atuais. Constatou-se que há uma busca crescente em relação a aplicação de antioxidantes naturais em carnes e derivados, visando substituir os sintéticos e que estes podem ser aplicados de diversas formas, seja através da alimentação animal, aplicação direta na massa cárnea ou através de sua incorporação em embalagens de alimentos. Desta forma, os dados indicam que a aplicação de antioxidantes naturais em carnes e seus produtos podem ser efetivas contra reações oxidativas, independente de sua forma de aplicação, configurando-se como uma estratégia promissora na preservação destes produtos.

Palavras-Chave: extrato vegetal, oxidação lipídica, oxidação proteica, produtos cárneos.

RESUMEN

Las reacciones de oxidación de lípidos y proteínas en la carne y los productos cárnicos tienen un impacto negativo en la calidad del producto, afectando las características nutricionales, sensoriales y tecnológicas, además de provocar efectos adversos en la salud del consumidor. En la industria alimentaria, para minimizar o prevenir este problema, existe el uso de antioxidantes sintéticos, los cuales son efectivos, sin embargo se asocian a la aparición de enfermedades cancerosas, lo que provoca el rechazo de estos productos por parte de la población. actual buscando mala comida. saludable. En esta perspectiva, los estudios han identificado compuestos con acción antioxidante en vegetales que tienen buena efectividad. En este sentido, se han desarrollado diversas investigaciones con el fin de evaluar la viabilidad de la obtención de antioxidantes naturales y su incorporación en carnes y productos cárnicos. En este trabajo, el objetivo fue realizar una búsqueda exploratoria sobre

¹ Mestre em Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal da Paraíba, layane.nobrega@hotmail.com

² Mestre em Tecnologia Agroalimentar, Instituto Federal do Rio Grande do Norte, joaovitorlg95@hotmail.com

³ Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal da Paraíba, valquiriacsf@gmail.com

⁴ Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, fabio@ct.ufpb.br

el uso de antioxidantes naturales en carnes y productos cárnicos y su aplicación. Las búsquedas se realizaron de febrero de 2019 a marzo de 2020, utilizando bases de datos como Google académico, Science Direct y Scopus para realizar la investigación, priorizando artículos más actuales. Se encontró que existe una búsqueda creciente en relación a la aplicación de antioxidantes naturales en carnes y productos cárnicos, con el objetivo de reemplazar a los sintéticos y que estos pueden ser aplicados de diferentes formas, ya sea a través de la alimentación animal, aplicación directa en la masa cárnica o mediante su incorporación en envases de alimentos. Así, los datos indican que la aplicación de antioxidantes naturales en carnes y sus productos puede ser eficaz frente a reacciones oxidativas, independientemente de su forma de aplicación, configurándose como una estrategia prometedora en la conservación de estos productos.

Palabras Clave: extracto vegetal, oxidación de lípidos, oxidación de proteínas, productos cárnicos.

ABSTRACT

Reactions of lipid and protein oxidation in meat and meat products have a negative impact on product quality, affecting nutritional, sensory and technological characteristics, as well as causing adverse effects on consumer health. The food industry, in the search to minimize or prevent this problem, makes use of synthetic antioxidants, which are effective, however they have been associated with the appearance of carcinogenic diseases, which causes rejection of these products by the current population looking for more food healthy. In this perspective, studies have identified compounds with antioxidant action in vegetables that have good effectiveness. In this sense, several researches have been developed in order to evaluate the feasibility of obtaining natural antioxidants and their incorporation in meat and meat products. In this work, the objective was to conduct an exploratory search on the use of natural antioxidants in meat and meat products and their application. The searches took place from February 2019 to March 2020, using databases such as Google academic, Science Direct and Scopus to conduct the research, prioritizing more current articles. It was found that there is a growing search in relation to the application of natural antioxidants in meat and meat products, aiming to replace the synthetic ones and that these can be applied in different ways, either through animal feed, direct application in the meat mass or through its incorporation in food packaging. Thus, the data indicate that the application of natural antioxidants in meats and their products can be effective against oxidative reactions, regardless of their form of application, configuring itself as a promising strategy in the preservation of these products.

Keywords: plant extract, lipid oxidation, protein oxidation, meat products.

INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia tem buscado alternativas para solucionar questões que coloquem em risco a qualidade e segurança dos alimentos. Os principais problemas de qualidade dos alimentos podem surgir durante o processamento ou armazenamento dos produtos, resultando em alterações nas características sensoriais, redução de valor nutricional e decomposição por microrganismos (LORENZO et al., 2014).

A carne e os produtos derivados são susceptíveis a deterioração por oxidação lipídica devido à presença dos ácidos graxos insaturados em sua constituição (DOMÍNGUEZ et al., 2018). A degradação por oxidação em carnes tem como resultado mudanças indesejáveis de cor e sabor, perda de água e nutrientes, além da produção de compostos tóxicos (CONTINI et al., 2014).

O uso de aditivos sintéticos como o hidroxilanisol butilado (BHA) e o hidroxitolueno butilado (BHT) é frequente no setor alimentício, porém, esses produtos têm sido relacionados ao aparecimento de doenças carcinogênicas (KAMEMURA, 2018; YANG et al., 2018). Com o intuito de oferecer fontes alternativas de conservantes para a indústria da carne, pesquisas têm destacado a viabilidade da aplicação de fontes vegetais na conservação de carnes e seus derivados, visando substituir os aditivos sintéticos (SHAH et al., 2014; EL-NASHI et al., 2015; LORENZO et al., 2018).

Diversos vegetais detêm de compostos bioativos, tais como os fenóis, flavonóides e terpenóides, os quais são produzidos a partir do metabolismo secundário das plantas e apresentam atividade antioxidante devido a capacidade de eliminar os radicais livres, seja por meio da doação de elétrons ou remoção de espécies reativas, tornando-se alvo de interesse para o setor alimentício (KALEM et al., 2017; VENKATESAN et al., 2017).

Estes compostos podem ser encontrados no vegetal na íntegra, em suas partes ou mesmo nos seus resíduos, podendo ser extraídos e aplicados de formas distintas nos alimentos. Nesse contexto, objetivou-se realizar uma análise exploratória sobre a aplicação de antioxidantes naturais em carnes e derivados como estratégia contra reações oxidativas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Oxidação lipídica e proteica em carnes e derivados

A oxidação lipídica consiste em uma série de reações em cadeia de radicais caracterizada por três fases concomitantemente: iniciação, propagação e terminação (Guyon et al., 2016), conforme está representado na figura 1.

Figura 1. Esquema do processo de oxidação lipídica.

- RH: carbono alfa-metileno; -R•: radical livre; -H•: hidrogênio removido; -ROO•: radical peroxila; -ROOH: hidroperóxido.

Fonte: Oliveira, 2014.

Na etapa de iniciação é formado um radical livre ($R_1\cdot$) por ação do oxigênio sobre os lipídeos insaturados. Este radical pode reagir com oxigênio, na etapa de propagação, formando radicais peróxidos livres ($R_1OO\cdot$), como dienos conjugados e hidroperóxidos (ROOH), que são produtos primários da oxidação. Estes compostos se decompõem, produzindo compostos aromáticos voláteis (compostos carbonílicos, cetonas, álcoois e aldeídos) que são considerados produtos secundários da oxidação lipídica, os quais conferem sabor e odor de ranço, alteração da cor e formação de compostos tóxicos na fase de terminação (SAMPAIO et al., 2012).

A oxidação lipídica em carnes é afetada principalmente pela presença de oxigênio, que reage com ácidos graxos insaturados formando peróxidos (MIN; AHN, 2012). Os radicais livres altamente instáveis são derivados do oxigênio, nitrogênio e enxofre, produzindo espécies reativas de oxigênio (ROS), espécies reativas de nitrogênio (RNS) e espécies reativas de enxofre (RSS) (RIBEIRO et al., 2018).

A taxa de oxidação é proporcional à quantidade de insaturações presentes na fonte lipídica, afetando diretamente a cor e estabilidade dos produtos (HALLENSTVEDT et al., 2012). A velocidade das reações de oxidação bem como os produtos formados dependem também de fatores como tipo de músculo, espécie animal, enzimas, pH, níveis de antioxidantes internos e externos da carne, bem como do processamento (LORENZO; PATEIRO, 2013; PATEIRO et al., 2014).

As reações de oxidação proteica, ao contrário da lipídica, só vieram a ser investigadas nas últimas décadas (ESTÉVEZ, 2015). No entanto, as reações de oxidação lipídica e proteica estão diretamente relacionadas entre si, pois são iniciadas por ROS e vários produtos da oxidação lipídica são ROS para a oxidação proteica (WANG et al., 2019). Assim, a determinação da oxidação de proteínas na avaliação da qualidade da carne e derivados tornou-se critério significativo, uma vez que as proteínas musculares influenciam diretamente nas características nutricionais, físico-químicas e sensoriais da carne (FALOWO et al., 2014).

A oxidação das proteínas pode ocorrer através de três formas: modificação de um aminoácido específico, clivagem do peptídeo mediado por radicais livres e pela formação da proteína de ligação transversal originada pela peroxidação lipídica. Além disso, a presença de aminoácidos como metionina, cisteína, arginina e histidina possivelmente tornam as proteínas mais sensíveis à oxidação (RIBEIRO et al., 2018).

O estado químico das proteínas pode ser influenciado com o processamento da carne (armazenamento, cocção, cura), devido às reações de oxidação, afetando de forma negativa o seu poder nutricional pela destruição de aminoácidos essenciais, redução da digestibilidade e biodisponibilidade e possíveis distúrbios à saúde do consumidor (Figura 2) (SOLADOYE et al., 2015; LA POMÉLIE et al., 2018).

Figura 2. Esquema da influência do processamento da carne sobre a oxidação de proteínas e possíveis implicações na saúde humana.

Fonte: Adaptado de Soladoye et al. (2015).

As carbonilas (aldeídos e cetonas) são formados durante reações oxidativas irreversíveis e não enzimática de proteínas, as quais também podem ser induzidas por outros mecanismos, sendo que a principal via de formação de carbonilas é a de oxidação direta de cadeias laterais de aminoácidos suscetíveis (lisina, treonina, arginina e prolina) (ESTÉVEZ, 2011).

Fatores como a concentração de pigmentos heme, lipídios oxidáveis e enzimas também estão diretamente relacionados com a oxidação proteica (XIONG, 2000). Desta forma, pesquisas têm sido realizadas para avaliar os impactos provocados pela oxidação proteica em carne e derivados e a sua relação com a oxidação lipídica (LI et al., 2019; MALHEIROS et al., 2019; ZHAO et al., 2019).

Antioxidantes naturais

Pesquisas apontam que várias plantas têm sido detectadas como sendo detentoras de significativas quantidades de compostos bioativos, tais como os fenóis, flavonóides e terpenóides (ANDRÉS et al., 2017; REZENDE et al., 2017). Esses compostos apresentam atividade antioxidante e atuam eliminando a ação dos radicais livres, tornando-se alvo de interesse para utilização como conservantes naturais nos alimentos em substituição aos aditivos sintéticos (KALEM et al., 2017; VENKATESAN et al., 2017).

Os antioxidantes são classificados conforme seu mecanismo de ação para compostos primários ou secundários. Os antioxidantes primários atuam por meio da quebra de cadeia, doando um elétron ao radical livre, enquanto que os antioxidantes secundários atuam através da remoção de espécies iniciadores da oxidação (ROS/nitrogênio) por extinção do catalisador iniciador de cadeia (LOBO et al., 2010).

Os antioxidantes agem neutralizando ou inibindo a ação de moléculas instáveis (moléculas com um elétron não emparelhado e altamente reativas) responsáveis por provocar danos ao DNA, promover o envelhecimento, doenças degenerativas e podem ocasionar câncer. Estes compostos atuam como doadores de hidrogênio ou de elétrons, decompositores de peróxido, inibidores de oxigênio singlete e de enzimas, sinergistas e como quelantes de metais (LOBO et al., 2010).

A ação de compostos antioxidantes de extratos vegetais tem papel importante na redução da oxidação lipídica e proteica em tecidos vegetais e animais. Os compostos que contém anel aromático ou fenólico atuam como antioxidantes eficazes, através da doação de hidrogênio para estabilização de um radical livre (BANERJEE et al., 2017).

METODOLOGIA

A revisão bibliográfica foi desenvolvida utilizando bases de dados nacionais e internacionais, como Google acadêmico, Science Direct e Scopus, priorizando artigos mais atuais. A pesquisa foi realizada entre o período de fevereiro de 2019 a março de 2020.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, a oxidação de lipídeos e proteínas provoca impactos negativos nas características sensoriais, nutricionais, tecnológicas e na saúde do consumidor, como esquematizado na figura 3.

Figura 3. Esquematização das consequências da oxidação lipídica e protéica sobre as características sensoriais, nutricionais e tecnológicas do produto e sobre a saúde do consumidor.

Fonte: Própria (2020).

A oxidação de lipídeos e proteínas tem como consequência a formação de compostos tóxicos, como malonaldeído e compostos carbonílicos, respectivamente, os quais podem ocasionar problemas de saúde ao consumidor, como doenças neurodegenerativas e carcinogênicas (SOLADOYE et al., 2015; ESTÉVEZ; LUNA, 2017).

A oxidação dos lipídeos em carne e derivados afeta sensorialmente o sabor, aroma e a cor do produto, devido a rancidez e oxidação da mioglobina, tornando-se inadequado para elaboração de novos produtos e consumo humano. Além disso, promove a perda de ácidos graxos essenciais (CONTINI et al., 2014; FALOWO et al., 2014).

A oxidação das proteínas afeta as características sensoriais de textura e cor, principalmente devido à perda da funcionalidade das proteínas e formação de linhas cruzadas. Promove a perda de aminoácidos essenciais, causando alterações na digestibilidade e ocasiona

impacto nas propriedades tecnológicas das proteínas, como perda da capacidade de retenção de água, de formar gel, capacidade espumante, emulsificante, dentre outras (FALOWO et al., 2014; SOLADOYE et al., 2015).

Na tabela 1 são mostrados alguns exemplos de estudos com diferentes formas de aplicação de extratos naturais em carne e derivados.

Tabela 1. Exemplos de aplicação de extratos naturais em carne e derivados.

Origem do Extrato	Forma de aplicação	Produto	Condições do teste	Referência
Extrato de <i>Terminalia arjuna</i>	Aplicação direta na carne	Carne suína	Refrigeração	Chauhan et al. (2019)
Extrato de alcaçuz (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.)	Dieta do animal / diretamente na massa	Hambúrguer de coelho	Refrigeração	Dal Bosco et al. (2019)
Extrato de <i>Terminalia arjuna</i>	Embalagem ativa comestível de alginato de cálcio	Salsicha Chevron	Refrigeração	Kalem et al. (2018)
Extrato de <i>L. inermis</i>	Embalagem ativa de gelatina	Carne bovina	Refrigeração	Jridi et al. (2018)
Extrato de bellota (<i>Quercus ilex</i> L.)	Aplicação direta na carne	Carne de frango	Refrigeração	Özünlü et al. (2018)
Extrato do co-produto de própolis	Aplicação direta na massa	Hambúrguer de carne bovina	Congelamento	Reis et al. (2017)
Extrato de bellota (<i>Quercus ilex</i> L.)	Aplicação direta na massa	Hambúrguer de frango	Refrigeração	Ferreira et al. (2017)
Extrato casca de romã	Aplicação direta na massa	Almôndegas de carne bovina	Congelamento	Turgut et al. (2017)
Extrato de semente de uva	Incorporação na dieta do animal	Carne bovina	Refrigeração	Guerra-Rivas et al. (2016)
Extrato do resíduo de cervejaria	Embalagem ativa de polietileno de alta densidade	Carne bovina	Refrigeração	Barbosa-Pereira et al. (2014)

Fonte: Própria (2020).

Verificou-se que há diversas formas de aplicação de extratos naturais em carne e derivados, seja por adição na ração animal, adição direta na massa cárnea ou através da incorporação em embalagens de alimentos. Desta forma, é possível encontrar diversas pesquisas voltadas para uso de antioxidantes naturais em carnes e derivados. A partir da análise destes trabalhos, constatou-se que os autores relataram efetividade destes

antioxidantes quando aplicado das diversas formas.

Chauhan et al (2019), constataram que o extrato da folha de *Terminalia arjuna* na concentração de 1% melhoraram a estabilidade oxidativa, cor e prolongaram a vida útil de carne suína moída refrigerada em 6 dias.

Dal Bosco et al (2019), obtiveram resultados satisfatórios ao incorporar extrato de Alcaçuz na dieta de coelhos e em hambúrguer de carne de coelho e verificaram uma melhora da atividade antioxidante que protege a carne de coelho contra a oxidação lipídica.

Jridi et al. (2018), verificaram uma redução da formação de TBA-RS em amostras de carne bovina tratadas com filme de gelatina incorporado com extrato de hena (*L. inermis*) em relação a amostra controle sob armazenamento refrigerado.

Kalem et al. (2018), avaliando a aplicação de filme comestível bioativo incorporado com extrato de *Terminalia arjuna*, e seus efeitos na estabilidade oxidativa lipídica, qualidade microbiana e propriedades sensoriais durante o armazenamento refrigerado de salsichas tipo chevon, verificaram que a sua aplicação tem o potencial de estender o prazo de validade de produtos cárneos ricos em gordura e suscetíveis à oxidação, como salsichas salgadas cozidas, concluindo que o extrato de *T. arjuna* poderia ser adicionado com sucesso.

Özünlü et al (2018), avaliando a ação antioxidante de extrato de bolota, verificaram efeito positivo contra reações de oxidação lipídica e proteica, bem como melhora nas características sensoriais de carne de frango crua.

Ferreira et al (2017), também estudando o extrato de bolota, comprovaram que o extrato controlou a deterioração da cor e da textura de hambúrguer de frango durante o armazenamento refrigerado, bem como foi mais efetivo contra reações de oxidação lipídica e proteica quando comparado com a amostra controle.

Turgut et al. (2017) estimaram o efeito antioxidante do extrato de casca de romã (PE) sobre a oxidação de lipídios e proteínas em almôndegas de carne bovina durante congelamento (-18 ± 1 °C) e verificaram que a adição de 0,5 e 1% de PE em almôndegas reduziu a oxidação de lipídios e proteínas e melhorou os escores sensoriais, indicando que o extrato foi eficaz no retardamento das oxidações lipídica e proteica.

Reis et al. (2017) avaliaram as características físico-químicas do extrato de co-produto de própolis microencapsulado e seu efeito na estabilidade de armazenamento de carne de hambúrguer durante o armazenamento a -15 °C e comprovaram sua eficácia contra a oxidação lipídica dos hambúrgueres.

Guerra-Rivas et al. (2016) comprovaram o efeito positivo do bagaço de uva na vida de prateleira da carne de cordeiro após sua incorporação na dieta do animal e verificaram que a utilização do bagaço de uva diminuiu a oxidação lipídica em cerca de 20%.

Barbosa-Pereira et al. (2014) avaliaram o efeito de filme contendo antioxidantes naturais sobre a estabilidade oxidativa da carne bovina durante a refrigeração e verificaram que houve redução na oxidação lipídica de até 70-80% em relação aos antioxidantes sintéticos (BHT e propil galato) usados como controle.

A partir da análise exploratória de estudos que reportem estratégias antioxidantes contra os impactos negativos provocados pelas reações de oxidação lipídica e proteica em carnes e derivados, fica evidente a demanda por antioxidantes naturais visando a substituição dos sintéticos, seja qual for a sua forma de aplicação. Como grande vantagem, os antioxidantes naturais quando são adicionados nos alimentos, além de conservá-los, não causam efeitos danosos à saúde do consumidor, ao contrário do que é relatado sobre os antioxidantes sintéticos (SOOBRATEE et al., 2005).

CONCLUSÕES

Diante do exposto, verifica-se que o uso de antioxidantes naturais na preservação de carne e derivados se mostra efetivo, sendo, portanto, uma estratégia viável no retardo ou inibição de reações de oxidação lipídica e proteica em produtos cárneos, independente de sua forma de aplicação.

REFERÊNCIAS

Andrés, A.I., Petró, M.J., Adámez, J.D., López, M., Timón, M.L. (2017). Food by-products as potential antioxidant and antimicrobial additives in chill stored raw lamb patties. **Meat Science**, v.129, p. 62-70.

Banerjee, R., Verma, A. K., Siddiqui, M. W. (Eds.). (2017). **Natural Antioxidants: Applications in Foods of Animal Origin**. CRC Press.

Barbosa-Pereira, L., Aurrekoetxea, G.P., Angulo, I., Paseiro-Losada, P., Cruz, J.M. (2014). Development of new active packaging films coated with natural phenolic compounds to improve the oxidative stability of beef. **Meat Science**, v.97, n.2, p. 249-254.

Campos, C.A., Gerschenson, L.N., Flores, S.K. (2011). Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. **Food and Bioprocess Technology**, v. 4, n. 6, p. 849-875.

- Chauhan, P., Pradhan, S. R., Das, A., Nanda, P. K., Bandyopadhyay, S., Das, A. K. (2019). Inhibition of lipid and protein oxidation in raw ground pork by Terminalia arjuna fruit extract during refrigerated storage. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.32, n.2, p.265.
- Contini, C., Álvarez, R., O'sullivan, M., Dowling, D.P., Gargan, S.O., Monahan, F.J. (2014). Effect of an active packaging with citrus extract on lipid oxidation and sensory quality of cooked turkey meat. **Meat Science**, v. 96, n. 3, p. 1171-1176.
- Dal Bosco, A., Mattioli, S., Matics, Z., Szendrő, Z., Gerencsér, Z., Mancinelli, A. C., Dalle Zotte, A. (2019). The antioxidant effectiveness of liquorice (Glycyrrhiza glabra L.) extract administered as dietary supplementation and/or as a burger additive in rabbit meat. **Meat Science**, v.158, p.107921.
- Dicastillo, C.L., Rodríguez, F., Guarda, A., Galotto, M.J. (2016). Antioxidant films based on cross-linked methyl cellulose and native Chilean berry for food packaging applications. **Carbohydrate Polymers**, v. 136, p. 1052-1060.
- Domínguez, R., Barba, F.J., Gómez, B., Putnik, P., Kovačević, D.B., Pateiro, M., Lorenzo, J.M. (2018). Active packaging films with natural antioxidants to be used in meat industry: A review. **Food Research International**, v.113, p. 93-101.
- El-Nashi, H.B., Fattah, A.F.A.K.A., Rahman, N.R.A., El-Razik, M.A. (2015). Quality characteristics of beef sausage containing pomegranate peels during refrigerated storage. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 60, n.2, p. 403-412.
- Estévez, M. (2011). Protein carbonyls in meat systems: A review. **Meat Science**, v.89, n.3, p.259-279.
- Estévez, M. (2015). Oxidative damage to poultry: from farm to fork. **Poultry Science**, v. 94, n.6, p. 1368-1378.
- Estévez, M., Luna, C. (2017). Dietary protein oxidation: A silent threat to human health?. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.57, n.17, p.3781-3793.
- Falowo, A.B., Fayemi, P.O., Muchenje, V. (2014). Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. **Food Research International**, v. 64, p.171-181.
- Ferreira, V. C., Morcuende, D., Hernández-López, S. H., Madruga, M. S., Silva, F. A., Estévez, M. (2017). Antioxidant Extracts from Acorns (Quercus ilex L.) Effectively Protect Ready-to-Eat (RTE) Chicken Patties Irrespective of Packaging Atmosphere. **Journal of Food Science**, v.82, n.3, p.622-631.
- Guerra-Rivas, C., Vieira, C., Rubio, B., Martínez, B., Gallardo, B., Mantecón, A. R., Manso, T. (2016). Effects of grape pomace in growing lamb diets compared with vitamin E and grape seed extract on meat shelf life. **Meat Science**, p.116, v.221-229.
- Guyon, C., Meynier, A., de Lamballerie, M. (2016). Protein and lipid oxidation in meat: A

review with emphasis on high-pressure treatments. **Trends in Food Science & Technology**, v.50, p.131-143.

Hallenstvedt, E., Kjos, N. P., Øverland, M., Thomassen, M. (2012). Changes in texture, colour and fatty acid composition of male and female pig shoulder fat due to different dietary fat sources. **Meat Science**, v. 90, n.3, p. 519-527.

Kalem, I.K., Bhat, Z.F., Kumar, S., Desai, A. (2017). Terminalia arjuna: A novel natural preservative for improved lipid oxidative stability and storage quality of muscle foods. **Food Science and Human Wellness**, v. 6, p. 167-175.

Kalem, I.K., Bhat, Z.F., Kumar, S., Noor, S., Desai, A. (2018). The effects of bioactive edible film containing Terminalia arjuna on the stability of some quality attributes of chevon sausages. **Meat Science**, v. 140, p. 38-43.

Kamemura, N. (2018). Butylated hydroxytoluene, a food additive, modulates membrane potential and increases the susceptibility of rat thymocytes to oxidative stress. **Computational Toxicology**, v.6, p. 32-38.

Kruijf, N.D., Beest, M.V., Rijk, R., Sipiläinen-Malm, T., Losada, P.P., Meulenaer, B.D. (2002). Active and intelligent packaging: applications and regulatory aspects. **Food Additives & Contaminants**, v.19, n.S1, p. 144-162.

La Pomélie, D., Santé-Lhoutellier, V., Sayd, T., Gatellier, P. (2018). Oxidation and nitrosation of meat proteins under gastro-intestinal conditions: Consequences in terms of nutritional and health values of meat. **Food Chemistry**, v.243, p.295-304.

Li, B., Xu, Y., Li, J., Niu, S., Wang, C., Zhang, N., Zhang, M., Yang K., Zhou S., Chen S., Ele L., Liu S., Yin S., Yang Y. (2019). Effect of oxidized lipids stored under different temperatures on muscle protein oxidation in Sichuan-style sausages during ripening. **Meat Science**, v.147, p.144-154.

Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. **Pharmacognosy Reviews**, v.4, n.8, p. 118.

López-De-Dicastillo, C., Catalá, R., Gavara, R., Hernández-Muñoz, P. (2011). Food applications of active packaging EVOH films containing cyclodextrins for the preferential scavenging of undesirable compounds. **Journal of Food Engineering**, v. 104, n.3, p. 380-386.

Lorenzo, J.M., Pateiro, M., Domínguez, R., Barba, F.J., Putnik, P., Kovačević, D. B., Shpigelman, A., Granato, D., Franco, D. (2018). Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. **Food Research International**, v.106, p.1095-1104.

Lorenzo, J.M., Pateiro, M., Fontán, M.C. G., Carballo, J. (2014). Effect of fat content on physical, microbial, lipid and protein changes during chill storage of foal liver pâté. **Food Chemistry**, v. 155, p. 57-63.

Malheiros, J. M., Braga, C. P., Grove, R. A., Ribeiro, F. A., Calkins, C. R., Adamec, J., Chardulo, L. A. L. (2019). Influence of oxidative damage to proteins on meat tenderness using a proteomics approach. **Meat Science**, v.148, p.64-71.

- Min, B., Ahn, D.U. (2012). Sensory properties of packaged fresh and processed poultry meat. In: *Advances in meat, poultry and seafood packaging*. **Woodhead Publishing**, p. 112-153.
- Mir, S.A., Dar, B.N., Wani, A. A., Shah, M.A. (2018). Effect of plant extracts on the techno-functional properties of biodegradable packaging films. **Trends in Food Science & Technology**, v.80, p.141-154.
- Özünlü, O., Ergezer, H., Gökçe, R. (2018). Improving physicochemical, antioxidative and sensory quality of raw chicken meat by using acorn extracts. **LWT-Food Science and Technology**, v.98, p.477-484.
- Pateiro, M., Lorenzo, J.M., Amado, I.R., Franco, D. (2014). Effect of addition of green tea, chestnut and grape extract on the shelf-life of pig liver pâté. **Food Chemistry**, v.147, p. 386-394.
- LWT-Food Science and Technology**, v.76, p.306-313.
- Rezende, Y. R. R. S., Nogueira, J. P., Narain, N. (2017). Comparison and optimization of conventional and ultrasound assisted extraction for bioactive compounds and antioxidant activity from agro-industrial acerola (*Malpighia emarginata* DC) residue. **LWT-Food Science and Technology**, v.85, p.158-169.
- Ribeiro, J. S., Santos, M. J. M. C., Silva, L. K. R., Pereira, L. C. L., Santos, I. A., da Silva Lannes, S. C., Silva, M. V. (2018). Natural antioxidants used in meat products: A brief review. **Meat science**, v. 148, p.181-188.
- chSampaio, G.R., Saldanha, T., Soares, R.A.M., Torres, E.A.F.S. (2012). Effect of natural antioxidant combinations on lipid oxidation in cooked chicken meat during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 135, p. 1383–1390.
- Shah, M.A., Don Bosco, S.J., Mir, S.A. (2014). Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. **Meat Science**, v. 98, p. 21-33.
- Soobrattee, M.A., Neergheen, V.S., Luximon-Ramma, A., Aruoma, O.I., Bahorun, T. (2005). Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: mechanism and actions. **Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, v. 579, n.1, p. 200-213.
- Soladoye, O. P., Juárez, M. L., Aalhus, J. L., Shand, P., Estévez, M. (2015). Protein oxidation in processed meat: mechanisms and potential implications on human health. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.14, n.2, p.106-122.
- Turgut, S.S., Işıkçi, F., Soyer, A. (2017). Antioxidant activity of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during frozen storage. **Meat Science**, v.129, p. 111-119.
- Venkatesan, A., Kathirvel, A., Prakash, S., Sujatha, V. (2017). Antioxidant, antibacterial activities and identification of bioactive compounds from terminalia chebula bark extracts. **Free Radicals and Antioxidants**, v.7, n.1, p. 43-49.
- Wang, Z., He, Z., Emara, A. M., Gan, X., Li, H. (2019). Effects of malondialdehyde as a

byproduct of lipid oxidation on protein oxidation in rabbit meat. **Food Chemistry**, v.288, p.405-412.

Xiong, Y.L. (2000). Protein oxidation and implications for muscle food quality. Antioxidants in Muscle Foods: Nutritional Strategies to Improve Quality. **New York: Wiley and Sons**, p. 85-90.

Yang, X., Sun, Z., Wang, W., Zhou, Q., Shi, G., Wei, F., Jiang, G. (2018). Developmental toxicity of synthetic phenolic antioxidants to the early life stage of zebrafish. **Science of the Total Environment**, v. 643, p. 559-568.

Zhao, X., Xing, T., Wang, P., Xu, X., Zhou, G. (2019). Oxidative stability of isoelectric solubilization/precipitation-isolated PSE-like chicken protein. **Food Chemistry**, v.283, p.646-655.

CAPÍTULO 06: ANÁLISES QUANTITATIVAS DO CAPIM-TAMANI SOB DIFERENTES MANEJOS DA ADUBAÇÃO NITROGENADA

CAPÍTULO 06: ANÁLISES CUANTITATIVAS DEL PASTO TAMANI BAJO DIFERENTES GESTIONES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA

CHAPTER 06: QUANTITATIVE ANALYSIS OF TAMANI GRASS UNDER DIFFERENT MANAGEMENT OF NITROGENATED FERTILIZATION

Vitória Gomes Damasceno¹; Iuri de Almeida Moraes²; Milena Alves do Santos³; Juvenaldo Florentino Canjá⁴; Magno José Duarte Cândido⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.89-107>

RESUMO

O Brasil é o segundo maior produtor e o maior exportador de carne bovina do mundo possuindo milhões de hectares de pastagens. Diante disso, a adubação nitrogenada é de fundamental importância no manejo dessas áreas, uma vez que esse nutriente é considerado o fator limitante no crescimento das plantas forrageiras. Assim, objetivou-se avaliar parâmetros quantitativos de capim-tamani submetido a diferentes manejos da adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura –NEEF/DZ/CCA/UFC, pertencente à Universidade Federal do Ceará. Adotou-se um delineamento em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram de diferentes parcelamentos de ureia de liberação controlada (a cada 365 dias; a cada 182 dias; a cada 91 dias e a cada 61 dias, correspondendo a 1; 2; 4 e 6 aplicações por ano respectivamente), de ureia convencional e o tratamento controle (sem adubação nitrogenada). A altura do dossel (AD) foi estimada medindo-se a altura do pasto em 30 pontos, utilizando-se um bastão graduado retrátil. A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi estimada contando-se os perfilhos vivos dentro de uma moldura de 0,50 x 0,50 m, em duas amostras dentro da unidade experimental. As biomassas de forragem total e colhível foram estimadas cortando-se, em cada unidade experimental, duas amostras de 0,50 x 0,50 m a uma altura de 16 cm acima da superfície do solo. Os dados foram submetidos à análise de variância, teste comparação de médias e análise de regressão pelo programa computacional SAS. Também foram calculados coeficientes de correlação de Pearson. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) apenas para as variáveis taxa de produção de forragem (TPF) e taxa de acúmulo de forragem (TAF), quando comparados aos tratamentos controle (sem nitrogênio) e com uréia. Os tratamentos em que foram estudados os diferentes parcelamentos do adubo de liberação controlada não diferiram entre si. A aplicação de fertilizante comercial de liberação controlada no tratamento Polyblen 1x (aplicação única) apresenta resultados estatisticamente iguais às aplicações parceladas para as variáveis TAF, TPF, AD e DPP em capim-tamani. Recomenda-se a aplicação da ureia de liberação controlada em aplicação única. As variáveis quantitativas, em especial a densidade populacional de perfilhos, ajudaram na avaliação da pastagem, permitindo observar as respostas da gramínea ao manejo que lhe foi empregado.

Palavras-Chave: acúmulo de forragem, adubos de liberação controlada, avaliações estruturais, *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani.

RESUMEN

Brasil es el segundo productor y exportador de carne vacuna del mundo, con millones de hectáreas de

¹ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, vitoriadamascenoagro@gmail.com

² Graduando em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, iuriamoraes@gmail.com

³ Mestranda em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, milenaalvessanto@outlook.com

⁴ Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, batchijuve@gmail.com

⁵ Professor do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, magno@ufc.com

pastos. Por lo tanto, la fertilización con nitrógeno es de fundamental importancia en el manejo de estas áreas, ya que este nutriente es considerado el factor limitante en el crecimiento de plantas forrajeras. Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar parámetros de altura de copa (cm), densidad poblacional de macollos (perf.ha-1) y tasas de producción y acumulación de biomasa forrajera (kg.ha-1.dia-1.MS) en pasto Tamani sometido a diferentes manejos de fertilización con nitrógeno. El experimento se realizó en el Centro de Docencia y Estudios en Cultivo Forrajero - NEEF / DZ / CCA / UFC, perteneciente a la Universidad Federal de Ceará. Se adoptó un diseño de bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 24 unidades experimentales. Los tratamientos consistieron en diferentes cuotas de urea de liberación controlada (cada 365 días; cada 182 días; cada 91 días y cada 61 días, correspondientes a 1; 2; 4 y 6 aplicaciones por año respectivamente), de urea convencional y el tratamiento de control (sin fertilización nitrogenada). La altura del dosel (AD) se estimó midiendo la altura del pasto en 30 puntos, usando una vara graduada retráctil. La densidad de población de macollos (DPP) se estimó contando macollos vivos dentro de un marco de 0.50 x 0.50 m, en dos muestras dentro de la unidad experimental. Las biomásas forrajeras totales y cosechables se estimaron cortando, en cada unidad experimental, dos muestras de 0.50 x 0.50 m a una altura de 16 cm sobre la superficie del suelo. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza, prueba de comparación de medias y análisis de regresión por el programa informático SAS. También se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson. Hubo un efecto significativo ($P < 0.05$) solo para las variables tasa de producción de forraje (TPF) y tasa de acumulación de forraje (TAF), cuando se compararon con los tratamientos control (sin nitrógeno) y con urea. Los tratamientos en los que se estudiaron las diferentes entregas del fertilizante de liberación controlada no difirieron. La aplicación de fertilizante comercial de liberación controlada en el tratamiento Polyblen 1x (aplicación única) presenta resultados estadísticamente iguales a las aplicaciones divididas para las variables TAF, TPF, AD y DPP en pasto Tamani. Se recomienda la aplicación de urea de liberación controlada en una sola aplicación. Las variables cuantitativas, especialmente la densidad poblacional de macollos, ayudaron en la evaluación del pasto, permitiendo observar las respuestas del pasto al manejo que se utilizó.

Palabras Clave: acumulación de forraje, evaluaciones estructurales, fertilizantes de liberación controlada, *Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani.

ABSTRACT

Brazil is the second largest producer and exporter of beef in the world, with millions of hectares of pasture. That said, nitrogen fertilization is of fundamental importance in the management of these areas, since this nutrient is considered the limiting factor in the growth of forage plants. Thus, the objective of this work was to evaluate parameters of canopy height (cm), tiller population density (perf.ha-1) and production rates and accumulation of forage biomass (kg.ha-1.dia-1.MS) in Tamani grass submitted to different nitrogen fertilization management. The experiment was conducted at the Center for Teaching and Studies in Forage Culture - NEEF / DZ / CCA / UFC, belonging to the Federal University of Ceará. A randomized block design with six treatments and four replications was adopted, totaling 24 experimental units. The treatments consisted of different installments of controlled-release urea (every 365 days; every 182 days; every 91 days and every 61 days, corresponding to 1; 2; 4 and 6 applications per year respectively), of conventional urea and the control treatment (without nitrogen fertilization). The height of the canopy (AD) was estimated by measuring the height of the pasture at 30 points, using a retractable graduated stick. Tiller population density (DPP) was estimated by counting live tillers within a 0.50 x 0.50 m frame, in two samples within the experimental unit. The total and harvestable forage biomasses were estimated by cutting, in each experimental unit, two samples of 0.50 x 0.50 m at a height of 16 cm above the soil surface. The data were submitted to analysis of variance, test of comparison of means and regression analysis by the computer program SAS. Pearson's correlation coefficients were also calculated. There was a significant effect ($P < 0.05$) only for the forage production rate (TPF) and forage accumulation rate (TAF) variables, when compared to the control treatments (without nitrogen) and with urea. The treatments in which the different installments of the controlled-release fertilizer were studied did not differ. The application of controlled-release commercial fertilizer in the Polyblen 1x treatment (single application) presents statistically equal results to the split applications for the variables TAF, TPF, AD

and DPP in Tamani grass. The application of controlled-release urea in a single application is recommended. The quantitative variables, especially the population density of tillers, helped in the evaluation of the pasture, allowing to observe the responses of the grass to the management that was used.

Keywords: controlled-release fertilizers, forage accumulation, *Megathyrsus maximus* cv. BRS Tamani, structural assessments.

INTRODUÇÃO

As características edafoclimáticas e a extensão territorial fazem do Brasil um país de vocação natural para a atividade pecuária, sendo as pastagens a principal fonte de alimento dos rebanhos comerciais, proporcionando baixo custo de produção (DEBLITZ, 2012). Dados da Organização das Nações Unidas (GERLAND et al., 2014) prospectam um crescimento populacional mundial que poderá atingir 9,6 bilhões de habitantes em 2050, causando impacto direto na produção e consumo de alimentos de origem animal. Estima-se que o Brasil possui atualmente cerca de 196 milhões de hectares de pastagens (FAOSTAT, 2013), sendo aproximadamente 100 milhões de hectares constituídos de pastagens cultivadas, que por sua vez são ocupadas por cerca de 214 milhões de bovinos, 18 milhões de ovinos e 9 milhões de caprinos (DIAS FILHO, 2014; IBGE 2018; SANTOS et al., 2011).

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor e o maior exportador de carne bovina do mundo (ABIEC, 2018), sendo essa produção baseada principalmente em sistemas que utilizam a pastagem como alternativa mais economicamente viável se comparada com a produção em confinamento (DIAS FILHO, 2014). O aumento na produtividade de carne e leite no Brasil deve-se, principalmente, à adoção de novas tecnologias pelos pecuaristas, incluindo a utilização de novas forrageiras mais responsivas em sistemas intensivos de produção, lançadas pelos centros de pesquisas (MARTUSCELLO et al., 2007). A alta produtividade dessas pastagens também está relacionada ao desenvolvimento de forrageiras mais adaptadas, destinadas à produção de alimento para animais em pastejo (LOPES et al., 2014).

Sistemas de produção a pasto são caracterizados pela demanda de genótipos melhorados e insumos que os tornem mais eficientes, competitivos e lucrativos, frente aos desafios da produção pecuária. Nesse contexto, as gramíneas do gênero *Megathyrsus* (syn. *Panicum*) ocupam a maior parte das áreas de pastagens cultivada, devido a características como boa produção de forragem, boa adaptação ao clima, facilidade de estabelecimento, persistência, bom valor nutritivo, baixa suscetibilidade a doenças e pragas e bom crescimento

durante a maior parte do ano, fazendo com que os capins desse gênero sejam muito populares entre os pecuaristas (COSTA et al., 2005).

A cultivar BRS Tamani (*Megathyrus maximus* cv. BRS Tamani) foi o primeiro híbrido lançado pela Embrapa, oriundo do cruzamento entre a planta sexual S12 e o acesso apomítico T60 (BRA-007234). Possui elevado potencial de produção de biomassa, flexibilidade aos possíveis erros de manejo e adaptação as condições edafoclimáticas das regiões tropicais. Essa forrageira foi lançada no mercado com a pretensão de maximizar as características até então não alcançadas pelo capim-massai. É altamente responsiva à adubação nitrogenada para a produção de alimento para o rebanho. Possui porte baixo e fácil manejo em sistemas intensivos, tornando-se ideal para a alimentação de ovinos, caprinos e bovinos (EMBRAPA, 2015).

O nitrogênio propicia respostas positivas sobre o crescimento e desenvolvimento de plantas, sendo o nutriente que mais limita o crescimento de plantas forrageiras (CHAPIN et al., 1987), tornando a adubação nitrogenada uma ferramenta de grande importância para que altos níveis de produção de forragem sejam alcançados, uma vez que a disponibilidade de nitrogênio favorece o crescimento e o desenvolvimento da planta, sendo o principal componente das proteínas, atuando na biossíntese e na formação da matéria orgânica que compõe a estrutura vegetal, auxiliando na formação de novas gemas axilares e de novos perfilhos (TOMASZEWSKA et al., 2002).

Adubos com a tecnologia de liberação controlada dos nutrientes apresentam resposta positiva devido apresentarem alta praticidade de aplicação, por sua vez, acarretando uma maior eficiência em seu uso e diminuindo o número de aplicações durante o ano, permitindo também uma menor ida ao campo. Contudo, estudos que mostram a viabilidade prática e econômica desses adubos ainda são escassos.

Dessa forma, objetivou-se avaliar parâmetros quantitativos de capim-tamani submetido a diferentes manejos da adubação nitrogenada.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Adubação nitrogenada

O manejo de pastagens baseado na adubação nitrogenada apresenta-se como uma prática fortemente indicada para forrageiras exigentes nutricionalmente e com alta produção de biomassa de forragem (PARIS et al., 2009; VITOR et al., 2009). A maioria das gramíneas tropicais tendem à responsividade da adubação mineral, com maior produção de forragem de melhor valor nutritivo em detrimento as concentrações desse nutriente aplicado (COSTA et al., 2009; VIANA et al., 2011).

Adubos nitrogenados garantem um incremento na produção de forragem, principalmente em pastagens sob manejo intensivo (PRIMAVESI et al., 2001). Para forrageiras tropicais, a recomendação de adubação nitrogenada varia em doses equivalentes a 400 a 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹, potencializando a produção de forragem das forrageiras (MARTHA JÚNIOR et al., 2004). Corsi e Nussio (1992), ainda afirmam que existe a possibilidade de resposta ainda mais elevada à adubação nitrogenada entre a faixa de 400 a 800 kg ha⁻¹, com eficiência de conversão que pode variar entre 40 a 70 kg de MS por kg de nitrogênio aplicado.

Rodrigues et al. (2005), trabalhando com *Pennisetum purpureum* cv. pioneiro; *Megathyrus maximus* cv. tanzânia e *Cynodon sp* cv. tifton-85 adubados com ureia nas doses de 100, 200 e 300 kg de N ha⁻¹ observaram que na dose de 200 kg de N ha⁻¹, o capim-tanzânia produziu 24,984 kg ha⁻¹.ano⁻¹ de matéria seca, sobrasaindo-se às demais doses aplicadas. Martuscello et al. (2015), avaliando doses de 0, 80, 160 e 240 kg de N ha⁻¹ em capim-massai, identificaram que conforme a adubação aumenta de 0 até 240 kg, a forrageira avaliada responde através do incremento na matéria seca.

Gramíneas que possuem elevado potencial produtivo tendem a exigir elevadas quantidades de nutrientes do solo, tornando necessária a reposição desses nutrientes em proporções adequadas (PRIMAVESI, 2004; COSTA et al., 2010). Costa et al. (2010) estudando duas cultivares de *Urochloa brizantha* sob quatro doses de nitrogênio que correspondiam a 0, 50, 100 e 150 mg dm⁻³ obtiveram aumento linear na exportação de nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre nas respectivas porcentagens 70%, 48%, 36%, 10,9% e 91% em relação ao tratamento controle, e o cálcio não foi influenciado pelas doses. Esses resultados evidenciam que a exportação de nutrientes dependerá do solo que está sendo manejo, da exigência nutricional da planta durante os ciclos de cultivos e da dose de nitrogênio fornecido, revelando ainda que espécies mais jovens tendem a exigir mais nutrientes do solo (PEREZ et al., 2013).

Adubos de liberação controlada

Os adubos de liberação controlada, atualmente podem ser definidos como aqueles nos quais são conhecidos os fatores que determinam o padrão, a quantidade e até mesmo a duração da liberação do nutriente para as plantas (SHAVIV, 2005).

De forma geral, esses adubos com liberação controlada propiciam um maior controle em relação a duração, padrão, e principalmente sobre a taxa de liberação de nutrientes, permitindo assim, uma maior eficiência e minimizando impactos ambientais (SHAVIV, 2005). Uma vez que, esses adubos são menos sensíveis a fatores ambientais e de solo, quando comparados com outros adubos nitrogenados (VILLALBA, 2014).

Como estratégia para minimizar as perdas de nitrogênio, vem sendo adotada a aplicação dos adubos de liberação controlada. Tal estratégia permite uma diminuição nas perdas de amônia por volatilização, por meio de inibidores enzimáticos, de compostos orgânicos sintéticos não revestidos (PEREIRA et al., 2009).

Os inibidores enzimáticos atuam ocupando o sítio ativo da enzima urease, que é responsável pela hidrólise da molécula (PEREIRA et al., 2009). Okumura e Mariano (2012) observaram que com o atraso da hidrólise da ureia a concentração de amônia próxima à superfície do solo e a volatilização são reduzidas, melhorando assim a incorporação da ureia no perfil do solo pela chuva.

A melhor eficiência de utilização dos fertilizantes protegidos se dá pela estrutura dos grânulos, esses ao absorverem água do solo, solubilizam os nutrientes no interior das cápsulas, liberando lentamente pela estrutura porosa e atingindo a região da raiz da planta (GUARESCHI et al., 2011).

Quando as raízes absorvem os nutrientes, acaba ocorrendo uma perda na concentração dos mesmos, nas proximidades da zona radicular, desencadeando um sistema de liberação de nutrientes por osmose (TOMASZEWSKA et al., 2002).

A utilização de adubos de liberação controlada permite um decréscimo nos gastos com mão de obra com a aplicação de fertilizantes, ressaltando que para determinadas espécies, é necessário apenas a mistura deste adubo ao substrato (PEREIRA et al., 2000; LANA et al., 2002; SERRANO et al., 2006).

As principais vantagens do uso de ureia protegida são: fornecimento regular e constante do N para a planta, redução das perdas por lixiviação e/ou volatilização, redução na poluição ambiental pelo nitrato (NO_3) e redução no acúmulo de sais no solo (SHAVIV, 2011).

Megathyrsus maximus cv. BRS Tamani

A adoção de forrageiras exóticas do gênero *Megathyrsus* no Brasil vem sendo bastante difundida e indicada para sistemas intensivos sob pastejo, devido a características como boa capacidade produtiva e grandes quantidades de biomassa (POMPEU et al., 2010; LOPES et al., 2014). Gramíneas desse gênero são bem exploradas na pecuária, sendo estimadas por sua boa adaptação aos climas tropicais e subtropicais (GOMES et al., 2011), fácil propagação através de sementes e bom rendimento de matéria verde por hectare, tornando-as espécies bastante difundidas pelos produtores. As mais utilizadas atualmente são capim-massai, capim-mombaça e capim-tanzânia (VALENTIM et al., 2001; JANK et al., 2013).

O capim-tamani, pertencente ao gênero *Megathyrsus*, foi lançado em 2015 pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), e foi obtido através do cruzamento entre a planta sexual S12 e o acesso apomítico T60 (BRA-007234), realizado na Embrapa Gado de Corte em 1992, com o apoio da UNIPASTO (Associação para Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras). Tamani significa “Precioso” em suaíli, língua adotada no Quênia. Foi registrada no ano de 2014 e protegida em 2015 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (EMBRAPA, 2016).

A cv. BRS Tamani é um híbrido considerado altamente promissor na alimentação animal. Possui hábito de crescimento cespitoso, apresentando colmos finos e sem pilosidade. É uma forrageira ideal para o pastejo por bovinos e ovinos em sistemas intensivos devido ao seu porte intermediário (TESK et al., 2017). Avaliações de produtividade dessa gramínea resultaram, apenas de matéria seca foliar, cerca de 15 mil kg ha⁻¹.ano⁻¹. Observou-se também que a cultivar apresenta 9% mais proteína bruta quando comparada a cv. Tanzânia, sendo considerada mais digestível (EMBRAPA, 2015). As principais características morfofisiológicas são o porte baixo, alta produção de folhas de alto valor nutritivo (elevados teores de proteína bruta e digestibilidade), produtividade e vigor, e resistência às cigarrinhas das pastagens. É indicada para engorda de bovinos devido a sua alta qualidade e adaptação (GAVALI, 2016).

Avaliações estruturais e produtividade

Dentre as características estruturais das gramíneas forrageiras, a altura do dossel é considerada uma variável de fácil mensuração, consiste em uma primeira aproximação da quantidade de forragem presente numa determinada área. Para os animais, a altura representa quantidade de biomassa presente (LACA et al., 1992).

Apesar de muitas vezes a altura ser utilizada como indicador de produção por alguns

autores, Barthram (1981) afirmou que a altura do dossel não é o índice ideal para estimativa de produção de forragem, visto que a altura do pseudocolmo pode superestimar a disponibilidade de forragem colhível, uma vez que as folhas são as partes preferíveis pelos animais. Por sua vez, Stobbs (1973) afirmou também que nos pastos tropicais, notase uma redução da densidade de forragem com a elevação da altura, comprovando desta maneira, que não há uma relação direta entre altura e biomassa de forragem.

Desta forma, para gramíneas do tipo C4, a altura do dossel pode comprometer o valor nutritivo da forragem. Isso é devido ao alongamento do pseudocolmo, que por sua vez eleva as frações de carboidratos estruturais da parede celular vegetal, principalmente lignina, que pode reduzir os valores de proteína bruta e o consumo devido à redução da ingestão de matéria seca. Com isso, pode haver aumento no tempo de pastejo em virtude da diminuição do tamanho de bocados (POMPEU et al., 2008).

Por sua vez, a densidade populacional de perfilhos (DPP) em uma população de plantas forrageiras é função do equilíbrio entre as taxas de aparecimento e morte dos perfilhos (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). No entanto, esse equilíbrio entre a taxa de aparecimento e morte dos perfilhos é estritamente dependente da desfolhação, o qual por sua vez determina a evolução do IAF. Desta forma, a taxa de surgimento potencial de perfilhos só pode ser atingida quando o IAF da pastagem é baixo, devido ao fato do surgimento de novos perfilhos decrescer à medida que ocorre o crescimento do IAF (NABINGER e PONTES, 2001).

A produção e o acúmulo de biomassa de forragem em plantas forrageiras é resultado das diversas interações complexas de atributos genéticos e de ambiente e seus efeitos sobre os processos fisiológicos e características morfológicas das plantas (DA SILVA; PEDREIRA, 1997).

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura – NEEF/DZ/CCA/UFC, pertencente à Universidade Federal do Ceará. Os dados utilizados no presente estudo são preliminares e foram coletados no período de março a abril de 2020, durante a época chuvosa.

A cidade de Fortaleza, localiza-se na zona litorânea a 15,49 m, com latitude sul 03°45'47'' e longitude oeste 38°31'23''. O clima da região é Aw', classificação dada por Köppen (1936), que se configura como tropical chuvoso com precipitações de verão. As

médias anuais de temperatura do ar, pluviometria, evapotranspiração potencial e umidade relativa são respectivamente: 26,3 °C; 1600 mm; 3215 mm; 62%. O solo é classificado como Argissolo Amarelo Eutrófico Típico (EMBRAPA, 2006). A área experimental foi alocada em aproximadamente 300 m², em uma área implementada há dois anos com cv. tamani, sendo subdividida em 24 parcelas de 12,5 m² cada (Figura 01).

Figura 01: Vista geral da área experimental.

Fonte: SANTOS (2020).

Os dados climáticos do período experimental foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2020) e estão apresentados na tabela 01.

Tabela 01: Precipitação (mm), temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) durante o período experimental.

	Precipitação	Temperatura	Umidade relativa
Março	68,40	27,61	78,26
Abril	139,80	27,72	79,87
Médias	104,10	27,67	79,07

Fonte: INMET (2020).

Adotou-se um delineamento em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais.

Os tratamentos consistiram de diferentes parcelamentos de ureia de liberação controlada (a cada 365 dias; a cada 182 dias; a cada 91 dias e a cada 61 dias, correspondendo a 1; 2; 4 e 6 aplicações por ano respectivamente), de ureia convencional e o tratamento controle (sem adubação nitrogenada). A dose de nitrogênio utilizada no presente estudo foi equivalente a 600 kg ha⁻¹. A ureia de liberação controlada utilizada, nome comercial Polyblen, foi desenvolvida pela Produquímica Indústria e Comércio S.A.[®].

Antes do início do experimento coletaram-se amostras, na camada de 0 – 20 cm de

profundidade, feito uma amostra composta e levada ao Laboratório de Solos da Universidade Federal do Ceará para a determinação das características químicas do solo (Tabela 02).

Tabela 02: Características químicas do solo da área experimental, na profundidade de 0 a 20 cm. P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; pH – potencial hidrogeniônico; Al – alumínio; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca de cátions; M.O. – matéria orgânica.

pH	MO	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	SB	CTCt
(H ₂ O)	g dm ⁻³	----- mg dm ⁻³ -----				mmolc dm ⁻³		
6,8	7,5	21,0	70,4	1,1	0,3	0	1,9	2,4
Acidez fraca	Baixa	Médio	Médio	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Baixa

Fonte: Própria (2020).

A partir dos resultados da análise de solo, foi feita a recomendação de adubação para o capim com alto potencial produtivo e manejo de alto nível tecnológico (CFSEMG, 1999), com aplicações de manutenção/produção durante os ciclos de crescimento da forrageira durante o período experimental.

O corte de uniformização foi realizado a 10 cm de altura com o auxílio de uma roçadeira lateral (Figura 02 A e B). Em seguida foi feita a adubação de manutenção, segundo recomendações baseando-se na análise do solo, nas seguintes doses: 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅, tendo como fonte o superfosfato simples, 100 kg ha⁻¹ de K₂O, usando-se o cloreto de potássio como fonte e 50 kg ha⁻¹ de FTE BR 12 como fonte de micronutrientes. A adubação com nitrogênio foi feita de acordo com os tratamentos preconizados. A dispersão dos fertilizantes foi feita a lanço (Figura 02 C).

Figura 02: Corte de uniformização do pasto a 10 cm acima do solo (A e B) e aplicação dos fertilizantes via lanço (C).

Fonte: SANTOS (2020).

A altura do dossel (AD), em cm, foi estimada medindo-se a altura do pasto em 30 pontos, utilizando-se um bastão graduado retrátil. A densidade populacional de perfilhos (DPP), em perf.ha⁻¹, foi estimada contando-se os perfilhos vivos dentro de uma moldura de

0,50 x 0,50 m, em duas amostras dentro da unidade experimental. As biomassas de forragem total e colhível foram estimadas cortando-se, em cada unidade experimental, duas amostras de 0,50 x 0,50 m a uma altura de 16 cm acima da superfície do solo. As amostras foram pesadas, secas em estufa de ventilação forçada a 55°C até atingir peso constante e pesadas novamente. De posse desses dados e do período de descanso (28 dias), estimou-se as taxas de produção e acúmulo de biomassa de forragem, em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1} \cdot \text{MS}$, para cada tratamento. Para a taxa de produção, dividiu-se a biomassa seca de forragem total pelo período de descanso, e para a taxa de acúmulo, dividiu-se a biomassa seca de forragem colhível pelo mesmo período.

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste comparação de médias. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Como ferramenta de auxílio a análise estatística foi utilizado o procedimento GLM, do programa computacional SAS (SAS INSTITUTE, 2003).

Além disso, foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson (r), cujos valores variam de -1 a 1 e sugerem a força da relação entre as variáveis. Uma correlação perfeitamente positiva entre duas variáveis é representada por valores próximos a 1 ($r = 1$), enquanto uma correlação perfeitamente negativa é representada por valores próximos a -1 ($r = -1$), indicando que quando uma variável aumenta, a outra diminui. Dancey & Reidy (2006) propuseram uma classificação para o coeficiente de correlação de Pearson em $r = 0,10$ a $0,30$ (fraco), $r = 0,40$ a $0,6$ (moderado) e $r = 0,70$ a 1 (forte). Segundo Figueiredo Filho & Silva Júnior (2009), o grau de dependência estatística linear entre as variáveis é maior quando o valor está mais próximo de 1 (independente do sinal), mas a força dessa relação é menor quando o valor está mais próximo de zero.

As variáveis que apresentaram valores de correlação próximos a 1 foram submetidas a análise de regressão com o intuito de encontrar a regressão que mais se adequava à correlação. Os dados foram utilizados para confecção dos gráficos de relação entre as variáveis, utilizando o programa Microsoft Excel 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) apenas para as variáveis taxa de produção de forragem (TPF) e taxa de acúmulo de forragem (TAF), quando comparados os tratamentos

controle (sem nitrogênio) e com uréia. Os tratamentos em que foram estudados os diferentes parcelamentos do Polyblen não diferiram entre si. Isso pode ser explicado devido ao recobrimento do fertilizante, que gera diferenciação na dinâmica de liberação do nutriente, existindo a possibilidade do fornecimento do N da ureia em sincronia com o crescimento da cultura. Nesse contexto, torna-se possível providenciar o elemento de forma suficiente em aplicação única atendendo as necessidades nutricionais da planta e, ainda, conservar baixas as concentrações de N mineral nos solos durante toda temporada de crescimento (PEOPLES; FRENEY; MOSIER, 1995; GAO et al., 2015).

O possível efeito resultante desta maior otimização do uso do nutriente pela gramínea estudada é a redução de perdas para o ambiente, tornando possíveis reduções nas perdas por lixiviação, desnitrificação, imobilização e volatilização (SHAVIV, 2001). Além disso, também poderá ocorrer minimização dos gastos com mecanização, já que com uma única aplicação elimina-se a reentrada de máquinas e implementos na área para distribuição do fertilizante, o que diminui, também, a emissão de gases do efeito estufa resultantes da queima de combustíveis fósseis para a atmosfera.

O tratamento controle (sem nitrogênio) apresentou as menores taxas de produção e acúmulo de forragem. Essa diminuição na produtividade é bem conhecida na ausência do fornecimento de nitrogênio, reforçando que solos responsivos à adubação nitrogenada, na ausência desta, apresentam valores de baixa produtividade (MARTINS, 2013; VILLALBA, 2014).

A utilização de adubos nitrogenados de liberação controlada tem sido muito estudada em culturas como o milho. Trabalhos como o de Guareschi, Perin e Gazolla (2013) vem mostrando vantagens na utilização destes produtos frente ao uso da ureia convencional no fator produtividade. Tem-se, também, resultados positivos na utilização dos fertilizantes de liberação controlada aplicados às mais variadas culturas como algodão (GENG et al., 2016), arroz (YANG et al., 2012) e batata (GAO et al., 2015), o que revela uma necessidade de abordagens mais específicas do estudo desse fertilizante em gramíneas.

Tabela 03: Taxas de produção e acúmulo de forragem, densidade populacional de perfilhos e altura do dossel.

Tratamentos	Variáveis analisadas			
	TPF	TAF	DPP	AD
	-----kg.ha ⁻¹ .dia ⁻¹ .MS-----		perf.ha ⁻¹	(cm)
Uréia	110,05 AB	105,18 AB	1960,00	29,50

Polyblen 1x	150,13 A	129,12 A	2032,00	30,74
Polyblen 2x	152,77 A	133,03 A	2364,00	30,89
Polyblen 4x	158,60 A	141,81 A	2236,00	31,41
Polyblen 6x	158,25 A	148,55 A	2472,00	31,79
Sem nitrogênio	75,81 B	72,02 B	1944,00	32,50
Média	132,07	119,48	2168,00	31,14
CV (%)	19,89	17,71	12,09	8,89

Médias seguidas da mesma letra não diferem ($P < 0,05$) entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Própria (2020).

As variáveis Densidade Populacional de Perfilhos (DPP) e Altura do Dossel (AD) não apresentaram efeito significativo entre os tratamentos, estando em faixas de valores semelhantes.

Vale ressaltar que os menores valores de DPP foram evidenciados no tratamento controle, corroborando com resultados de Vasconcelos (2014), que afirmam como a dinâmica de perfilhamento é influenciada pelo N disponível no solo. O contínuo surgimento de perfilhos e sua capacidade de manutenção ao longo do tempo garantem a persistência do pasto durante os ciclos de pastejo. A produção de novos perfilhos é um processo contínuo, podendo ser acelerado pela desfolhação que afeta de maneira positiva na distribuição de luz, especialmente na região basal do dossel.

Os coeficientes de correlação de Pearson (r) só foram positivos e próximos a 1 (correlação forte) para as variáveis TAF e TPF em comparação a variável DPP, onde os valores de r foram, respectivamente, 0,80 e 0,76. Os valores de r analisados para a variável altura foram negativos, apresentando correlação perfeitamente negativa. Os gráficos de correlação são apresentados a seguir:

Figura 03: Correlação entre taxa de produção de forragem (TPF) e densidade populacional de perfilhos (DPP).

Fonte: Própria (2020).

Figura 04: Correlação entre taxa de acúmulo de forragem (TAF) e densidade populacional de perfilhos (DPP).

Fonte: Própria (2020).

Esses resultados indicam que o monitoramento através da variável DPP, avaliando a dinâmica de perfilhos do dossel, é mais indicado para estimar as taxas de acúmulo e de produção de forragem, quando comparado ao monitoramento através da variável AD, em casos de manejos da adubação nitrogenada como estudados neste experimento.

CONCLUSÕES

A aplicação de fertilizante comercial de liberação controlada no tratamento Polyblen 1x (aplicação única) apresenta resultados estatisticamente iguais às aplicações parceladas para

as variáveis TAF, TPF, AD e DPP em capim-tamani. Com base nesses resultados, recomenda-se a aplicação da ureia de liberação controlada em aplicação única.

As variáveis quantitativas, em especial a densidade populacional de perfilhos, ajudaram na avaliação da pastagem, permitindo observar as respostas da gramínea ao manejo que lhe foi empregado.

REFERÊNCIAS

ABIEC (São Paulo). **Sumário ABIEC 2018**. São Paulo: ABIEC, 2018. 49 p.

BARTHAM, G. T. Sward structure and the depth of the grazed horizon. **Grass and Forage Science**, v. 36, p. 130-131, 1981.

CFSEMG. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: quinta aproximação**. Viçosa: UFV, 1999, 359 p.

CHAPIN, F. S.; BLOOM, A. J.; FIELD, C. B. WARING, R. H. Plant response to multiple environmental factors. **Bio Science**, v. 37, p. 49-57, 1987.

CORSI, M.; NUSSIO, L.G. Manejo do capim-elefante: correção e adubação do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 10. 1992. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1992. p.87-116.

COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; FAQUIM, V. et al. Produção de massa seca e nutrição nitrogenada de cultivares de *brachiaria brizantha* (a. Rich) stapf sob doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.6, p.1578-1585, 2009.

COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; SEVERIANO, E.C. et al. Extração de nutrientes pela fitomassa de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n.2, 2010.

COSTA, N. de L.; PAULINO, V.T., MAGALHÃES, J.A., RODRIGUES, B.H.N.; SANTOS, F.D.S. Eficiência do nitrogênio, produção de forragem e morfogênese do capim-massai sob adubação. **Embrapa Roraima-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2016.

DA SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. **Simpósio sobre ecossistemas de pastagens**, v. 3, p. 1-62, 1997.

DANCEY, C.P.; REIDY, J. Análise de correlação: or de Pearson. **Dancey CP, Reidy J. Estatística sem matemática para psicologia**. Porto Alegre: Artemed, p. 178-216, 2006.
DEBLITZ, C. **Beef and Sheep Report: understanding agriculture worldwide**. agri benchmark. 2012.

DIAS-FILHO, M.B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. **Embrapa Amazônia Oriental- Documentos (INFOTECA-E)**, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA - BRS Tamani,

forrageira híbrida de *Panicum maximum*. **Embrapa Gado de Corte**. 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.

FAO, STAT. Banco de dados FAOSTAT. **Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, Roma, Itália**, v. 1, 2013.

FIGUEIREDO FILHO, D.B.; SILVA JÚNIOR, J.A. **Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)**. 2009.

GAO, X.; LI, C.; ZHANG, M.; WANG, R.; CHEN, B.; Controlled release urea improved the nitrogen use efficiency, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) on silt loamy soil. **Field Crops Research**, v. 181, p. 60-68, 2015.

GAVALI, J. **Estratégias de manejo do pasto para *Panicum maximum* cvs. Quênia e Tamani**. 2016. 83 f. (Dissertação Universidade Federal do Mato Grosso). Mato Grosso. 2016.

GENG, J.; MA, Q.; CHEN, J.; ZHANG, M.; LI, C.; YANG, Y.; YANG, X.; ZHANG, W.; LIU, Z.; Effects of polymer coated urea and sulfur fertilization on yield, nitrogen use efficiency and leaf senescence of cotton. **Field Crops Research**, v. 187, p. 87-95, 2016.

GERLAND, P.; RAFTERY, A. E.; ŠEVČÍKOVÁ, H.; SPOORENBERG, T.; BAY, G. (2014). World population stabilization unlikely this century. **Science**, v. 346, n. 6206, p. 234-237, 2014.

GUARESCHI, R. F.; GAZOLLA, P. R.; PERIN, A.; SANTINI, J. M. K. Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 4, p. 643-648, 2011.

GUARESCHI, R.F.; PERIN, A.; GAZOLLA, P.R. Produtividade de milho submetido à aplicação de ureia revestida por polímeros. **Global Science Technology**, Rio Verde, v.6, n. 2, p. 31-37, 2013.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP**, 2020.

JANK, L.; BRAZ, T.G.S.; MARTUSCELLO, J.A. Gramíneas de clima tropical. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. (Eds). **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. Jaboticabal, SP: Gráfica Multipress, 2013. p.109-119.

KOPPEN, W. das. Das geographische system der klimat. **Handbuch der klimatologie**, p. 46, 1936.

LACA, E.A.; UNGAR, E.D.; SELIGMAN, N.; DEMMENT, M.W. Effects of swardheight and bulk density on bitedimensions of cattlegrazing homogeneous wards. **Grass and forage Science**, Oxford, v. 47, p.91-102, 1992.

LANA, R.M.Q.; SANTOS, C.M.; SANTOS, V.L.M.; BARBIZAN, E.L.; MENDES, A.F. Utilização de diferentes substratos e de fertilizantes de liberação lenta na produção de mudas do cafeeiro em saquinhos. **Revista Ceres**, v.49, n.286, p.577-586, 2002.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. F. Tissueflows ingrazed plants communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. Walling ford: CAB International, 1996. p. 3-36.

LOPES, M.N.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; DA SILVA, R. G.; DE LACERDA, C. F.; BEZERRA, F. M. L. Características morfogênicas de dois tipos de perfilhos e produção de biomassa do capim-massai adubado com nitrogênio durante o estabelecimento. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, 2014.

MARTHA JUNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARIONI, L.G.; SOUSA, D.M.G.; BARCELLOS, A.O. Manejo da adubação nitrogenada em pastagens. In: Simpósio Sobre Manejo da Pastagem, 21. 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2004. p.155-216.

MARTUSCELLO, J.A.; SILVA, L.P.; CUNHA, D.D.N.F.V. Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção. **Ciência Animal Brasileira**, v.16, n.1, p.1-13, 2015.

MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; FONSECA, D. M. D.; CRUZ, C. D.; CUNHA, D.D.N.F. V. Repetibilidade de caracteres agronômicos em *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1975-1981, 2007.

NABINGER. C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: Simpósio sobre a Produção Animal na Visão dos Brasileiros/Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** MATTOS, W. R. S. et al. (Ed.). Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 755-771.

OKUMURA, R.S.; DE CINQUE MARIANO, D. Aspectos agronômicos da ureia tratada com inibidor de uréase, **Ambiência**, v. 8, n. 2, p. 403-414, 2012.

PARIS, W.; CECATO, U.; BRANCO, A.F. Produção de novilhas de corte em pastagem de Coastcross-1 consorciada com Arachispinto com e sem adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.122-129, 2009.

PEOPLES, M.B.; FRENEY, J.R.; MOSIER, A.R. Minimizing gaseous losses of nitrogen. In: BACON, P.E. (Ed). **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: Marcel Dekker, 1995, chap. 15 p. 565–602RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

PEREIRA, H. S.; LEÃO, A.F.; VERGINASSI, A.; CARNEIRO, M.A.C. Ammonia volatilization of urea in the out-of-season corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1685-1694, 2009.

PEREIRA, W.E.; LIMA, S.F.; PAULA, L.B.; ALVA-REZ, V.; V.H. Crescimento e composição mineral de mudas de maracujazeiro em função de doses de osmocote em dois

tipos de substratos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.47, n.271, p.311-324, 2000.

PEREZ, A.A.G.; SORATTO, R.P.; MANZATTO, N.P. Extração e exportação de nutrientes pelo feijoeiro adubado com nitrogênio, em diferentes tempos de implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.1276-1287, 2013.

POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; LOPES, M. N.; GOMES, F. H. T.; LACERDA, C. F.; AQUINO, B. F.; MAGALHÃES, J. A. Características morfofisiológicas do capim-aruaana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 11, n. 4, p. 1187-1210, 2010.

POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M. et al. Componentes da biomassa pré-pastejo e pós-pastejo de capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V, 37, n.3, p.383-393, 2008.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A. Extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio pelo capim-coastcross adubado. **Revista Ceres**, v.51, n.295, p.295-306, 2004.

PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; PRIMAVESI, A.C.; CANTARELLA, H.; ARMELIN, M.J.A.; SILVA, A.G.; FREITAS, A.R. **Adubação com ureia em pastagens de Cynodon dactylon cv. coastcross sob manejo rotacionado: eficiência e perdas**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular técnica, 30).

RODRIGUES, B.H.N.; MAGALHÃES, J.A.; LOPES, E.A. Irrigação e adubação nitrogenada em três gramíneas forrageiras no Meio-Norte do Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n.3, p. 274-278, 2005.

SAS INSTITUTE. **SAS System for Windows**: version 9.0. Cary: SAS Institute Inc. 2003. 2 CD-ROMs.

SERRANO, L.A.L.; CATTANEO, L.F.; FERREGUETTI, G.A. Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 874-883, 2010.

SHAVIV, A. Advances in controlled-release fertilizers. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 71, n. 1, p. 1-49, 2001.

STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in swards structure, nutritive value, and bite size of animal grazing *Setaria anceps* and *Cloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal and Agriculture Resource**, v. 24, n. 6, p. 821-829, 1973.

TESK, C.R.M.; RAMOS, T.A.; SCHMIDT JÚNIOR, R.J.; ARAGÃO, L.S.; CARAVALHO, P.de.; PEREIRA, D.H.; PINA, D.S.; PEDREIRA, B.C. Valor nutritivo dos capins Quênia e Tamani sob diferentes intensidades de desfolhação. In: SIMPOSIO MATO – GROSSE DE BOVINOCULTURA DE CORTE, 4. 2017, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: SIMBOV, 2017.

TOMASZEWSKA, M.; JAROSIEWICZ, A.; KARAKULSKI, K. Physical and chemical characteristics of polymer coatings in CRF formulation. **Desalination**, Hopkinton, v.146, p.319-323, 2002.

VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.da.C.; MOREIRA, P.; JANK, L. **Capim-massai (*Panicum maximum* Jacq.)**: nova fronteira para diversificação das pastagens no Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 16 p. (Embrapa Acre. Circular técnica, 41).

VASCONCELOS, E.C.G. **Morfofisiologia do capim-aruaana pastejado por ovinos morada nova submetidos a quatro níveis de suplementação concentrada**. 2014. 70 f. Dissertação (mestrado em zootecnia)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2014.

VIANA, M.C.M.; FREIRE, F.M.; FERREIRA, J.J. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1497-1503, 2011.

VILLALBA, H. A. G. **Misturas de ureia revestida com polímeros e ureia convencional na adubação da cultura de milho**. 2014. 91f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2014.

VILLALBA, H. A. G. **Misturas de ureia revestida com polímeros e ureia convencional na adubação da cultura de milho**. 2014. 91f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2014.

VITOR, C.M.T.; FONSECA, D.M.da.; CÓSER, A.C. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.435-442, 2009.

YANG, Y.; ZHANG, M.; LI, Y.C.; GENG, Y. Controlled release urea improved nitrogen use efficiency, activities of leaf enzymes, and rice yield. **Nutrient Management & Soil & Plant Analysis**, v. 76, p. 2307-2317, 2012.

CAPÍTULO 07: COBERTURA DO SOLO ASSOCIADO A NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO NOS COMPONENTES PRODUTIVOS DE *Capsicum baccatum* var. *pendulum*

CAPÍTULO 07: COBERTURA DE SUELO ASOCIADA A NIVELES DE RIEGO EN LOS COMPONENTES PRODUCTIVOS DE *Capsicum baccatum* var. *pendulum*

CHAPTER 07: SOIL COVERAGE ASSOCIATED WITH IRRIGATION LEVELS IN THE PRODUCTIVE COMPONENTS OF *Capsicum baccatum* var. *pendulum*

Saulo de Jesus Dantas¹; Lucas Ramon Teixeira Nunes²; Jonathan dos Santos Viana³; Bianca Cavalcante da Silva⁴; Luiz Fabiano Palaretti⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.108-121>

RESUMO

A demanda de água pela agricultura vem aumentando consideravelmente. No Brasil, este volume corresponde por cerca de 71% do total consumido. Diante da crescente escassez hídrica, o desenvolvimento de tecnologias que permitam cultivar com um menor volume de água, sem comprometer a produtividade agrícola, é indispensável. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das combinações de níveis de irrigação associado ao uso de mulching na cor branca na produção da pimenta dedo-de-moça *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. O experimento foi conduzido no Setor de Plasticultura do Departamento de Engenharia e Ciências Exatas da FCAV/UNESP. Foram utilizados vasos de 12 dm³, preenchidos com Latossolo Vermelho distrófico típico, de textura argilosa, com horizonte A moderado. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com 6 repetições. Os tratamentos consistiram em T1: nível de irrigação 50% da capacidade de vaso (CV) mais solo descoberto; T2: nível de irrigação 50% CV mais mulching branco; T3: nível de irrigação 100% CV mais solo descoberto; T4: nível de irrigação 100% CV mais mulching branco. As mudas foram transplantadas 35 dias após a semeadura, estabelecendo-se 1 planta por vaso. Os tratamentos foram aplicados aos 10 dias após o transplantio e a colheita foi realizada aos 63 dias. As avaliações objetivaram mensurar os seguintes parâmetros: massa fresca da parte aérea (MFPA) (g planta⁻¹), número de frutos (NF) (por planta) e produção (g planta⁻¹). Além destas variáveis, a lâmina total de irrigação aplicada em cada tratamento foi mensurada a partir da média da lâmina total de dois vasos por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (P<0,05) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey por meio do software Agroestat, versão 1.0. Os valores médios de MFPA evidenciaram que, à exceção de T1 (50% capacidade de água do vaso e solo nu), os tratamentos não se diferiram estatisticamente. Entretanto, para as variáveis NF e produção, os melhores resultados foram obtidos pelas plantas submetidas ao tratamento T4, composto por 100% da CV mais solo coberto com mulching de cor branca. Apesar da produção do T4 ter sido 94,05% superior ao T3, o segundo melhor tratamento, foi exigido menor volume de água, evidenciando que a combinação de irrigação em níveis adequados e o emprego do mulching é uma técnica que proporciona ao produtor maior produtividade de pimenta dedo-de-moça com menor uso de água, gerando maior rendimento econômico e menor impacto ambiental.

Palavras-chave: pimenteira, *Capsicum*, mulching, produção, uso eficiente da água

RESUMEN

La demanda de agua por la agricultura está aumentando considerablemente. En Brasil, este volumen

¹ Eng. Agrônomo, Mestrando em Agronomia: Genética e Melhoramento de Planta, UNESP/FCAV, saúlodantas@live.com

² Eng. Agrônomo, Mestrando em Agronomia: Ciência do Solo, UNESP/FCAV, eng.lucasrt@outlook.com

³ Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia: Ciência do Solo, UNESP/FCAV, jonathan_santo@hotmail.com

⁴ Eng. Agrônoma, UNESP/FCAV, Doutoranda em Agronomia: Ciência do Solo, bianca.cavalcante@unesp.br

⁵ Prof. Doutor, UNESP/FCAV, lfpalaretti@fcav.unesp.br

corresponde a alrededor del 71% del total consumido. Dada la creciente escasez de este recurso, es fundamental desarrollar tecnologías que permitan el cultivo con menos agua, sin comprometer la productividad agrícola. Así, este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de combinaciones de hojas de riego asociadas al uso de mulch, en la producción de *Capsicum baccatum* var. péndulo. El experimento se llevó a cabo en el Sector de Plasticultura del Departamento de Ingeniería Rural de la FCAV/UNESP, donde se utilizaron macetas de 12 dm³, rellenas con típico Latosol Rojo distrófico (Latosolo), de textura arcillosa, con un horizonte A moderado. El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar (DBC) con 6 repeticiones. Los tratamientos consistieron en T1: nivel de riego 50% de la capacidad de la maceta (CV) más suelo descubierto; T2: nivel de riego 50% CV más mulchingllo; T3: nivel de riego 100% CV más suelo descubierto; T4: Nivel de riego 100% CV más mulching. Las plántulas se trasplantaron 35 días después de la siembra, estableciendo 1 planta por maceta. Los tratamientos se aplicaron 10 días después del trasplante y la cosecha se realizó a los 63. Las evaluaciones tuvieron como objetivo medir los siguientes parámetros: masa fresca de la parte aérea (MFPA) (g planta⁻¹), número de frutos (NF) (por planta) y producción (g planta⁻¹). Además de estas variables, la profundidad de riego total aplicada en cada tratamiento se midió a partir del promedio de la profundidad total de dos contenedores por tratamiento. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza por la prueba F ($P < 0.05$) y las medias comparadas por la prueba de Tukey, por el software Agroestat, versión 1.0. Los valores medios de MFPA mostraron que, con la excepción de T1 (50% de la capacidad de agua de la maceta y suelo descubierto), los tratamientos no difirieron estadísticamente. Sin embargo, para las variables NF y producción, los mejores resultados los obtuvieron las plantas sometidas al tratamiento T4, compuesto por el 100% del CV más suelo cubierto con mulchingllo. Si bien la producción de T4 fue un 94,05% superior a la de T3, según el mejor tratamiento se necesitó menos agua, demostrando que la combinación de riego en niveles adecuados y el uso de mulchingllo es una técnica que brinda al productor una mayor productividad del pimiento. Dedo ahorrador de agua, generando mayor desempeño económico y menor impacto ambiental.

Palabra Clave: pimienta, *Capsicum*, mulching, producción, uso eficiente del agua

ABSTRACT

The demand for water by agriculture is increasing considerably. In Brazil, this volume corresponds to about 71% of the total consumed. In view of the growing scarcity of this resource, it is essential to develop technologies that allow cultivation with less water, without compromising agricultural productivity. Thus, this study aimed to evaluate the effect of combinations of irrigation blades associated with the use of plastic mulch, in the production of *Capsicum baccatum* var. pendulum. The experiment was carried out in the Plasticization Sector of the Rural Engineering Department of FCAV/UNESP, where 12 dm³ pots were used, filled with typical dystrophic Latossolo Vermelho (Latosolo), with a clayey texture, with a moderate "A" horizon. The experimental design used was in randomized blocks (DBC) with 6 replications. The treatments consisted of T1: irrigation level 50% of the pot capacity (CV) plus uncovered soil; T2: level of irrigation 50% CV plus white plastic mulch; T3: level of irrigation 100% CV plus uncovered soil; T4: 100% CV irrigation level plus white plastic mulch. The seedlings were transplanted 35 days after sowing, establishing 1 plant per pot. The treatments were applied 10 days after the transplant and the harvest was carried out at 63. The evaluations aimed to measure the following parameters: fresh mass of the aerial part (MFPA) (g plant⁻¹), number of fruits (NF) (per plant) and production (g plant⁻¹). In addition to these variables, the total irrigation depth applied in each treatment was measured from the average of the total depth of two vessels per treatment. The data were submitted to analysis of variance by the F test ($P < 0.05$) and the means compared by the Tukey test, using the Agroestat software, version 1.0. The mean values of MFPA showed that, with the exception of T1 (50% of the water capacity of the pot and uncovered soil), the treatments did not differ statistically. However, for the variables NF and production, the best results were obtained by plants submitted to the T4 treatment, composed of 100% of the CV plus soil covered with white vegetation cover. Although the production of T4 was 94,05% higher than that of T3, according to the best treatment, less water was needed, showing that the combination of irrigation at adequate levels with the use of plastic mulch is a technique that provides the producer with greater pepper productivity saving water generating greater economic yield and less environmental impact.

Keyword: pepper, *Capsicum*, mulch, production, efficient use of water

INTRODUÇÃO

A espécie *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, popularmente conhecida como pimenta dedo-de-moça, é uma Solonaceae bastante cultivada no Brasil, especialmente nas regiões sul e sudeste. A produção dessa pimenta é de grande importância para a geração de renda, pois abrange pequenos, médios e grandes produtores. A sua produção é destinada ao consumo *in natura* e à indústria alimentícia, que a utiliza para o preparo de molhos ou para a comercialização na forma desidratada em flocos ("pimenta calabresa") (CARVALHO et al., 2009).

De acordo com a FAOSTAT (2020), a produção mundial de pimentas no ano de 2018, para a categoria "*Chillies and peppers, dry*", que inclui, dentre outras pimentas, a *Capsicum baccatum*, foi de pouco mais de 4,1 milhões de toneladas. Os três maiores produtores são Índia, China e Etiópia, cada qual respondendo por 43,41%, 7,71% e 7,06% da produção, respectivamente. Contudo, observa-se que os dados sobre a comercialização e produção da pimenta no Brasil são escassos, visto que grande parte da produção é comercializada em mercados locais, ficando de fora dos levantamentos de produção nacional (DOMENICO et al., 2012).

O ciclo produtivo da pimenta dedo-de-moça dura entre 120 a 150 dias, dependendo da cultivar e das condições ambientais. Essa espécie apresenta um bom desenvolvimento quando cultivada em locais com temperaturas mais elevadas, uma vez que é sensível a climas frios e não tolera geadas. Os frutos são de proporções medianas quando comparados a outras pimentas, possuem aspecto alongado e cor vermelha quando maduros, com dimensões de 7,5 cm de comprimento por 1 a 1,5 cm de largura, com polpa firme e pungência suave (CARVALHO et al., 2003).

Nas últimas décadas a adoção de irrigação em áreas cultivadas com hortaliças, inclusive pimenta, vem sendo expandida consideravelmente. Isso ocorre devido aos seus benefícios para a produção agrícola, pois garante o fornecimento de água em quantidade adequada, no momento necessário. Estima-se que a agricultura seja responsável por 71% do consumo nacional de água. Grande parte desse recurso é empregado na irrigação, que até 2030 deverá ter a área expandida em até 45%, com 10,09 milhões de hectares irrigados, exigindo um volume de 1,055 milhão de litros de água por segundo (BRASIL. Agência Nacional de Águas,

2017). Entretanto, devido ao aumento da escassez deste recurso em diversas regiões do mundo, o seu uso de forma racional é indispensável (SOUSA et al., 2011).

Por isso, identificar o volume adequado de água para suprir as necessidades fisiológicas da cultura e conciliá-lo com estratégias de manejo, que possam favorecer a manutenção da água no solo, é crucial para uma produção agrícola sustentável. Dentre as estratégias, têm-se as técnicas de cobertura do solo, como o uso do filme de polietileno “mulching”, a qual tem um papel muito importante na conservação da umidade do solo (CHOUDHARY; BHAMBRI, 2012).

Contudo, apesar da necessidade do uso de irrigação para a produção da pimenta dedo-de-moça, ainda há poucas informações disponíveis em relação demanda de água aliada com uso de cobertura no solo e o seu efeito na produtividade. Desta forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito das combinações de níveis de irrigação associado ao uso de mulching na cor branca, na produção de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O requerimento hídrico da pimenteira pode variar entre 500 mm a 800 mm por ciclo, dependendo de fatores como clima, solo, manejo e variedade. Para as variedades de ciclo longo, esse valor pode ultrapassar o volume de 1.000 mm (FILGUEIRA, 2008). Sendo assim, a adoção de irrigação para o controle do volume de água necessário para o pleno desenvolvimento da cultura é um fator de extrema importância, principalmente em regiões onde as precipitações ocorrem de forma irregular (DASSIE et al., 2017).

A pimenta é considerada uma das culturas mais susceptíveis ao déficit hídrico, especialmente quando em estádios fenológicos críticos, como a floração e enchimentos de frutos, tendo como consequência a queima das flores e o abortamento de frutos, acarretando em perda de produtividade. Por sua vez, quando há excesso de umidade no solo durante a floração, observa-se um grande número de flores não fecundadas (VALMIR JUNIOR et al., 2015).

O uso de coberturas sobre o solo, como filme de polietileno “mulching”, é uma ferramenta muito importante para a manutenção do nível de umidade adequado no solo. Essa técnica, quando adotado conjuntamente com o sistema de irrigação eficiente, contribui para a diminuição do consumo de água, pois auxilia na redução da perda de água no solo mediante a

sua evaporação, reduzindo consideravelmente o volume de água necessário para irrigar a área, além de estimular a atividade microbiana do solo (SILVA, 2014).

A cobertura tem a função de contribuir no controle da amplitude térmica do solo, evitando assim altas variações de temperatura. A cor do mulching é uma característica que influencia diretamente no comportamento da temperatura no solo. O plástico branco é mais reflexivo devido à cor clara, o que proporciona maior dispersão de luz, como consequência há a diminuição da temperatura do solo, evitando possíveis queimas de folhas em culturas sensíveis ou estresse oxidativo, que pode levar a queda da taxa fotossintética da planta. Já o polietileno preto absorve mais luminosidade, criando uma camada com temperatura mais alta, sendo de grande interesse para culturas que apresentam um bom desenvolvimento em climas mais quentes (MAIDA; BISEN; DIWA, 2019).

Além disso, sob estas condições as plantas apresentam maior desenvolvimento, favorecido pela luz solar refletida, principalmente nas coberturas de cores claras, pois proporciona maior disponibilidade de radiação fotossintética. A manutenção da umidade no solo em condições semelhantes às fornecidas pela cobertura morta melhora a condição do microclima, o que contribui para a formação de um ambiente adequada para a produção de plantas com maior número de ramos primários e secundários (ASHRAFUZZAMAN et al., 2011).

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Setor de Plasticultura do Departamento de Engenharia e Ciências Exatas da FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal, latitude 21°15'22" S e longitude 48°18'58" W, com altitude média de 595 m. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical, seco no inverno e com chuvas no verão, apresentando temperatura média anual de 22,5 °C (GARCIA; ANDRÉ, 2015).

Os dados climáticos de temperatura e umidade ocorridos durante o primeiro semestre de 2020 estão apresentados na Figura 1.

Figura 01. Variação de temperatura (T_{média}) e umidade relativa do ar (U_{média}) em ambiente protegido. UNESP, Jaboticabal – SP, 2020.

Fonte: Própria (2020).

Foram utilizados vasos de 12 dm³, preenchidos com Latossolo Vermelho distrófico típico (Latossolo), de textura argilosa, com horizonte A moderado, conteúdo de óxido de ferro menor que 8% e relação (SiO₂) / (Al₂O₃ + Fe₂O₃) maior que 0,75 (EMBRAPA, 2008), cujas características químicas estão contidas na Tabela 1.

Tabela 1: Análise de solo da área experimental. UNESP, Jaboticabal - SP.

pH	M.O.	P	S	Ca	Mg	Na	K	Al	H+Al SMP	S.B	CTC	Sat. Bases	Sat. Al
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³						mmol _c dm ⁻³				V%	m%
6,3	24	52	11	30	9	NS	2,3	0	17	41,0	57,8	71	0

Fonte: Própria (2020).

Com base no resultado da análise química do solo foi realizada a adubação de transplante, conforme recomendação do Boletim 100 do IAC (VAN RAIJ et al., 1997), para a cultura da pimenteira hortícola. Para tanto, foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples e 320 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio. Na adubação de cobertura foram utilizados 80 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ de K₂O, parcelados em seis vezes.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC) com 6 repetições, avaliando-se a produção da pimenteira dedo-de-moça (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) sob combinações de níveis de irrigação e uso de mulching na cor branca. As plantas foram conduzidas em vasos com volume de 10 litros. Os tratamentos consistiram em T1: nível de irrigação 50% CV + solo descoberto; T2: nível de irrigação 50% CV + mulching branco; T3: nível de irrigação 100% CV + solo descoberto; T4: nível de irrigação 100% CV +

mulching branco. As mudas foram transplantadas 35 dias após a semeadura, estabelecendo-se 1 planta por vaso. Os tratamentos foram aplicados aos 10 dias após o transplantio e a colheita foi realizada aos 63 dias.

O nível de irrigação de 100% da capacidade de vaso foi obtido através da saturação do vaso e posterior drenagem, definindo assim a “capacidade de vaso” (CV), que corresponde a quantidade máxima de água que pode ser retida no volume de solo considerado (CASAROLI; JONG VAN LIER, 2008). Para o nível de irrigação 50% foi aplicado metade deste volume. As irrigações foram aplicadas dias sim dia não (turno de rega de 1 dia). A lâmina total de irrigação aplicada em cada tratamento foi mensurada a partir da média da lâmina total de dois vasos por tratamento. A lâminas aplicadas foram mensuradas a partir da evapotranspiração estimada pela pesagem dos vasos.

As avaliações foram efetuadas em cada unidade experimental, mensurando os seguintes parâmetros: massa fresca da parte aérea (MFPA) (g planta^{-1}), número de frutos (NF) (por planta) e produção (g planta^{-1}).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, por meio do software Agroestat, versão 1.0 (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstraram os efeitos benéficos da combinação da irrigação a 100% da capacidade de vaso mais o emprego de cobertura mulching. Os valores médios de matéria fresca da parte aérea (MFPA) evidenciaram que, à exceção de T1 (50% capacidade de água do vaso e solo nu), os tratamentos não se diferiram estatisticamente (Figura 2). Para as variáveis número de frutos (NF) (Figura 3) e produção (g planta^{-1}) (Figura 4), ficou comprovado o melhor rendimento das plantas submetidas ao tratamento T4 (100% da capacidade de água do vaso, mais solo coberto com mulching de cor branca).

Os resultados da MFPA, analisados juntamente com os de NF e produção, revelam que o impacto positivo do uso de mulching, combinado com irrigação a 100% da CV, não advém de plantas maiores e com maior massa verde, mas sim da maior produtividade por planta.

Sob cobertura de plástico, o solo pode apresentar temperatura ideal e melhor microclima, o que leva ao melhor crescimento e desenvolvimento das plantas, resultando em

altas taxas de frutificação (BHATT et al., 2011). Juntamente a isso, o uso desta cobertura proporciona melhor utilização da água aplicada, reduzindo a taxa de perda de água por evaporação da superfície do solo (DEBBARMA; BHATT; UNİYAL, 2019).

O uso de cobertura morta, tanto na forma orgânica, quanto inorgânica, tem um papel importante na produção de vegetais, principalmente quando em condições de sequeiro, pois além de conservarem a umidade do solo e atuarem na sua regulação da temperatura, também suprimem a população de ervas daninhas, diminuindo a competição por nutrientes, ocasionando maior rendimento das culturas (BHATT et al., 2011).

Conforme pode ser visto na Tabela 2, o uso de mulching, além de proporcionar melhores resultados de produtividade, proporcionou economia no volume de água aplicado. Tais resultados evidenciam o potencial da técnica para a melhor eficiência de uso da água, restando-a por mais tempo no solo, o que pode gerar maior economia, por exemplo, nos custos de operação, além de menores impactos ambientais advindos do alto consumo hídrico dos sistemas de irrigação.

Tabela 2: Lâminas totais de irrigação aplicada nos tratamentos, economia de água e produção de pimentas obtidas com o uso da cobertura mulching em pimenteira dedo-de-moça (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*). Valores seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Tratamento	Lâmina total (mm 2 vasos ⁻¹)	Economia de água em relação ao tratamento sob mesma condição de irrigação	Produção de pimenta (g planta ⁻¹)
T1 (50% cv + solo nu)	443,88	--/--	34,76 b
T2 (50% cv + mulching)	378	14,84%	52,83 b
T3 (100% cv + solo nu)	846,94	--/--	120,41 ab
T4 (100% cv + mulching)	764,29	9,76%	233,66 a

Fonte: Própria (2020).

Sendo considerada uma cultura de alta sensibilidade ao déficit hídrico, a pimenteira pode apresentar uma série de distúrbios quando nesta condição, como a queima de flores e abortamento de frutos, especialmente em estádios fenológicos críticos para a cultura, como a floração e enchimentos de frutos, o que ocasiona decréscimos na produtividade. No entanto, diante do excesso de umidade no solo, principalmente durante a floração, pode haver o

aparecimento de flores não fecundadas (VALMIR JUNIOR et al., 2015).

Dessa forma, se faz necessário a aplicação de técnicas de manejo de irrigação que, não somente providenciem o volume de água exigido, mas que propiciem também a adequada manutenção da umidade do solo, de forma estável durante o ciclo produtivo da cultura, o que pode ser conseguido com o uso de coberturas plásticas como a técnica do mulching, com seus benefícios já sendo amplamente divulgados em pesquisas com as mais variadas espécies.

Em clima subtropical, as pimentas (*Capsicum* sp.) apresentam maior desenvolvimento e frutificam mais sob mulching branco em comparação a cobertura de palha (VOS; SUMARNI, 1997). Vale ressaltar a vantagem da coloração branca da cobertura em relação ao mulching preto, que em clima semi-árido quente, resultou na queima dos frutos e em menor produtividade, conforme observado por Robert e Anderson (1994).

Conforme citado anteriormente, a cor do mulching influencia diretamente na amplitude térmica do solo e, por ser mais reflexivo, proporciona maior dispersão de luz, diminuindo a temperatura e evitando possíveis queimas de folhas em culturas sensíveis (MAIDA; BISEN; DIWA, 2019). Dessa forma, a cor branca da cobertura plástica utilizada nesta pesquisa, provavelmente foi mais um fator que colaborou positivamente para a obtenção dos resultados obtidos.

Figura 2: Valores médios de massa fresca da parte aérea da pimenteira dedo de moça sob níveis de irrigação e cobertura do solo em ambiente protegido. Coeficientes de variação: 19,35%. UNESP, Jaboticabal, SP. Valores seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Fonte: Própria (2020).

O melhor desenvolvimento das pimenteiras dedo-de-moça em T4 pode ter sido em resposta, para além da manutenção de temperatura e umidade do solo, de fatores bioquímicos, como, por exemplo, a regulação de fitocromo, ou fatores radiativos (aumentando ou diminuindo a carga de calor na folhagem). Cebula (1995) observou o dobro de reflexão da

radiação fotossinteticamente ativa refletida (PAR) com o uso de mulching em relação ao solo descoberto.

Em outra pesquisa, o plástico branco refletiu seis vezes mais PAR do que o plástico preto e cerca de 50% a mais do que o mulching reflexivo de prata (DECOTEAU et al., 1989). Tais estudos demonstraram, já naquelas décadas, os benefícios do uso do mulching na cor branca para o desenvolvimento das culturas, em especial as hortícolas. Estes resultados são notados por propiciar melhor microclima e disponibilizar maior radiação fotossintética às plantas.

Figura 3: Valores médios de número de fruto da pimenteira dedo de moça sob níveis de irrigação e cobertura do solo em ambiente protegido. Coeficientes de variação: 13,07%. UNESP, Jaboticabal, SP. Valores seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Fonte: Própria (2020).

Conforme relatado, o requerimento hídrico da pimenteira pode variar entre 500 mm a 800 mm, podendo ultrapassar o volume de 1.000 mm (FILGUEIRA, 2008). Tal exigência deve ser suprida no volume e momento adequado, ou seja, não somente o volume, mas a forma como é mantido a umidade do solo. Conforme podemos observar nos resultados, o uso de mulching branco, muito provavelmente por promover melhor manutenção do teor de água no solo, possibilitou melhor produtividade mesmo sob uma lâmina menor, exigindo cerca de 9,76% a menos desse volume do que o segundo melhor tratamento (T3), em que a cobertura não foi aplicada (Tabela 2).

Como pode ser visto na Tabela 3, a produção de frutos por planta foi melhor em T4, que aliou irrigação à 100% CV mais a cobertura plástica. De acordo com o relatado por Silva (2014), a utilização deste tipo de cobertura de solo, aliada a um sistema de irrigação eficiente, reduz o consumo de água por diminuir consideravelmente a perda de água no solo pela evaporação, reduzindo o volume de água necessário na irrigação. Outro efeito importante

citado pelo autor, é que esta técnica estimula a atividade microbiana do solo.

Conforme pode ser visto na Tabela 3, o tratamento T4 apresentou um incremento na produção de 94,05% em comparação ao tratamento T3, o segundo melhor tratamento. Para além do incremento de produtividade, estes resultados sugerem que a técnica pode ser uma grande aliada na redução do volume de água aplicado nos sistemas de irrigação gerando menor impacto ambiental ao proporcionar maior eficiência do uso da água.

Respondendo por cerca de 71% de todo o montante de água consumido no país (BRASIL. Agência Nacional de Águas, 2017), a adoção de técnicas que garantam boa produtividade, aliada a redução do consumo hídrico, só tem a beneficiar as cadeias produtivas nacionais, especialmente diante da previsão de expansão de 45% da área irrigada até 2030, o que corresponderá por 10,09 milhões de hectares irrigados, exigindo 1,055 mil metros cúbicos de água por segundo.

Figura 4: Valores médios de produção da pimenteira dedo de moça sob níveis de irrigação e cobertura do solo em ambiente protegido. Coeficientes de variação: 21,36%. UNESP, Jaboticabal, SP. Valores seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Fonte: Própria (2020).

Conforme pode ser observado na Tabela 3, o uso de mulching proporcionou incrementos expressivos em NF e produção nas duas condições de irrigação, mesmo diante de situação de estresse hídrico do tratamento T2

Tabela 3: Incrementos em NF e produção obtidos com o uso da cobertura mulching em pimenteira dedo-de-moça (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*). Valores seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Tratamento	Incremento em NF em relação ao tratamento sob mesma condição de irrigação	Incremento na produção em relação ao tratamento sob mesma condição de irrigação
T1 (50% cv + solo nu)	--/--	--/--
T2 (50% cv + mulching)	61,27% b	52% b
T3 (100% cv + solo nu)	--/--	--/--
T4 (100% cv + mulching)	25,71% a	94,05% a

Fonte: Própria (2020).

Diante dos promissores resultados obtidos nesta pesquisa, os autores deixam como sugestão a condução de novos estudos para melhor compreensão da dinâmica da temperatura e umidade do solo sob uso de cobertura plástica mulching, avaliando-se, como exemplo, a radiação fotossinteticamente ativa e variáveis diretamente relacionadas ao estado fisiológico vegetal, como a condutância estomática e potencial de água na folha aliado ao estabelecimento das plantas sob condições de campo e outros níveis de irrigação e coloração de mulching, a fim de fortalecer a base de informações a respeito desta promissora técnica na cultura da pimenteira dedo-de-moça.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a combinação da irrigação a 100% da capacidade de vaso aliado à presença do mulching possibilita ganhos de produtividade de até 94,05% em pimenteira dedo-de-moça (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) em comparação ao tratamento sem a presença da cobertura (T3). Desta forma, a técnica pode ser apontada como uma alternativa capaz de proporcionar ao produtor maior produtividade aliada à economia no volume de água de irrigação.

REFERÊNCIAS

- ASHRAFUZZAMAN, M.; HALIM, M. A.; ISMALL, M. R.; SHAHIDULLAH, S. M.; HOSSAIN, M. A. Effect of Plastic Mulch on growth and yield of chilli. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 54, n. 2, p. 321-330, 2011.
- AZEVEDO, B. M.; CHAVES, S. W. P.; MEDEIROS, J. F.; AQUINOS, B. F.; BEZERRA, F. M. L.; VIANA, T. V. A. Rendimento da pimenteira em função de lâminas de irrigação. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 3, p. 268-273, 2005.
- BARBOSA, JC; MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação agronômica e agroestat: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos**. Jaboticabal: Multipress, 2015.
- CARVALHO, S. I. C.; RIBEIRO, C. S. C; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. 'BRs Mari': nova cultivar de pimenta dedo-de-moça para processamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 571-573, 2009.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Disponível em <<http://atlasirrigacao.ana.gov.br/>>. Acesso em 08 de out. 2020.
- CHOUDHARY, V. K.; BHAMBRI, M. C. Agro-economic potential of capsicum with drip irrigation and mulching. **SAARC Journal of Agriculture**, v.10, n.2, p.51-60, 2012.
- CASAROLI, D.; LIER, Q. J. V. Critérios para determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 59-66, 2008.
- CARVALHO, S. I. C. de; BIANCHETTI, L. de B.; BUSTAMANTE, P. G.; SILVA, D. B. da. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (Capsicum spp.) da Embrapa Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003. 49 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 49).
- CEBULA, S. Black and transparent plastic mulches in greenhouse production of sweet pepper. II. Light conditions and the generative development of plants. **Folia Horticulturae**, v. 7, ed. 2, p. 59-67, 1995.
- DASSIE, L. A., ALEMAN, C. C., MOREIRA, A. C. M., MIGNACCA, F. A., ZANFOLIN, P. R. L., & CARVALHO, P. R. Produção irrigada de mudas de pimenta dedo de moça (*Capsicum baccatum*). **Colloquium Agrariae**, v. 13, n.3, p. 128-131, dez. 2017.
- DOMENICO, C. I.; COUTINHO, J. P.; GODOY, H. T.; MELO, A. M. T. Caracterização agronômica e pungência em pimenta de cheiro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 466-472, jul. – set. 2012.
- DECOTEAU, D. R.; KASPERBAUER, M. J.; HUNT, P. G. Mulch surface color effects yield of fresh-market tomatoes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 114, ed. 2, p. 216-219, mar. 1989.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2008. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, 5.ed. Rio de Janeiro:

Embrapa Solos. 590p.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. **Crops Statistics - 2020**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 09 out. 2020.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. UFV, Viçosa, 2008. 421p.

GARCIA, A., ANDRÉ, R. G. B. Variabilidade temporal da temperatura do ar em Jaboticabal-SP. **Nucleus**, v. 12, n. 1, p. 181-188, 2015.

MAIDA, P.; BISEN, B. P.; DIWAN, G. Effect of Plastic Mulch on Growth and Yield of Chilli (*Capsicum annuum* L.). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 8, n. 12, p. 2056-2062, 2019.

ROBERTS, B. W.; ANDERSON, J. A. Canopy shade and soil mulch affect yield and solar injury of bell pepper. **HortScience**, v. 29, ed. 4, p. 258-260, abr. 1994.

SILVA, D. R. M. Aspectos vegetativos e reprodutivos para a cultura da melancia sob diferentes coberturas de solo e níveis de irrigação em Teresina – PI. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 2, p. 96-103, 2014.

SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 769p.

VALMIR JUNIOR, M.; VASCONCELOS, A.J.F.; LIMA, L.S.S.; SILVA, K.F.; CARVALHO, C.M. Eficiência do uso da água em pimenta da espécie *Capsicum frutescens* L., variedade tabasco. **Brazilian journal of applied technology for agricultural science**, v.8, n.3, p. 53-61, 2015.

VOS, J. G. M.; SUMARNI, N. Integrated crop management of hot pepper (*Capsicum* spp.) under tropical lowland conditions: Effects of mulch on crop performance and production. **Journal of Horticultural Science**, v. 72, ed. 3, p. 415-424, 1997.

VAN RAIJ, B; CANTARELLA, H; QUAGGIO, JÁ; FURLANI, AMC. 1997. **Boletim 100: Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo / Fundação IAC, 173 p.

CAPÍTULO 08: DURAÇÃO DO PERÍODO DE MOLHAMENTO POR ORVALHO EM UM ECOSISTEMA DE CUPUAÇU, CASTANHAL-PA

CAPÍTULO 08: DURACIÓN DEL PERÍODO DE HUMECTACIÓN POR ROCÍO EN UN ECOSISTEMA DE CUPUAÇU, CASTANHAL-PA

CHAPTER 08: DURATION OF THE DEW WETTING PERIOD IN A CUPUAÇU ECOSYSTEM, CASTANHAL-PA

Maria de Lourdes Alcântara Velame¹; Matheus Lima Rua²; Stefany Porcina Peniche Lisboa³; João Vitor Ferreira da Silva⁴; Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.122-134>

RESUMO

A duração do período de molhamento (DPM) é um fator meteorológico de grande importância para a epidemiologia em culturas agrícolas, pois, há uma relação direta entre a umidade e a propagação de doenças. Logo, o conhecimento do DPM é um fator fundamental para a execução do controle de doenças. Por esta razão, este trabalho teve como objetivo estimar os valores de duração de período de molhamento do cupuaçu nas condições microclimáticas de Castanhal-PA utilizando método de depressão da temperatura do ponto de orvalho, menor que 0,5 °C ($DPO < 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$). O experimento ocorreu em um plantio comercial de cupuaçuzeiro (cv. BRS Carimbó) em consórcio com açaizeiro (cv. BRS-PA), no município de Castanhal-PA. A coleta de dados foi realizada entre agosto a dezembro de 2019. Foram utilizados os seguintes dados: temperatura do ar – Tar (°C), umidade relativa – UR (%), pressão de saturação de vapor – e_s (kPa), pressão parcial de vapor – e_a (kPa), temperatura do ponto de orvalho – T_o (°C) e a depressão do ponto de orvalho – DPO (°C). Onde os dados climáticos como Tar e UR, foram retirados de uma torre micrometeorológica instalada no centro da área experimental, e esses dados foram utilizados para calcular a e_s , e_a e T_o . Pela diferença entre T_o e a Tar, foi obtido a DPO. Os demais dados de DPV, foram encontrados através da equação de Tetens. O período de molhamento da cultura do cupuaçuzeiro é influenciado pela temperatura do ponto de orvalho e pela disponibilidade hídrica (precipitação pluviométrica), sendo que os valores máximos de NHDPO ocorreram quando as chuvas aumentaram no mês de dezembro. A fenofase de maior risco para o aparecimento de doenças considerando o NHDPO é a frutificação.

Palavras-Chave: *Theobroma grandiflorum*, elementos climáticos, risco de doenças.

RESUMEN

La duración del período de humectación (DPM) es un factor meteorológico de gran importancia para la epidemiología de los cultivos agrícolas, ya que existe una relación directa entre la humedad y la propagación de enfermedades. Por tanto, el conocimiento de la DPM es un factor fundamental para la ejecución del control de enfermedades. Por este motivo, este trabajo tuvo como objetivo estimar los valores del período de humectación del cupuaçu en las condiciones microclimáticas de Castanhal-PA utilizando un método de depresión de temperatura del punto de rocío, por debajo de 0,5 °C ($DPO < 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$). El experimento se llevó a cabo en una plantación comercial de cupuaçuzeiro (cv. BRS Carimbó) en consorcio con açaizeiro (cv. BRS-PA), en el municipio de Castanhal-PA. La recolección de datos se realizó entre agosto y diciembre de 2019. Se siguieron los siguientes datos: temperatura del aire – alquitrán (°C), humedad relativa – RH (%), presión de saturación de vapor (kPa), presión de vapor

¹ Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, alcantaravelame@gmail.com

² Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, matheusrua99@gmail.com

³ Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, porcinalisboa23@gmail.com

⁴ Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, jovitor838@gmail.com

⁵ Professor Dr., Universidade Federal Rural da Amazônia, paulojorge_oliveira@globomail.com

parcial - e_a (kPa), temperatura del punto de rocío - A ($^{\circ}\text{C}$) y depresión del punto de rocío - DPO ($^{\circ}\text{C}$). Donde los datos climáticos como Tar y UR, se tomaron de una torre micrometeorológica instalada en el centro del área experimental, y estos datos se utilizaron para calcular e_s y T_o . Debido a la diferencia entre T_o y Tar, se construyó el DPO. Los otros datos de DPV se obtuvieron mediante la ecuación de Tetens. El período de humectación de la cultura cupuaçuzeiro está influenciado por la temperatura del punto de rocío y la disponibilidad de agua (lluvia), y los valores máximos de NHDPO ocurrieron cuando las lluvias aumentaron en diciembre. La fenofase de mayor riesgo para la aparición de enfermedades considerando el NHDPO es la fructificación.

Palabras Clave: *Theobroma grandiflorum*, elementos climáticos, riesgo de enfermedades.

ABSTRACT

The length of the wetting period (DPM) is a meteorological factor of great importance for the epidemiology of agricultural crops, since there is a direct relationship between moisture and the spread of diseases. Therefore, knowledge of DPM is a fundamental factor for the execution of disease control. For this reason, this work aimed to estimate the values of cupuaçu wetting period in the microclimatic conditions of Castanhal-PA using a dew point temperature depression method, below $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (DPO $<0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$). The experiment took place in a commercial plantation of cupuaçuzeiro (cv. BRS Carimbó) in consortium with açaizeiro (cv. BRS-PA), in the municipality of Castanhal-PA. Data collection was carried out between August, December 2019. The following data were followed: air temperature - tar ($^{\circ}\text{C}$), relative humidity - RH (%), vapor saturation pressure (kPa), partial vapor pressure - e_a (kPa), dew point temperature - T_o ($^{\circ}\text{C}$) and dew point depression - DPO ($^{\circ}\text{C}$). Where climatic data such as Tar and UR, were taken from a micrometeorological tower installed in the center of the experimental area, and these data were used to calculate e_s and T_o . Due to the difference between T_o and Tar, the DPO was built. The other DPV data were found using the Tetens equation. The wetting period of the cupuaçuzeiro culture is influenced by the dew point temperature and water availability (rainfall), and the maximum NHDPO values occurred when the rains increased in December. The phenophase of greatest risk for the appearance of diseases considering the NHDPO is fruiting.

Keywords: *Theobroma grandiflorum*, climatic elements, risk of diseases.

INTRODUÇÃO

O termo “molhamento foliar” abrange todas as formas de água líquida na superfície das folhas das plantas, com origem na formação de orvalho, na precipitação ou na irrigação (DURIGON; LIER, 2013). O orvalho é definido como a água condensada sobre a superfície, quando a temperatura dessa atinge o ponto de orvalho, devido ao resfriamento intenso, por perda de radiação de ondas longas, em noite de céu limpo, sem vento e com alta umidade no ar próximo a superfície (PEREIRA et al., 2002). A temperatura do ponto de orvalho, por sua vez, é a temperatura na qual uma dada parcela de ar deve ser resfriada sob pressão e teor de vapor constantes a fim de que haja saturação (MONTEITH, 1973).

O orvalho que ocorre nas plantas, pode ser originado de dois processos distintos: a precipitação de orvalho e a destilação do orvalho (ROSEMBERG et al., 1983). Sendo a “precipitação de orvalho”, quando ocorre condensação do vapor proveniente da camada imediatamente superior, adjacente a superfície, e a “destilação do orvalho”, quando ocorre

condensação do vapor proveniente de uma superfície evaporante inferior à folha, sendo que ambos são funções do gradiente de pressão de vapor (SHARMA, 1976). Em condições de alta umidade atmosférica, o orvalho é originado principalmente pelo processo de precipitação do orvalho; já sob condições semi-áridas, o orvalho é proveniente principalmente do processo de destilação do orvalho (HUBER; GILLESPIE, 1992).

São variados os trabalhos que evidenciam a importância e a influência das variáveis ambientais, especialmente da DPM causada por orvalho ou chuva, no estabelecimento e desenvolvimento de doenças nas culturas agrícolas. O orvalho e a chuva propiciam longos períodos com a presença de água na forma líquida sobre as folhas e frutos, permitindo a germinação dos esporos dos fungos e servindo como veículo para o processo de penetração do tubo germinativo, sendo que quanto maior a DPM maior é a taxa de infecção (CIARISSE et al., 2000).

Em geral, a presença de molhamento sobre a superfície das plantas provê a água requerida pelos patógenos para o processo de germinação e infecção do tecido foliar. Sendo assim, DPM elevada associada à alta concentração de inóculo são de grande importância para a esporulação fúngica e para os danos subsequentes (LULU, 2008; GUYOT et al., 2005).

Algumas variáveis meteorológicas como as temperaturas do ar e do ponto de orvalho e a umidade relativa constituem uma opção para gerar modelos que possibilitem estimar o período de molhamento por orvalho. A determinação da DPM é necessária para identificar o potencial de riscos de surtos de ocorrência de doenças nas culturas, para que assim seja tomada a decisão quanto à realização dos controles (ALMEIDA; MACHADO, 2009).

Este trabalho teve por objetivo estimar os valores de duração de período de molhamento do cupuaçu nas condições microclimáticas de Castanhal-PA utilizando método de depressão da temperatura do ponto de orvalho, menor que 0,5 °C ($DPO < 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Aspectos botânicos

O cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Wild.Ex.Spreng.) Schum] pertencente à família Malvaceae, é uma espécie frutífera de grande relevância para a região amazônica, por sua fácil adaptação, alta produtividade dos frutos e melhores índices de aproveitamento industrial (COSTA et al., 2003; GOMES et al., 2020).

Possui sistema radicular pivotante nos primeiros 20 a 25 cm de profundidade do solo,

sendo que grande quantidade de raízes laterais, pode chegar até 15 metros de altura, sua copa com 6 a oito metros de diâmetro, servindo para o sombreamento, devido a expansão de sua copa. Suas folhas quando novas apresentam cor rosa e são cobertas de pelos, mudando conforme a maturação para verde escuro. As flores são encontradas nos ramos, com pétalas brancas ou vermelha de tonalidade variável. Ademais, os frutos dispostos na árvore possuem formatos distintos, e após maduros se desprendem da planta (GONDIM et al., 2001; SOUZA, 2007).

Condições edafoclimáticas

É uma cultura adaptada em terra firme, seu cultivo pode ser estabelecido em solos com diferentes níveis de fertilidade, e boa estruturação física. Ademais, também é observado uma demanda por cultivares apropriadas para locais sujeitos a inundação amiúde (SANTOS, 2016).

Segundo uma pesquisa realizada por Souza (2007) o cupuaçuzeiro se desenvolve eficientemente em condições de temperatura média anual de 21,6 C° a 27,5 C°, umidade relativa do ar anual de 77% a 88%, com um regime pluviométrico na faixa de 1.900 a 3.100 mm. Por esse fator as melhores condições edafoclimáticas para o desenvolvimento dos processos gerais da frutífera são encontradas na região amazônica. Assim, os elementos climáticos, como temperatura, alta umidade relativa do ar apresentam alta relevância no desenvolvimento vegetal (CARVALHO et al., 2015).

Valor econômico

Dentro da grande lista de frutas existentes com valor econômico na Amazônia, tem-se o cupuaçu. As sementes e a polpa do fruto apresentam ótimas qualidades nutricionais, tais como fonte de ácido ascórbico, compostos fenólicos (DIAS et al., 2019). Exibem elevados teores de óleo, podendo ser aproveitadas de inúmeras formas. Seu valor econômico é notável, o que torna a exploração da espécie uma atividade lucrativa, dando relevância a aquisição de variedades altamente produtivas (ARAÚJO et al., 2002; LÓPEZ, 2015).

Elementos climáticos

A temperatura, a umidade do ar, a ação do vento e o molhamento foliar são fatores que induzem a propagação de fungos, assim como, a infecção de plantas. O molhamento foliar é causado devido à chuva, neblina, irrigação e principalmente por orvalho. Logo, designa-se tal condição como presença de água na forma líquida, sobre a parte aérea dos vegetais. O orvalho é formado a partir do resfriamento noturno, com perdas de radiação de onda longa, e redução da temperatura até atingir o ponto de orvalho, ocorrendo assim a saturação, em sequência dá-

se o início do processo de condensação por vapor (ALMEIDA E MACHADO, 2009; SENTELHAS et al, 2008).

A precipitação é uma das variáveis climáticas de maior importância para as culturas. No Pará o período chuvoso é caracterizado por intensa quantidade de chuva, acarretando variações em elementos como temperatura, umidade do ar e nebulosidade (MORAES et al., 2005). A umidade relativa é a relação entre a quantidade de água existente no ar, e a quantidade máxima para chegar no ponto de saturação. Estes dois elementos climatológicos são responsáveis por favorecer os agentes causadores de doenças nas plantas (ANGELOTTI; HAMADA, 2017).

A temperatura do ponto de orvalho ocorre quando a temperatura do ar úmido se torna frio, e passa ao estado líquido, sendo um bom indicador para a quantidade de água existente no ar. O ponto de orvalho aponta a temperatura na qual o ar está saturado, ou seja, quando a água inicia o processo de condensação (GUIMARÃES, 2012).

A duração do período de molhamento foliar (DPM), induzido pela deposição do orvalho é uma variável difícil de analisar, visto que não está relacionada apenas a variáveis meteorológicas (DURIGON; LIER, 2013).

METODOLOGIA

Área de estudo

O experimento foi conduzido em um plantio comercial de cupuaçuzeiro (cv. BRS Carimbó), implantadas no espaçamento de 8 x 8 m, em consórcio com açaizeiro (cv. BRS-PA), no espaçamento de 8 x 4 m, o plantio em 2019 possuía oito anos de idade, o mesmo é localizado próximo a Fazenda Escola de Castanhal-PA, Latitude 1°19'24.48"S e Longitude 47°57'38.20"W (Figura 01). Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é definido como Ami (ALVARES et al., 2014).

Figura 01: Área experimental e localização da torre micrometeorológica em um consórcio de cupuaçu e açaí, em Castanhal-PA.

Fonte: Monteiro (2020).

Foram coletados amostras de solo nas camadas de 00-0,20 e 0,20-0,40m para caracterização química e física, as análises foram realizadas no departamento de solo da Universidade Federal Rural da Amazônia (Tabela 01).

Tabela 01: Caracterização química e físico-hídricos do solo da área experimental.

Atributos químicos	00-0,20m	0,20-0,40m
pH (H ₂ O)	0,05320	0,04940
MO (%)	0,00714	0,00666
P (cmol _c dm ⁻³)	0,00925	0,06849
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,0025	0,00505
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00295	0,00098
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00097	0,00097
Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³	0,00263	0,00789
Atributos físicos		
Areia (%)	0,85564	0,89105
Silte (%)	0,09545	0,03079
Argila (%)	0,04891	0,07815
Densidade do solo (g cm ⁻³)	0,01417	0,01893
Capacidade de campo (m ³ m ⁻³)	0,00213	0,00570
Ponto de murcha permanente (m ³ m ⁻³)	0,00061	0,00234

Fonte: Própria (2020).

Com base nessas informações de análise de solos, foi efetuado o manejo nutricional com uso de adubação química e orgânica, cuja formulação química continha 13%N-11%P-21%K + 2%Mg, 0,2%B, correspondendo a 2,0 kg/ano/touceira, as quais foram parceladas em três aplicações por ano. O controle de plantas daninhas foi realizado trimestralmente por capina física.

Durante o segundo semestre do ano a área foi irrigada por meio de microaspersão, com um emissor por planta, com pressão de serviço de 5,5 mca e vazão de 34,00 L h⁻¹. A

eficiência do sistema de irrigação foi avaliada em 94%. A irrigação ocorreu diariamente a partir da estimativa da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith.

Coleta de dados e análises

As avaliações foram realizadas durante o ano de 2019. Na área experimental foi instalado e instrumentada uma torre micrometeorológica automática programada a um datalogger (CR1000, Campbell Scientific), com registro de médias de 20 em 20 minutos, os sensores instalados foram de precipitação pluviométrica – PP (Hydrological Services – TB4), temperatura do ar – Tar e umidade relativa – UR (HMP45C, Campbell) (Figura 02 e 03).

Figura 02: Torre micrometeorológica em um consórcio de cupuaçu e açaí, em Castanhal-PA.

Fonte: Costa (2020).

Figura 03: Imagens dos sensores na área experimental em um consórcio de Cupuaçu e Açaí, em Castanhal-PA. Em (A) o sensor de temperatura e umidade relativa, em (B) o sensor de pluviometria.

Fonte: Costa (2020).

Os dados de déficit de pressão de vapor (DPV) foram obtidos através do método de

Tetens (1930), utilizando as seguintes equações 01, 02 e 03:

$$es = 0,611 * 10^{\frac{7,5 * Tar}{237,3 + Tar}} (eq. 01)$$

$$ea = \frac{UR * es}{100} (eq. 02)$$

$$DPV = es - ea (eq. 03)$$

Em que:

es – pressão parcial de saturação de vapor de vapor d'água (kPa);

Tar – temperatura do ar (°C);

ea – pressão parcial de vapor de vapor d'água (kPa);

UR – umidade relativa do ar (%);

DPV – déficit de pressão de vapor de água;

Para determinar a DPM foi utilizado o método empírico da depressão do ponto de orvalho (DPO) $\leq 0,5$ °C. Sendo que o DPO é a diferença entre a temperatura do ar e temperatura do ponto de orvalho durante a madrugada.

A temperatura do ponto de orvalho (To) foi estimada pela equação 04.

$$= \frac{237,3 * \log \left(\frac{ea}{0,611} \right)}{7,5 - \log \left(\frac{ea}{0,611} \right)} (eq. 04)$$

Em que:

To – Temperatura do ponto de orvalho (°C);

ea – pressão parcial de vapor de vapor d'água (kPa);

O monitoramento fenológico foi realizado semanalmente, considerando avaliação de 10 plantas, sendo que foram observados as fenofases: vegetativo, floração e frutificação. A estatística utilizada foi do tipo descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período avaliado (01/08/2019 a 31/12/2019), o valor médio da temperatura do ar foi de 26,6 °C ($\pm 0,87$), com amplitude máxima de 28,3 °C e mínima de 23,8 °C. A Precipitação pluviométrica total na área foi de 610,39 mm, obtendo um valor máximo de 61,73 mm no dia 17 de dezembro de 2019 (Figura 04-A).

Figura 04: Variabilidade das condições climáticas na área experimental em um consórcio de Cupuaçu e Açaí, em Castanhal-PA. Em (A) as condições climáticas de Castanhal-PA, em (B) o NHDPO e a To no município de

Castanhal-PA, ambos avaliados durante 01 de agosto a 31 de dezembro de 2019. Divisão das fases fenológicas do *Theobroma grandiflorum* (Cupuaçu) em um consórcio de cupuaçu e açaí, em Castanhal-Pa, no período de 01 de agosto a 31 de dezembro de 2019.

Fonte: Própria (2020).

O valor médio da umidade relativa do ar na área foi de 83,6 % ($\pm 5,0$), com máxima de 96,1 % e mínima de 75,3 %. Os valores máximos de PP observados ocorreram no mês de dezembro (227,59 mm), enquanto os menores níveis foram encontrados no mês de setembro (65,02 mm). As maiores médias de Tar foram nos meses de setembro (26,79 °C), outubro (26,66 °C) e novembro (26,77 °C), ao passo que em agosto houve a menor média (26,21 °C) (Figura 04-A).

A To média durante o período avaliado foi de 23,00 °C ($\pm 0,45$), com máxima de 24,14 °C no dia 24 de dezembro de 2019 e mínima de 21,43°C no dia 18 de agosto de 2019 (Figura 04-B). O número de horas de depressão do ponto de orvalho (NHDPO) foi avaliado entre as 18:00 às 06:00 horas, neste horário o maior NHDPO foi de 13 horas. Entre o período avaliado, dezembro foi o mês em que apresentou maior NHDPO e o mês de setembro teve o menor NHDPO (Figura 04-B).

Os resultados mostraram a umidade relativa do ar com média em torno de 83,6 % ($\pm 5,0$), e sua mínima apontando valor de 75,3 %, apesar dos benefícios as plantas, a umidade relativa do ar quando apresenta valores altos pode acarretar em possíveis doenças que comprometem o desenvolvimento e produtividade do cupuaçuzeiro. A umidade relativa entre 80% e 85% propicia na produção de basidióscarpos, que libera basidiosporos (sementes responsáveis pela infecção de plantas), acarretando assim em possíveis doenças fúngicas no

cupuaçuzeiro, como, a vassoura-de- bruxa (SOUZA, 2007).

O mês de dezembro apresentou os maiores níveis de NHDPO, e as maiores taxas de precipitações pluviométricas, embora, as menores taxas de Temperatura do ar e da Temperatura do Ponto de orvalho não tenham sido alcançadas neste mês. Assim é possível observar um outro fator que influencia no NHDPO na cultura do cupuaçu é a precipitação pluviométrica. Inferindo que esses elementos podem promover o aparecimento de doenças, e assim diminuir a produtividade quando em alta severidade, como observado no trabalho de Almeida (2009) que estudou o ecossistema do cacaueiro nas condições climáticas de Camacan – BA. Concomitantemente a precipitação que acarreta o molhamento foliar, somado com a umidade ocasiona susceptibilidade para a infecção e esporulação de fungos, assim acelerando no aparecimento de epidemias (NUNES et al., 2018).

Em relação aos estádios fenológicos, foi observado que os maiores índices de NHDPO aconteceu durante a fase da frutificação dos cupuaçuzeiros. Essas observações podem acarretar visualmente na qualidade dos frutos se acometido por algum tipo de doença e dificultar a comercialização dos mesmos (NUNES, 2000).

Figura 05: Fenofases do cupuaçuzeiro, Castanhal-PA.

Fonte: Costa (2020).

Diante do exposto, os dados de NHDPO podem ser aprofundados com correlações de

incidências e severidade de doenças que promovem perda de produtividade, como nos estudos de (LOPES e ÁVILA, 2003). Na Amazônia as principais doenças do cupuaçu que podem ser investigadas em relação aos elementos climáticos são: Vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*), Morte progressiva (*Lasiodiplodia Theobromae*) e Mancha de Fomopsis (*Phomopsis* sp.) (SOUZA, 2014).

CONCLUSÕES

A duração do período de molhamento, representado pelo NHDPO, varia em função da temperatura do ponto de orvalho, sendo o valor máximo, durante a intensificação das chuvas, sobretudo, no mês de dezembro do ano avaliado. Em contrapartida, durante o período de menor precipitação pluviométrica apresenta menor NHDPO.

A fenofase de maior risco para cultura do cupuaçu é a frutificação, a qual apresentou maior valor de molhamento, inferindo maior risco de aparecimento de doenças.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H.A.; MACHADO, R.C.R. Estimativa da duração do período de molhamento por orvalho em um ecossistema cacau. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, V.13, n.6, p. 724-728, 2009.

ALVARES. C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2014.

ANGELOTTI, F; HAMADA, E. Efeito do déficit hídrico sobre a ocorrência de doenças de plantas. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2017.

ARAÚJO, D. G.; CARVALHO, S. P.; ALVES, R. M. Divergência Genética entre Clones de Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Willd ex. Spreng Schum). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 26, n.1, p.13-21, jan./ fev., 2002.

CIARISSE, O. et al. **Influence of temperature and leaf wetness duration on infection of strawberry leaves by *Micosphaerella fragariae***. *Phytopatology*, v. 90, n.10, p. 1120-1125, 2000.

COSTA, M. C.; MAIA, G. A.; SOUZA, M. S. M. F.; FIGUEIREDO, R.W.; NASSU, R. T.; MONTEIRO, J. C. S. Conservação de polpa de cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum] por métodos combinados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.213-215, 2003.

CARVALHO, Cristhyan .A. C de et al. Efeito do pré-resfriamento de frutos de cupuaçu na aceitação sensorial do néctar. **Revista Agroambiente Online**, v. 9, n. 1, p. 91-95, 2015.

DIAS, Julieth. D. M et al. Desenvolvimento E Avaliação Das Características Físicoquímicas E Da Aceitação Sensorial De Doce Em Massa De Cupuaçu. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 36, n. 1, 2019.

DURIGON, A.; LIER, Q. van. **Duração do período de molhamento foliar: Medição e estimativa em feijão sob diferentes tratamentos hídricos**. Rev Bras Eng Agric Ambient, SciELO Brasil, v. 17, p. 200–207, 2013.

GOMES, C. C. DA S.; LIMA, R. A. Revisão Bibliográfica Da Família Malvaceae, Com Ênfase Nas Espécies Theobroma cacao L. e Theobroma grandiflorum (Willd. ex Spreng.) Schum. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological** , v. 6, n. 2, p. 218-228, 9 jan. 2020.

GONDIM, TM de S. et al. Aspectos da produção de cupuaçu. **Embrapa Acre-Documentos (INFOTECA-E)**, 2001.

GUIMARÃES, Juliana Porto. **Efeito do ponto de orvalho da atmosfera protetora dos fornos de recozimento contínuo na qualidade do revestimento Galvannealed**. Dissertação (Mestrado em engenharia metalurgica)- Universidade Federal de Minas Gerais. 2012.

GUYOT, J.; OMANDA, E. N.; PINARD, F. **Some epidemiological investigations on colletotrichum leaf disease on rubber tree**. Crop Protection, Elsevier, v. 24, n. 1, p. 65–77, 2005.

HUBER, L.; GILLESPIE, T.J. **Modeling leaf wetness in relation to plant disease epidemiology**. Annual Review of Phitopathology, Palo Alto, v. 30, p. 553-577, 1992.

LOPES, C. A; ÀVILA, A. C. **Doenças do Pimentão: diagnose e controle**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2003, 96p.

LULU, J. **Duração do período de molhamento em vinhedo de ‘Niagra Rosada’ e sua relação com a ocorrência de míldio (Plasmopara viticola)**. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil, 2008.

MONTEITH, J. L. **Principles of environment physics**. London, Ed. Edward Arnold. 241p, 1973.

MORAES, Bergson Cavalcanti de et al. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta amazonica**, v. 35, n. 2, p. 207-214, 2005.

NUNES, Angela Maria Leite. **Análise do progresso temporal e variáveis climáticas associadas à vassoura-de-bruxa (Crinipellis perniciosa) do cupuaçuzeiro (Theobroma grandiflorum) (Willd. ex. Spreng) Schum.** 2000. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, 2000.

NUNES, Cley Donizeti Martins; DA SILVA MARTINS, José Francisco; DEL PONTE, Emerson Medeiros. Validação de modelo de previsão de ocorrência da ferrugem asiática da

soja com base em precipitação pluviométrica. **Embrapa Clima Temperado-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, p. 1-13, 2018.

PEREIRA, A. R., ANGELOCCI, L. R., SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba, Ed. Agropecuária. 480p, 2002.

ROSEMBERG, N.J.; BLAD, B.L.; VERMA, S.B. **Microclimate: the biological environment**. New York: John Wiley, 1983. 495p.

SANTOS, V. K. F. **Educação e produção agrícola em sociedades tradicionais: uma perspectiva de associativismo na comunidade Nossa Senhora Aparecida – Coari-AM**. 2016. 183 f. Dissertação (mestrado em Ciências – Educação Agrícola) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016.

SHARMA, M. L. **Contribution of dew in the hydrological balance of semi-arid grassland**. *Agricultura Meteorology*, v.17, p.321-331, 1976.

SENTELHAS, Paulo C. Et al. **Suitability of relative humidity as an estimator of leaf wetness duration**. *Agricultural and forest meteorology*, v. 148, n 3, p. 392-400, 2008.

SENTELHAS, Paulo Cesar. **Duração do período de molhamento foliar: aspectos operacionais da sua medida, variabilidade espacial em diferentes culturas e sua estimativa a partir do modelo de Penman-Monteith**. Tese (Livre Docência em Agrometeorologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. Doi: 10.11606/T.11.2006-073629.

SILVA, R. J. S. **Caracterização in silico e análise de expressão de genes do tipo PR de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*)**. 2015. 78f. Dissertação (Mestrado em Genética e biologia molecular) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

SOUZA, M. G. et al., 2014. **Doenças do Cupuaçu**. Sociedade Brasileira De Fitopatologia (Sbf). Manaus, Amazônia, 2014.

SOUZA, A. das G. C. **Boas práticas agrícolas da cultura do cupuaçuzeiro**. Manaus: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 56 p

TETENS, V. O. **Über einige meteorologische Begriffe**. *Zeitschrift Geophysic*, v. 6, n.1, p. 297-309, 1930.

WILLMOTT, C. J. et al. **Statistics for the evaluation and comparison of models**. *Journal of Geophysical Research*, v.90, n.5, p.8995-9005, 1985.

CAPÍTULO 09: INFLUÊNCIA DAS CULTURAS DO AMENDOIM E DA CANA-DE-AÇÚCAR, NOS PROCESSOS DE PERDAS DE NITROGÊNIO, FÓSFORO, ÁGUA E SEDIMENTOS

CAPÍTULO 09: INFLUENCIA DE LOS CULTIVOS DE MANÍ Y AZÚCAR EN LOS PROCESOS DE PÉRDIDA DE NITRÓGENO, FÓSFORO, AGUA Y SEDIMENTOS

CHAPTER 09: INFLUENCE OF PEANUT AND SUGARCANE CROPS ON NITROGEN, PHOSPHORUS, WATER AND SEDIMENT LOSS PROCESSES

Paulo Alexandre da Silva¹; Teresa Cristina Tarlé Pissarra²; Maria Elisa Vicentini³; Alan Rodrigo Panosso⁴; Glauco de Souza Rolim⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.135-149>

RESUMO

O sistema de rotação de culturas da região de Sertãozinho-SP utiliza a cana-de-açúcar e o amendoim, fazendo com que este seja um dos principais produtores do mundo, mostrando que este sistema de produção é bastante benéfico, pois propicia o maior rendimento produtivo e financeiro, além de promover a recuperação dos solos e a diminuição das perdas de água, nutrientes e sedimentos. Objetivo: determinar os processos de perdas água, nitrogênio, fósforo e sedimentos, sob a influência do uso e ocupação do solo de dois sistemas de produção, amendoim e cana-de-açúcar, por meio do modelo SWAT, mantendo as características topográficas, os fatores físicos e climáticos da sub-bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu, no município de Sertãozinho – SP. A cultura influencia no balanço hidrológico e nas perdas de nutrientes e sedimentos. Além disso, existem diversas ferramentas que podem medir ou estimar esses processos. Pensando nisso, foram levantadas as seguintes hipóteses: Hipótese 1: A ferramenta Swat pode indicar as perdas de água, nutrientes e sedimentos em diferentes sistemas de produção; Hipótese 2: Os processos de perdas de água, nutrientes e sedimentos é maior para a cultura do amendoim com relação à cana-de-açúcar. O estudo foi realizado em Sertãozinho-SP. O modelo digital de elevação foi adquirido na base de dados mundial HydroSHEDS – USGS. Para o mapa de solos foi utilizado o modelo pedológico da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. O mapa de uso e ocupação do solo foi obtido pelas junções das bandas do satélite Landsat-8. Os dados climáticos usados foram: precipitação, vento, umidade relativa e solar no formato de arquivo SWAT, no período de 1979 a 2014. Para a evapotranspiração real os valores foram maiores na cana-de-açúcar com relação ao amendoim (906,7 e 886,1 mm, respectivamente). A quantidade de sedimentos foi maior no amendoim, quando comparado com a cana (300,66 e 280,69 mm, respectivamente). As maiores perdas de nitrogênio e fósforo também foram maiores no amendoim com relação à cana (118.44 e 34.48 kg/ha para N; 5.456 e 0.805 kg/ha para P, respectivamente). Conclui-se que a simulação com a cultura do amendoim foi a que registrou as maiores perdas de água, nutrientes e sedimentos, quando comparado com a cana, mostrando que o manejo e o uso do solo foram fatores que influenciaram neste processo. Assim, esses tipos de estudos podem servir nas tomadas de decisões com relação às políticas ambientais, colaborando com a conservação do solo e da água nas sub-bacias brasileiras.

Palavras-Chave: Cana-de-açúcar, amendoim, perdas de águas, perdas de nutrientes e sedimentos, Swat.

RESUMEN

¹ M.Sc. em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", paulo.a.silva@unesp.br

² Professora Dra., Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", teresa.pissarra@unesp.br

³ M.Sc. em Agronomia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", mevicentini@gmail.com

⁴ Professor Dr., Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", alan.panosso@unesp.br

⁵ Professor Dr., Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", glauco.rolim@unesp.br

El sistema de rotación de cultivos en la región Sertãozinho-SP utiliza caña de azúcar y maní, lo que lo convierte en uno de los principales productores del mundo, lo que demuestra que este sistema de producción es bastante beneficioso, ya que brinda el mayor rendimiento, productiva y financiera, además de promover la recuperación de suelos y reducir las pérdidas de agua, nutrientes y sedimentos. Objetivo: determinar los procesos de pérdida de agua, nitrógeno, fósforo y sedimentos, bajo la influencia del uso y ocupación del suelo de dos sistemas de producción, maní y caña de azúcar, a través del modelo SWAT, manteniendo las características topográficas, los factores físicos y climáticos de la subcuenca del río Mogi-Guaçu, en el municipio de Sertãozinho - SP. El cultivo influye en el equilibrio hidrológico y la pérdida de nutrientes y sedimentos. Además, existen varias herramientas que pueden medir o estimar estos procesos. Con esto en mente, se plantearon las siguientes hipótesis: Hipótesis 1: La herramienta Swat puede indicar pérdidas de agua, nutrientes y sedimentos en diferentes sistemas de producción; Hipótesis 2: Los procesos de pérdida de agua, nutrientes y sedimentos son mayores para el cultivo de maní en relación a la caña de azúcar. El estudio se llevó a cabo en Sertãozinho-SP. El modelo de elevación digital se adquirió en la base de datos mundial HydroSHEDS - USGS. Para el mapa de suelos se utilizó el modelo pedológico de la Corporación Brasileña de Investigaciones Agropecuarias. El mapa de uso y ocupación del suelo se obtuvo uniendo las bandas del satélite Landsat-8. Los datos climáticos utilizados fueron: precipitación, viento, humedad relativa y solar en el formato de archivo SWAT, de 1979 a 2014. Para la evapotranspiración real los valores fueron mayores en la caña de azúcar en relación al maní (906,7 y 886,1 mm, respectivamente). La cantidad de sedimento fue mayor en el maní, en comparación con la caña de azúcar (300,66 y 280,69 mm, respectivamente). Las mayores pérdidas de nitrógeno y fósforo también fueron mayores en el maní en relación a la caña de azúcar (118.44 y 34.48 kg / ha para N; 5.456 y 0.805 kg / ha para P, respectivamente). Se concluye que la simulación con el cultivo de maní fue la que registró las mayores pérdidas de agua, nutrientes y sedimentos, al compararse con la caña, demostrando que el manejo y el uso del suelo fueron factores que incidieron en este proceso. Así, este tipo de estudios pueden servir en la toma de decisiones en materia de políticas ambientales, colaborando con la conservación del suelo y el agua en las subcuencas brasileñas.

Palabras Clave: Caña de azúcar, maní, pérdidas de agua, pérdidas de nutrientes y sedimentos, Swat.

ABSTRACT

The crop rotation system in the Sertãozinho-SP region uses sugar cane and peanuts, making it one of the main producers in the world, showing that this production system is quite beneficial, as it provides the highest yield productive and financial, in addition to promoting soil recovery and reducing water, nutrient and sediment losses. Objective: to determine the processes of loss of water, nitrogen, phosphorus and sediments, under the influence of the use and occupation of the soil of two production systems, peanuts and sugarcane, through the SWAT model, maintaining the topographic characteristics, the physical and climatic factors of the Mogi-Guaçu River sub-basin, in the municipality of Sertãozinho - SP. The culture influences the hydrological balance and the loss of nutrients and sediments. In addition, there are several tools that can measure or estimate these processes. With this in mind, the following hypotheses were raised: Hypothesis 1: The Swat tool can indicate losses of water, nutrients and sediments in different production systems; Hypothesis 2: The processes of loss of water, nutrients and sediment is greater for the cultivation of peanuts in relation to sugarcane. The study was carried out in Sertãozinho-SP. The digital elevation model was acquired in the worldwide HydroSHEDS - USGS database. For the soil map, the pedological model of the Brazilian Agricultural Research Corporation was used. The land use and occupation map was obtained by joining the bands of the Landsat-8 satellite. The climatic data used were: precipitation, wind, relative humidity and solar in the SWAT file format, from 1979 to 2014. For real evapotranspiration the values were higher in sugarcane in relation to peanuts (906.7 and 886.1 mm, respectively). The amount of sediment was higher in peanuts, when compared to sugarcane (300.66 and 280.69 mm, respectively). The highest losses of nitrogen and phosphorus were also greater in peanuts in relation to sugarcane (118.44 and 34.48 kg / ha for N; 5,456 and 0.805 kg / ha for P, respectively). It is concluded that the simulation with the peanut culture was the one that registered the biggest losses of water, nutrients and sediments, when compared with the cane, showing that the management and the use of

the soil were factors that influenced in this process. Thus, these types of studies can serve in decision-making in relation to environmental policies, collaborating with the conservation of soil and water in Brazilian sub-basins.

Keywords: Sugarcane, peanuts, water losses, nutrient and sediment losses, Swat.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) do mundo. Segundo os dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, foram produzidos cerca de 615,84 milhões de toneladas de cana-de-açúcar em 8,63 milhões de hectares na safra 2018/2019. O estado de São Paulo foi o maior produtor do país, com 5,2 milhões de hectares e produção de 334,52 milhões de toneladas, compreendendo 52% da cana processada (CONAB, 2019), sendo a região da Alta Mogiana (Ribeirão Preto, Dumont, Jaboticabal e Sertãozinho) uma das grandes produtoras do estado.

Após as colheitas consecutivas da cana-de-açúcar tem-se o término do ciclo da cultura. Devido ao grande tempo de permanência da cultura em uma mesma área, o solo tende a perder as características agronômicas que propiciam o desenvolvimento das plantas. Uma forma de propiciar a recuperação deste solo é a rotação das culturas. A rotação de culturas é uma técnica que promove a alternância anual das espécies vegetais em uma mesma área de cultivo agrícola, onde as plantas escolhidas apresentam propósitos comerciais e possuem a capacidade de recuperação do solo. As principais vantagens desse sistema são: a diversidade da produção de alimentos e produtos agrícolas, melhorias nas características físicas, químicas e biológicas do solo, reposição da matéria orgânica, proteção do solo e ajuda no controle de plantas daninhas, doenças e pragas. As operações agrícolas envolvidas no processo de rotação são: retirada da cana (entre setembro e outubro), destruição da soqueira, calagem, preparo do solo, plantio da cultura anual, colheita (entre fevereiro e março) e novo plantio de cana logo em seguida. Geralmente, as reformas dos canaviais são feitas por espécies chamadas de adubos verdes, que possuem como características principais a formação de uma cobertura superficial e a manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, inclusive em profundidade. As plantas mais utilizadas são: *Crotalaria juncea*, soja e amendoim. (BOLONHEZI e PEREIRA, 1999).

Na cidade de Sertãozinho – SP, a principal cultura utilizada para a rotação é o amendoim. Segundo os dados da Companhia Nacional de Abastecimento, a produção total brasileira de amendoim na safra 2017/18 foi de 515,9 mil toneladas, em 139,3 mil hectares,

com produtividade média de 3.704 kg/ha (CONAB, 2018). A grande maioria dos amendoins nacionais ficam localizados dentro do Estado de São Paulo que detém cerca de 93,8% da produção nacional. Os principais pólos de cultivo são as regiões da Alta Mogiana (Ribeirão Preto, Dumont, Jaboticabal e Sertãozinho) e Alta Paulista (Tupã e Marília). Boa parte são produtores canavieiros que plantam o amendoim em rotação com a cana-de-açúcar. Estimativas mostram que 90% do cultivo dessa leguminosa pertence a esses canavieiros. Além disso, nestas mesmas regiões estão localizadas as maiores indústrias de produtos à base de amendoim brasileira, fazendo com que estas sejam reconhecidas como as maiores produtoras de amendoim do Brasil.

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar é uma prática conservacionista, visto que a palhada permanece na superfície do solo, diminuindo a sua erosão, além de evitar a emissão de dióxido de carbono, ocasionada pelas queimadas. Furlani Neto (1994) ao comparar cana crua e cana queimada destacou como vantagens a maior proteção do solo contra erosão, a redução do uso de herbicidas, a melhor matéria-prima para indústria, a maior incorporação de matéria orgânica ao solo, a maior atividade microbiana do solo e redução da poluição ambiental. Martins Filho (2007) em seus estudos diz que quando os resíduos vegetais são deixados ou mantidos em contato direto com a superfície do solo, são extremamente eficientes em controlar o processo de erosão em entressulcos.

O objetivo deste trabalho foi determinar os processos de perdas de solo, água e sedimentos, sob a influência do uso, ocupação do solo e da paisagem de dois sistemas de produção, amendoim (leguminosa) e cana-de-açúcar (gramínea), por meio do modelo SWAT, no programa de mapeamento digital ArcGis, mantendo as características topográficas e os fatores físicos e climáticos da sub-bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu, localizada no município de Sertãozinho – SP.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Essa parte do artigo servirá como uma base teórica para os temas abordados no trabalho, bem como, os principais elementos e conceitos usados nesse estudo. Ao final serão apresentadas as hipóteses testadas na pesquisa.

Para o entendimento do funcionamento do balanço hídrico, os estudos hidrológicos realizados em bacias hidrográficas são de grande importância, pois propiciam o entendimento dos processos que controlam o movimento da água e seus possíveis

quantificações no sistema, solo-planta-atmosfera.

Com a crescente demanda dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), os modelos hidrológicos vem sendo aplicados e desenvolvidos com foco nas características físicas do estudo, visto que o uso de um SIG pode auxiliar no fornecimento dos parâmetros utilizados nos diferentes modelos (VEITH et al., 2010). Vieux (2004) mostrou que a integração da hidrologia no SIG foi capaz de capturar, armazenar, manipular, analisar e visualizar diversos grupos de dados georreferenciados e a hidrologia proporcionou o aumento do conhecimento espacial nas áreas estudadas, porém para as melhores aplicações dos modelos hidrológicos são necessárias grandes quantidades de dados. Os modelos tentam representar o movimento natural da água, por meio dos dados calibrados, onde o processo de calibração é de grande importância, pois isso resulta na diminuição dos erros entre a saída do modelo e os dados observados, como muitos parâmetros não medidos isso faz com que a precisão desses dados estimados seja dificultada (VEITH et al., 2010).

O modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool) estuda a bacia hidrográfica por meio do tempo contínuo, analisando em uma escala diária. Os idealizadores tiveram como objetivo desenvolver um modelo para mensurar e avaliar os efeitos das mudanças e do uso do solo com relação aos recursos hídricos nas bacias hidrográficas rurais não monitoradas (Arnold et al., 1998). O SWAT é basicamente a aplicação da experiência na área da modelagem que a USDA-ARS obteve no decorrer dos mais de 30 anos de pesquisa (GASSMAN et al., 2007). Já foram registrados mais de 70 trabalhos que utilizaram a aplicação do modelo, nas mais diversas regiões brasileiras (GARBOSSA et al. 2011), mostrando estudos que compararam a eficiência dos modelos frente à simulação da vazão, sedimentos e nutrientes. Im et al. (2003) compararam os resultados obtidos entre os modelos HSPF (Hydrologic Simulation Program-Fortran) (BICKNELL et al., 1996) e o SWAT na bacia do córrego Pelecat, de 12048 hectares, no Estado da Virgínia (EUA) e observaram que os dois modelos simularam com exceto a vazão, sedimentos e nutrientes no período de simulação. Analisando as discrepâncias das tendências de cargas mensais e as cargas anuais, o modelo HSPF estimou a hidrologia e as características da qualidade da água de maneira mais precisa do que SWAT em todos os os pontos estudados dentro da bacia hidrográfica. Entretanto, os autores dizem que o modelo HSPF é mais complexo do que o modelo SWAT, devido a quantidade de parâmetros usados para estimar o ciclo hidrológico e o transporte de sedimentos e nutrientes.

Os processos hidrossedimentológicos são resultantes das junções dos processos hidrológicos e sedimentológicos. A água é um dos principais agentes do intemperismo, resultando nos processos de desagregação, erosão, transporte, sedimentação, depósito e consolidação nas bacias hidrográficas. Segundo Pereira (2003) quando ocorre o desbalanço do equilíbrio no solo, devido a força oriundas da erosão hídrica, observa-se que as características do terreno podem interferir na intensidade do processo erosivo. Sendo assim, as condições mais importantes são: a declividade do terreno, capacidade de infiltração da água no solo, à distância percorrida pelo escoamento superficial, a rugosidade superficial, a resistência do solo à ação erosiva da chuva e a percentagem de cobertura do solo existente à época da ocorrência da chuva. Outro fator que deve ser considerado é o tipo da cultura, pois a mesma pode influenciar no balanço hidrológico e nas perdas de nutrientes e sedimentos. Diversos estudos são realizados e existem diversas ferramentas que podem medir ou estimar esses processos. Pensando nisso, foram levantadas as seguintes hipóteses:

Hipótese 1 = A ferramenta SWAT pode indicar as perdas de água, nutrientes e sedimentos em diferentes sistemas de produção;

Hipótese 2 = O processo de perdas de água, nutrientes e sedimentos é maior para a cultura do amendoim com relação à cana-de-açúcar.

METODOLOGIA

Área de estudo

O Município de Sertãozinho está localizado na região Centro-Norte do Estado de São Paulo, situado no Planalto Ocidental Paulista, sob as coordenadas geográficas 21° 08' 16" Latitude Sul e 47° 59' 25" Longitude Oeste de Greenwich. Apresenta área territorial de aproximadamente 403,89 km² (IBGE, 2010).

Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw (tropical úmido e seco). A temperatura média anual na região é de 22,8 °C, a precipitação média anual está ao redor de 1.588,5 mm (CEPAGRI). O relevo predominante é o suave-ondulado e ondulado, com altitude variando de 310 m a 610 m. O Município está vinculado a ABAGH/RP (Associação Brasileira do Agronegócio da Região de Ribeirão Preto) e faz parte da UGRHI – da Bacia Mogi-Guaçu, com parte de sua área na UGRHI – (Rio Pardo) (ABAGH/RP) e também está localizada sob a região da alta Mogiana. Com relação ao bioma, a cobertura vegetal predominante é a de Cerrado (IBGE, 2010). O município foi bastante desmatado devido ao

avanço do agronegócio, por meio da agropecuária (cultura de cana de açúcar, a produção de leite e laticínios) e agroindústrias, sobrando praticamente algumas áreas de reservas de mata nativa.

Dados utilizados no ArcSWAT

O modelo digital de elevação (MDE) para a área de estudo foi adquirido por meio da base de dados mundial HydroSHEDS – USGS, que possui uma resolução aproximada de 1 quilômetro. A Figura 1 mostra o MDE para o município de Sertãozinho – SP, com destaque em vermelho para a sub-bacia em estudo.

Figura 1: Mapa Digital de elevação digital da cidade de Sertãozinho – SP. Demarcação da sub-bacia de estudo da bacia de Mogi Guaçu (vermelho).

Fonte: Própria (2020).

Para a elaboração do mapa de solos foi utilizado o modelo pedológico disponibilizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1999), que tem como base o sistema brasileiro de classificação de solos (IBGE, 2001).

O mapa de uso e ocupação do solo foi obtido pelas junções das bandas fornecidas pelo satélite Landsat-8. Lançado em fevereiro de 2013. O satélite Landsat-8 é um sensor que apresenta órbita praticamente polar, posicionando-se de maneira heliossíncrona a uma altitude de aproximadamente 705 km. A resolução temporal utilizada foi de 16 dias e a espacial foi de 30 metros para as bandas do visível.

Os dados climáticos foram retirados do sistema dos Centros Nacionais para Previsão Ambiental (NCEP), que pertence a Reanálise do Sistema de Previsão Climática (CFSR), onde foram coletados os dados de precipitação, vento, umidade relativa e solar no formato de arquivo SWAT, no período de 1979 a 2014. Os softwares utilizados foram o ArcSWAT, em conjunto com o ArcGIS 10.3 para as análises hidrológicas e o de perdas de sedimentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão listados os coeficientes hidrológicos oferecidos pela simulação do programa Swat para as culturas de cana-de-açúcar e amendoim. Os parâmetros Evapotranspiração potencial (PET), precipitação, e a ascensão capilar permaneceram constantes em ambas as áreas de estudo, mostrando que o uso e a ocupação do solo não influenciaram nessas características simuladas, sendo necessário a calibração dessas informações para o modelo. Ferreira e Uagoda (2007) estudaram o ciclo hidrológico e observaram a superestimação do fluxo de base e do escoamento superficial para as condições de cerrado, mostrando a necessidade de calibração para esse modelo.

Tabela 1. Perdas hídricas da sub-bacia do rio Mogi-Guaçu através do modelo SWAT.

Parâmetros	Cana (mm)	Amendoim (mm)
Evapotranspiração potencial	1573,30	1573,30
Evapotranspiração real	906,70	886,10
Precipitação	1667,40	1667,40
Escoamento superficial	280,69	300,66
Fluxo lateral	12,59	8,15
Percolação da água para o aquífero raso	467,79	472,03
Retorno do fluxo	412,92	416,95
Ascensão capilar	31,47	31,47
Recarga para o aquífero profundo	23,39	23,60
Média da produção de sedimentos de terras altas (Mg/ha)	0,08	19.12

Fonte: Própria (2020).

No estudo foi observado que as culturas influenciaram na evapotranspiração real e no escoamento superficial. Para a cana-de-açúcar foram observados os valores de 906,7 mm e 280,69 mm, já para a cultura do amendoim foram 886,1 mm e 300,66 mm, respectivamente. Isto mostra que a cana por produzir maior biomassa faz com que o processo de evapotranspiração real seja maior, quando comparado com a cultura do amendoim. Porém quando há o escoamento superficial da água do solo no amendoim esse processo é maior, pois devido à ausência de palha na superfície, o solo acaba saturando mais rápido, aumento o fluxo de água e consequentemente, a percolação de sedimentos. Yan et al. (2013) observaram que a alteração no uso do solo provoca variação do escoamento superficial de uma bacia hidrográfica, fato ocasionado principalmente pela evapotranspiração e condutividade hidráulica.

Com relação a percolação da água para o aquífero raso, retorno do fluxo, recarga do

aquífero profundo e a média da produção de sedimentos do planalto foram observados os maiores índices para a cultura amendoim. Para o amendoim os valores encontrados foram 472,03, 416,95, 23,6 e 19,12 mm, enquanto que para a cana foram 467,79, 412,92, 23,39 e 0,08 mm, respectivamente. Dessa forma é possível observar que a presença da palhada no solo auxilia no equilíbrio hidrológico do solo, diminuindo a velocidade do fluxo de nas camadas profundas e superficiais. Borges et al. (2014) avaliaram os efeitos de diferentes tipos de cobertura na manutenção da umidade do solo, sob condição de chuva natural na cultura do milho (*Zea mays L.*), em regime de sequeiro e observaram que o cultivo do milho em nível com barramento em pedras, associado com cobertura morta ou com cordão vegetativo de palma forrageira atua eficientemente na redução das perdas de água, quando comparado ao solo descoberto, contribuindo para melhor aproveitamento da água da chuva e maior produtividade de grãos.

Balanço do Nitrogênio

No estudo das perdas de nitrogênio no solo, sob os diferentes sistemas de produção foram observados que as culturas influenciaram diretamente na estimativa da quantidade e na forma de como o nitrogênio foi perdido. De maneira geral, observa-se que o sistema de produção da cultura do amendoim foi o que apresentou a maior perda de nitrogênio segundo a simulação, totalizando 118,44 kg/ha, já na cultura da cana-de-açúcar esta perda foi de 34,48 kg/ha. Este fato aconteceu devido o cultivo de amendoim necessitar de muito mais nitrogênio, quando comparado a cana, resultando também na maior perda desse nutriente. As leguminosas são muito mais exigentes, visto que o sistema radicular superficial e ciclo são mais curtos e que o nitrogênio é absorvido em quantidade mais elevada. Estudos apontam que oleaginosas apresentaram deficiências de N, quando cultivado em sistema plantio direto, sendo necessário maiores doses (SORATTO et al. 2004), principalmente quando cultivado em sucessão a gramíneas (GOMES JÚNIOR et al. 2008).

Para as perdas provocadas pelo escoamento superficial, lixiviação, fluxo lateral e as águas subterrâneas do nitrato, quando comparada com a quantidade total foram maiores na cultura da cana, apresentando as seguintes quantidades perdidas: 0,46 kg/ha (1,3 %), 32,74 kg/ha (95 %), 0,19 kg/ha (0,5 %) e 0,69 kg/ha (2 %), respectivamente. Já para a cultura do amendoim, as perdas foram de 0,34 kg/ha (0,3 %), 85,99 kg/ha (72,6 %), 0,37 kg/ha (0,3 %) e 1,84 kg/ha (1,6 %), respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Estimativa das perdas de nitrogênio na sub-bacia do rio Mogi-Guaçu.

Parâmetros	Cana-de-açúcar (kg/ha)	Porcentagem (%)	Amendoim (kg/ha)	Porcentagem (%)
Perda total de nitrogênio	34,48	100	118,44	100
Nitrogênio orgânico	0,40	1,20	29,90	25,20
Escoamento superficial de nitrato	0,46	1,30	0,34	0,30
Nitrato lixiviado	32,74	95,00	85,99	72,60
Fluxo lateral de nitrato	0,19	0,50	0,37	0,30
Nitrato de águas subterrâneas	0,69	2,00	1,84	1,60

Fonte: Própria (2020).

Nos dois sistemas de produção observou-se que a principal forma de perda de nitrogênio foi por meio da lixiviação, sendo esse processo mais agressivo sob o cultivo da cana. Esse processo colaborou com o acúmulo do nitrogênio em águas subterrâneas, sendo um outro indicativo de perda. A lixiviação de nitrato é influenciada diretamente pelos fatores que determinam o fluxo de água no solo e pela concentração de NO_3^- na solução (WHITE, 1987). Brum (1975) observou que as maiores concentrações de NO_3^- em profundidades inferiores acontecem porque geralmente o NH_4^+ são adsorvidos pelas cargas negativas do solo. Já o NO_3^- tende a ser lixiviado e acumulado na região das águas subterrâneas.

Com relação às perdas do nitrogênio orgânico, foi observado que esse processo foi maior na cultura do amendoim, totalizando 29,90 kg/ha, representando 25,2 % da perda total. Já para a cultura da cana a quantidade perdida foi de 0,4 kg/ha, representando 1,2 % da perda total. Devido às características dos sistemas de produção no amendoim, tem-se a maior mineralização do N orgânico por causa da atividade microbiana, facilitando a perda dessa fonte, quando comparado com a cana. Rosolem et al. (1990) observaram que houve o aumento da absorção de N devido a maior de maior mineralização de N orgânico do solo devido à elevação do pH, da melhor distribuição do sistema radicular e também pela maior eficiência da fixação simbiótica do N_2 em decorrência da menor acidez do solo (BLAMEY; CHAPMAN, 1982).

Balanço do Fósforo

No estudo das perdas de fósforo no solo, sob os diferentes sistemas de produção foram observados que as culturas influenciaram diretamente na estimativa da quantidade e da forma de como o fósforo foi perdido. De maneira geral, observa-se que o sistema de produção da

cultura do amendoim foi o que apresentou a maior perda de fósforo segundo a simulação, totalizando 5,46 kg/ha, já na cultura da cana-de-açúcar esta perda foi de 0,805 kg/ha. Devido a exposição do solo, a erosão hídrica atua de forma mais expressiva no amendoim, conforme discutido acima, resultando na maior perda de fósforo na área. Bertol (1994) verificou que as perdas totais de P foram maiores no solo sem cultivo (descoberto) do que no preparo convencional, cultivo mínimo e semeadura direta. A principal razão para esse comportamento, no caso do P, foi a variação nas perdas de solo e água entre os tratamentos estudados, já que as concentrações do elemento foram maiores na semeadura direta do que nos demais tratamentos, especialmente nos sedimentos (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativa das perdas de fósforo na sub-bacia do rio Mogi-Guaçu.

Índices de Perda	Cana-de-açúcar (kg/ha)	Porcentagem (%)	Amendoim (kg/ha)	Porcentagem (%)
Perda total de fósforo	0,805	100	5,456	100
fósforo orgânico	0,113	14,0	5,205	95,4
Escoamento superficial de fósforo solúvel	0,692	86,0	0,251	4,6

Fonte: Própria (2020).

Com relação às perdas do fósforo orgânico foi observado que esse processo foi maior na cultura do amendoim, totalizando 5,205 kg/ha, representando 95,4 % da perda total. Já para na cultura da cana, a quantidade perdida foi de 0,113 kg/ha, representando 14 % da perda total. Devido às características dos sistemas de produção, no amendoim tem-se uma grande exposição do solo à mineralização, sobrando as formas menos lábeis, mostrando que a forma e a dinâmica do P no solo oscilam muito quanto ao uso da terra, por meio das mudanças na cobertura vegetal, na produção de biomassa e na ciclagem de nutrientes (MAGID et al., 1996).

Com relação ao escoamento superficial do fósforo solúvel foi observado que a maior quantidade e relação da perda de fósforo solúvel foi na cultura da cana, apresentando uma perda de 0,692 kg/ha (86 %), já o amendoim foi de 0,251 kg/ha (4,6 %). De maneira geral, o fósforo é pouco móvel no solo. A decomposição da palhada e a ação dos microrganismos na cana, promove reações sobre esses fósforos, que juntamente com a umidade, ocasionam maior escoamento superficial na cana, quando comparado ao amendoim. Novamente o sistema de produção interfere nessas perdas. A alta quantidade de matéria orgânica no solo e a microbiota na cultura da cana é muito mais desenvolvida que no amendoim, fazendo com que a mineralização do P seja mais intensa e evitando assim a adsorção dos fosfatos no solo. Souza et al., (2006) observou que a ação da matéria orgânica diminuiu a adsorção dos íons fosfatos, atribuindo isso ao bloqueio dos sítios

de adsorção. Traina et al. (1986) relataram que ácidos orgânicos (substâncias húmicas) da matéria orgânica podem solubilizar fosfatos de ferro e alumínio, reduzindo a precipitação de fosfatos com íons Fe e Al e diminuir a adsorção de fósforo por oxidróxidos de ferro e de alumínio, podendo adsorver as substâncias húmicas com grande energia e assim competirem com o fosfato pelos mesmos sítios de adsorção (BHATTI et al., 1998).

CONCLUSÕES

Conclui-se que a ferramenta SWAT foi capaz de estimar e diferenciar as potenciais perdas de água, sedimentos, nitrogênio e fósforo nas simulações em estudo, mostrando que o manejo, o uso, a ocupação e a paisagem do solo são os principais fatores que influenciam neste processo. Conforme a simulação, foram observadas as maiores perdas no sistema de produção da cultura do amendoim. As características hidrológicas e os manejos culturais foram os principais responsáveis pelas perdas de nitrogênio, fósforo e água.

Para a maior confiabilidade e precisão dos resultados simulados, precisa-se fazer as devidas calibrações, pois só assim serão obtidos os dados mais próximos da realidade, para assim esses tipos de estudos poderem servir nas tomadas de decisões com relação às políticas ambientais, colaborando com a conservação do solo e da água nas sub-bacias brasileiras.

REFERÊNCIAS

ABAG/RP, **Associação Brasileira do Agronegócio da Região de Ribeirão Preto**. Disponível em <http://www.abagrp.org.br>. Acesso em 18 de jun. 2019.

ARNOLD, J. G.; SRINIVASAN, R. MUTTIAH, R. S. WILLIAMS, J. R. Large area hydrologic modeling and assessment part I: Model development. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 34, n. 1, p. 1-17, 1998.

BERTOL, I. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico distrófico sob diferentes preparos do solo e rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 267-271, 1994.

BHATTI, J.S.; COMERFORD, N.B.; JOHNSTON, C.T. Influence of oxalate and soil organic matter on sorption and desorption of phosphate onto a Spodic horizon. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 62, p.1089-1095, 1998.

BICKNELL, B. R.; IMHOFF, J. C.; KITTLE JR, J. L.; DONIGIAN JR, A. S.; JOHANSON, R. C. Hydrological simulation program-FORTRAN. user's manual for release 11. **US EPA**, 1996.

BLAMEY, F. P. C.; CHAPMAN, J. Soil ameriolation effects on peanut growth, yield and quality. **Plant and Soil**, The Hague, v. 65, p. 319-334, 1982.

BOLONHEZI, D.; PEREIRA, J. C. V. N. A. Plantio direto na Alta Mogiana. **O Agrônomo**, Campinas, v. 51, p. 12-15, 1999.

BORGES, T.K.S.; MONTENEGRO, A.A.A.; SANTOS, T.E.M.; SILVA, D.D.; SILVA JUNIOR, V.P. Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (*Zea mays L.*) em semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 1862-1873, 2014.

BRUM, A. C. R. Efeito de manejo e exploração agrícola na densidade populacional de bactérias nitrificadoras, em solo da unidade de mapeamento Santo Ângelo. Santa Maria, 1975, 64p. **Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia**, Universidade Federal de Santa Maria. 1975.

CEPAGRI. **Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura**. Disponível em <www.cepagri.unicamp.br> Acesso em 27 de jun. 2019.

CONAB (2018). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento**, Brasília. Disponível em <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 27 jun. 2019.

CONAB (2019). **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento**, Brasília. Disponível em <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana>>. Acesso em: 27 jun. 2019.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 412 p. 1999.

FERREIRA, R.S.; UAGODA, R.E.S. Análise da predição do balanço hídrico da bacia do ribeirão do Gama-DF através do modelo SWAT. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, p. 880-893, 2017.

FURLANI NETO, V.L. Colheita mecanizada da cana-de-açúcar, **STAB**, Piracicaba, v.12, n.13, p.8-9, 1994.

GARBOSSA, L.H.P.; VASCONCELOS, L.R.C.; LAPA, K.R.; BLAINSKI, E.; PINHEIRO, A. The use and results of the Soil and Water Assessment Tool 137 in Brazil: A review from 1999 until 2010. 2011 **International SWAT Conference & Workshops**, Toledo – Espanha, p. 27, 2011.

GASSMAN, P. W.; REYES, M. R.; GREEN, C. H.; ARNOLD, J. G. The soil and water assessment tool: historical development, applications, and future research directions. **Transactions of the ASABE**, v. 50, n. 4, p. 1211-1250, 2007.

GOMES JÚNIOR, F. G.; SÁ, M.E.; VALÉRIO, W.V. Filho. Nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto sobre gramíneas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 387-395, 2008.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censo Populacional. 2010. Disponível em www.ibge.gov.br. Acesso em 27 de jun. 2019.
IBGE - EMBRAPA - Mapa de Solos do Brasil. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2001 - Escala 1:5.000.000. Acesso em 27 de jun. 2019.

IM, S.; BRANNAN, K.; MOSTAGHIMI, S.; CHO, J. A Comparison of SWAT and HSPF Models for Simulating Hydrologic and Water Quality Responses from an Urbanizing Watershed. **ASAE Annual International Meeting Sponsored by ASAE Riviera Hotel and Convention Center Las Vegas**, Nevada, USA, p. 27- 30, 2003.

MAGID, J.; TIESSEN, H.; CONDRON, L.M. Dynamics of organic phosphorus in soils under natural and agricultural ecosystems. In: PICCOLO, A., ed. Humic substances in terrestrial ecosystems. Amsterdam, **Elsevier**, p.429-466, 1996.

MARTINS FILHO, M.V. Modelagem do processo de erosão e padrão espacial da erodibilidade em entressulcos. Jaboticabal: FCAV, 2007. 121f. **Tese (Livre-docência)** – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

PEREIRA, S. B.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. da; MATOS, A. T. de. Desprendimento e arraste do solo pelo escoamento superficial. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.423-429, 2003.

ROSOLEM, C.A.; PEREIRA, H.F.M.; BESSA, A.M.; AMARAL, P.G. Nitrogen in soil and cotton growth as affected by liming and N fertilizer. In: WRIGHT, R.J.; BALIGAR, V.C.; MURRMANN, R.P. (Ed.) **Plant-soil interactions at low pH**. Dordrecht: **Kluwer**, p.321-325, 1990.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C. de; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 9, p. 895-901, 2004.

SOUZA, R.F.; FAQUIM, V.; TORRES, P.R.F.; BALIZA, D.P. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.30, p.975-983, 2006

TRAINA, S.J.; SPOSITO, G.; HESTERBERG, D.; KAFKAFI, U. Effects of pH and organic acids on orthophosphate solubility in an acidic, montmorillonitic soil. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v.50, p.45-52, 1986.

VEITH, T. L.; LIEW, M. W. VAN; BOSCH, D. D.; ARNOLD, J. G. Parameter sensitivity and uncertainty in SWAT: A comparison across five USDA-ARS watersheds. **Transactions of the ASABE**, v.53, p.1477-1486, 2010.

VIEUX, B. E. Distributed hydrologic modeling using GIS. 2.ed. Dordrecht: **Kluwer Academic Publishers**, 2004. 289p.

WHITE, R.E. Leaching. In: WILSON, J. R. Advances in nitrogen cycling in agricultural

ecosystems. **Wallingford: C.A.B. International**, p.193-211, 1987.

YAN, B.; FANG, N. F.; ZHANG, P. C.; SHI, Z. H. 2013. Impacts of land use change on watershed streamflow and sediment yield: an assessment using hydrologic modelling and partial least squares regression. **Journal of Hydrology**, v. 484, p. 26-37, 2013.

CAPÍTULO 10: INVASÃO BIOLÓGICA DE NICOTIANA GLAUCA GRAHAM EM ÁREAS PRODUTIVAS AS MARGENS DO PISF

CAPÍTULO 10: INVASIÓN BIOLÓGICA DE NICOTIANA GLAUCA GRAHAM EN ÁREAS PRODUCTIVAS LOS MARGENES PISF

CHAPTER 10: BIOLOGICAL INVASION OF NICOTIANA GLAUCA GRAHAM IN PRODUCTIVE AREAS THE PISF MARGINS

Maria Luiza Andrade Profiro¹, Dan Vitor Vieira Braga²

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.150-162>

RESUMO

A *Nicotiana glauca* Graham é uma espécie exótica invasora com uma grande ameaça a biodiversidade, pois essa espécie pode alterar o ciclo dos nutrientes encontrados no solo, afetando diretamente o desenvolvimento das plantas locais. A mesma propaga-se rapidamente devido ao tamanho reduzido da sua semente. Em particular, pode romper relações mutualísticas entre os animais e a agricultura, ocasionando a entrada de um exótico polinizador, afetando diretamente a qualidade e a quantidade da produção. Com o aumento desses agentes polinizadores, a planta pode desenvolver aptidão principalmente na dispersão de novas sementes. No Brasil, a planta é encontrada em áreas degradadas, assim como no PISF (projeto de integração do rio São Francisco com bacias hidrográficas do nordeste setentrional), onde espalhou-se pela obra chegando até as propriedades rurais. Objetiva-se com essa pesquisa demonstrar como a *Nicotiana glauca* Graham pode provocar alterações significativas nas propriedades produtivas locais. Essa pesquisa teve como base teórica Mariscal, Corte e Cortinoz (2008), Fabricante (2013), Brandes (2000) e Sanz-Elorza (2004), Schueller (2004) e Zanz (1974), Matos e Pivello (2009), entre outros autores. Para a obtenção dos dados foram feitas análises do local usando parcelas nas propriedades agrícolas onde havia a existência da exótica invasora. Dentre os resultados obtidos, o mais relevante foi a propagação igualitária da espécie dentre as propriedades rurais e as áreas intermediárias próximas ao canal da transposição, localizadas na Serra do Livramento em Umã, 3º distrito da cidade de Salgueiro. Conclui-se que é preciso o controle imediato da espécie para que possa evitar novos casos de invasão biológica por *Nicotiana glauca* em outras áreas de produções agrícolas e nas demais localidades.

Palavras-Chave: Exótica invasora, Dispersão de sementes, Fumo-bravo.

RESUMEN

Nicotiana glauca Graham es una especie exótica invasora con una gran amenaza para la biodiversidad, ya que esta especie puede alterar el ciclo de nutrientes que se encuentran en el suelo, afectando directamente el desarrollo de las plantas locales. Se propaga rápidamente debido al pequeño tamaño de su semilla. En particular, puede romper las relaciones mutualistas entre animales y agricultura, provocando la entrada de un polinizador exótico, afectando directamente la calidad y cantidad de la producción. Con el aumento de estos agentes polinizadores, la planta puede desarrollar aptitudes principalmente en la dispersión de nuevas semillas. En Brasil, la planta se encuentra tanto en áreas degradadas como en el PISF (proyecto de integración del río São Francisco con las cuencas hidrográficas del noreste nororiental), donde se extendió a través de la obra a propiedades rurales. El objetivo de esta investigación es demostrar cómo *Nicotiana glauca* Graham puede provocar cambios significativos en las propiedades productivas locales. Esta investigación se basó en las bases teóricas

¹ Licenciatura em Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências Humanas do Sertão Central- (FACHUSC), maria-luiza28@outlook.com.br

² Mestre em Gestão e Políticas Públicas Ambientais, Faculdade de Ciências Humanas do Sertão Central- (FACHUSC), dan.braga@fachusc.com

de Mariscal, Corte y Cortinoz (2008), Manufacturer (2013), Brandes (2000) y Sanz-Elorza (2004), Schueller (2004) y Zanz (1974), Matos y Pivello (2009), entre otros autores. Para obtener los datos, se realizaron análisis del sitio utilizando parcelas en propiedades agrícolas donde existía el invasor exótico. Entre los resultados obtenidos, el más relevante fue la distribución equitativa de la especie entre propiedades rurales y áreas intermedias cercanas al canal de transposición, ubicadas en la Serra do livramento en Umãs, distrito 3 de la ciudad de Salgueiro. Se concluye que es necesario el control inmediato de la especie para evitar nuevos casos de invasión biológica por *Nicotiana glauca* en otras áreas de producción agrícola y en otras localidades.

Palabras Clave: Exótico invasivo, Dispersión de semillas, Humo-enojado

ABSTRACT

Nicotiana glauca Graham is an invasive exotic species with a great threat to biodiversity, as this species can alter the cycle of nutrients found in the soil, directly affecting the development of local plants. It spreads quickly due to the small size of its seed. In particular, it can break mutualistic relations between animals and agriculture, causing the entry of an exotic pollinator, directly affecting the quality and quantity of production. With the increase of these pollinating agents, the plant can develop aptitude mainly in the dispersion of new seeds. In Brazil, the plant is found in degraded areas as well as in the PISF (project to integrate the São Francisco River with hydrographic basins in the northeastern Northeast), where it spread through the work to rural properties. The objective of this research is to demonstrate how *Nicotiana glauca* Graham can cause significant changes in local productive properties. This research was based on the theoretical basis of Mariscal, Corte and Cortinoz (2008), Manufacturer (2013), Brandes (2000) and Sanz-Elorza (2004), Schueller (2004) and Zanz (1974), Matos and Pivello (2009), among other authors. To obtain the data, analyzes of the site were carried out using plots on agricultural properties where the exotic invader existed. Among the results obtained, the most relevant was the equal spread of the species among rural properties and intermediate areas close to the transposition channel, located in Serra do livramento in Umãs, 3rd district of the city of Salgueiro. It is concluded that immediate control of the species is necessary so that it can avoid new cases of biological invasion by *Nicotiana glauca* in other areas of agricultural production and in other locations.

Keywords: Invasive exotic, Seed dispersal, Tree-tobacco.

INTRODUÇÃO

As espécies exóticas invasoras são organismos que, introduzidos fora da sua área de origem, ameaçam o ecossistema, o habitat e as espécies nativas. Consideradas a segunda maior causa de extinção do planeta, afetam principalmente a biodiversidade, a economia e a saúde humana (MMA, 2016).

As plantas bioinvasoras geralmente apresentam características próprias que as tornam melhores competidoras, como: Alta eficiência fotossintética, altas taxas de crescimento, tolerância ao desfolhamento e herbivoria, alta capacidade de rebrotamento e regeneração, alta capacidade de reprodução (sexuada e vegetativa), ciclo reprodutivo rápido, intensa produção de sementes de fácil dispersão e alta capacidade de germinação (MATOS; PIVELLO, 2009).

Segundo Fabricante e Siqueira Filho (2013), o processo de invasão biológica é caracterizado pela introdução e naturalização de espécies exóticas em um dado ecossistema na qual passam a provocar danos ao seu funcionamento. No Brasil a situação é ainda mais

preocupante, particularmente na Caatinga, onde há uma pressão antrópica, associada às características naturais do Semiárido, em decorrência da degradação do meio biofísico.

Dentre essas espécies já reconhecidas como invasoras da Caatinga, está a *Nicotiana glauca* Graham. A planta da família *Solanaceae*; é popularmente conhecida por: Charuteira, charuto-do-rei, tabaco-arbóreo ou fumo- bravo. A mesma tem utilidade ornamental e atua na produção de anabasina (Alcaloide semelhante à *Nicotina*) (SCHUELLER; 2004, ZHANG, 1978).

A espécie é encontrada principalmente nas Áreas Diretamente Afetadas (ADA) das obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF), chegando até as propriedades agrícolas, afetando inclusive a produtividade do solo (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO, 2004).

A planta se estabelece rapidamente em sítios recém-formados como as áreas de supressão de vegetação, também ocupa sítios degradados e áreas agrícolas. Ainda pouco comum, porém, já se nota aumento considerável no número de populações em outras regiões do semiárido nordestino, possuindo potencial alelopático, diminui significativamente a germinação e desenvolvimento de outras espécies a partir de 5% de concentração dos extratos (FRABRICANTE, 2013).

A infestação dessa espécie em terras para cultivo diminui o valor comercial do local, podendo inviabilizar a exploração agrícola podendo interferir diretamente na qualidade dos produtos e na produtividade das lavouras, onde são capazes de competir com as espécies cultivadas por água, luz e nutrientes, além disso, liberaram substâncias que afetam a germinação, podendo causar outros prejuízos à lavoura (IFOPE, 2019).

Os efeitos negativos da sua presença em lavouras incluem a competição direta causando dormência e germinação desuniforme das sementes. Estas habilidades dificultam o controle das espécies invasoras pelo fato de não germinarem todas ao mesmo tempo, mesmo em condições ideais de temperatura, umidade e luz (EMBRAPA, 2005).

Essa pesquisa tem como objetivo analisar a dispersão da *Nicotiana glauca* a partir das áreas de produções agrícolas próximas ao canal da Transposição do São Francisco em Umãs, terceiro distrito da cidade de Salgueiro, Pernambuco.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Caatinga predomina Na maior parte do território da Região Nordeste

(aproximadamente 800.000 km²); seu nome é de origem tupi e significa “mata branca” pelo fato da sua vegetação perder as folhas durante a estação seca (AB'SABER, 1977; FERRI, 1980).

O clima da Caatinga é considerado semiárido, contendo sua temperatura uniforme, embora sempre elevada; a umidade relativa do ar é baixa e as precipitações anuais estão entre 250-800 mm. Há uma estação chuvosa de 3-6 meses durante o inverno, alternada por longos períodos de estiagem de 6-9 meses no verão. A baixa pluviosidade, acompanhada de uma pronunciada irregularidade em sua distribuição no tempo e no espaço, por vezes culmina em secas severas (FERRI, 1980).

A Caatinga é uma vegetação tipicamente xerófila, com uma série de adaptações morfológicas, fisiológicas e anatômicas necessárias para tolerar as severas condições climatológicas a que as espécies estão sujeitas (HAFFER, 1985, CRACRAF, 1985.).

A Caatinga é um dos biomas menos conhecidos da América do Sul no que diz respeito a sua biodiversidade. Várias espécies novas de animais e plantas têm sido descritas recentemente da região, indicando um conhecimento zoológico e botânico ainda insuficiente. Um estudo sobre o esforço amostral das coletas de um grupo de anfíbios identificou a Caatinga como uma das regiões menos conhecidas em toda a América do Sul, com extensas áreas não possuindo uma única informação sequer (HEYER, 1988).

Segundo Garda (1996), os solos nordestinos estão sofrendo um processo intenso de desertificação, devido à substituição da vegetação natural por culturas, principalmente através de queimadas. Esse processo já é considerado irreversível. Devido à falta de água, práticas comuns no Nordeste, como a irrigação, estão levando à salinização dos solos, aumentando ainda mais a evaporação da água contida neles e acelerando, desta maneira, o processo de desertificação. Segundo esse autor, só a presença da vegetação adaptada das Caatingas tem impedido a transformação do Nordeste brasileiro num imenso deserto.

A modificação de ambientes naturais por ação de novas espécies tem como consequência, em muitos casos, a alteração da composição qualitativa e quantitativa de espécies da fauna original, podendo ocasionar a introdução de espécies, a perda de biodiversidade e dispersão de vetores, comprometendo também a utilização dos recursos hídricos existentes (PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DA FAUNA E DA FLORA, 2020).

As espécies exóticas invasoras provocam alterações significativas no ecossistema e essas mudanças podem provocar deficiência de nutrientes no solo, afetando a produtividade

de determinada região, fazendo com que essas espécies sejam responsáveis por boa parte da extinção de plantas nativas (MARISCAL; CORTE; CORTINOZ, 2008).

Segundo Fabricante e Siqueira Filho (2012), existem mais de 130 espécies naturalizadas registradas na Caatinga. Somente nas áreas de influência das obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF), já foram identificadas mais 60 espécies exóticas, sendo 10% destas consideradas exóticas invasoras.

A região abrange parcialmente os Estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte e viabiliza o fornecimento de água para o abastecimento humano, a irrigação, e dessedentação de animais, a criação de peixes e de camarão. Desta forma, muitas espécies invasoras acabaram dispersando-se pela obra. Entre elas está a *Nicotiana glauca* (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2004).

A planta possui compostos tóxicos para a maioria dos herbívoros, incluindo moléculas com efeito inseticida, o que as tornam resistentes à herbívora. Essas características, associadas ao seu rápido crescimento, faz com que seja considerada uma invasora com risco ecológico ainda pouco conhecido. a espécie é rica em *Nornicotina*, que possui diversos usos em ervanária, sendo usada nas misturas de tabaco tradicionalmente fumadas pelos povos Ameríndios (SCHUELLER, 2004; ZHANG, 1978).

Sendo arbustiva de rápido crescimento, seus caules são lenhosos chegando a atingir de 3 à 6 metros de altura, com tendência ruderal, aparecendo com frequência em terrenos incultos ou abandonados, zonas de remoção de terras, entulheiras e à beira de caminhos. (SCHUELLER, 2004, ZHANG,1978).

A espécie adquire facilmente os recursos naturais necessários (água, luz e nutrientes), tornando-se grande competidora em meio às produções agrícolas. Portanto, a competição pode se tornar agressiva, dificultando o desenvolvimento das hortaliças (EMBRAPA, 2005).

De acordo com Ziller (2001) determinados ambientes possuem características que os tornam mais suscetíveis à invasão biológica do que outros. Alguns atributos apontados pela autora estão representados nas áreas do PISF, tais como: sítios intensamente degradados, baixa biodiversidade e ausência ou baixa quantidade de inimigos da espécie.

Devido ao trânsito intenso de pessoas, animais e automóveis, suas sementes ultrapassam as barreiras geográficas, chegando até as áreas agrícolas, resultando na baixa

produção e alterações físicas no solo (BIOMONTE, 2020).

Em particular, a espécie também pode romper algumas relações entre animais e a produtividade, ocasionando a entrada de um exótico polinizador, afetando diretamente a qualidade e a quantidade da produção (MARISCAL; CORTE; CORTINOZ, 2008).

Um dos fatores mais limitantes no controle dessas espécies é a falta de conhecimento sobre a biologia das plantas. Isso significa, que para obter um controle efetivo é necessário conhecê-la. O uso de práticas inadequadas em momentos impróprios podem proporcionar resultados inferiores ao desejado (IFOPE, 2019).

O monitoramento da cobertura vegetal é essencial para avaliar os efeitos de qualquer tipo de empreendimento, principalmente onde a água é um fator limitante, exercendo o controle sobre os ritmos biológicos da fauna e da flora. Para que esse monitoramento aconteça os projetos de controle visam redirecionar o fluxo d'água para regiões onde trará benefícios para a fixação do homem no ambiente rural e para o desenvolvimento regional, porém essas medidas podem ocasionar impactos diversos sobre a flora da região, sendo assim, as empresas possibilitariam a implementação de ações que os amenizem e permitam a conservação da flora e características da paisagem. (PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DA FAUNA E DA FLORA, 2020).

METODOLOGIA

Área de estudo

A invasão biológica consiste num dos graves problemas ambientais que atualmente merece destaque, seja pela velocidade do dano causado, ou pelo elevado custo para sua remediação. Geralmente, as invasões ocorrem, devido a uma interferência causada no ambiente, desde uma introdução proposital, com fins econômicos, sem o controle adequado, até a alteração de ambientes, tornando-os suscetíveis às invasões.

No caso específico das obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco, a alteração do ambiente por meio da supressão da vegetação tem o potencial de tornar as áreas afetadas suscetíveis à invasão de espécies exóticas. Este fato poderá causar danos não só no ambiente natural como também em áreas agricultáveis na região.

A pesquisa foi realizada no eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco com bacias hidrográficas do Nordeste setentrional (PISF), em Umãs, terceiro distrito da cidade de Salgueiro em Pernambuco (Figura 1). O local o distrito tem cerca de 2.100

habitantes (IBGE, 2020) contendo áreas de produções agrícolas e parte da caatinga em diferentes condições de conservação. O clima da região é semiárido-quente, com solos rasos e pedregosos (IBGE, 2020).

Figura 1: Localização geográfica da área de estudo.

Fonte: Google Mapas, 2020.

O PISF tem como principal objetivo garantir segurança hídrica, através da integração de bacias hidrográficas a uma região que sofre com a escassez e a irregularidade das chuvas. O empreendimento está organizado em dois eixos principais de transferência de água: Eixo Norte (Trechos I e II) e Eixo Leste (Trecho V) e ramais associados.

O estudo é de natureza quantitativa, onde foram contabilizados e calculados a distância média, a variância, a distribuição espacial e a dispersão da *Nicotiana Glauca* nas áreas demarcadas.

Para obter os resultados foram utilizadas 6 parcelas de 10 m X 10 m, em três ambientes totalizando 18 parcelas. A primeira foi realizada em uma área de produção agrícola, a segunda próximo a estação de bombeamento e a terceira, próximo a comunidade do Sítios Novos. Os dados obtidos foram analisados e comparados visando obter dados sobre a dispersão da espécie em cada parcela.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, a *Nicotiana glauca* Graham está se dispersando para fora da área degradada, chegando até as propriedades agrícolas. Entretanto, na área intermediária (Próximo à comunidade do Sítios Novos) espécie invasora apresentou um baixo nível de infestação, devido a sua competição direta com as plantas nativas da caatinga. (Figura 2).

Figura 2: Estatística da abundância total da *N glauca*

Fonte: Própria (2020)

Figura 4: Limite externo da Área diretamente afetada próximo à comunidade Sítios Novos-PE.

Fonte: Própria (2020)

A distribuição espacial da espécie acontece de forma agrupada O que faz com que a espécie obtenha uma predisposição em formar grupos. As distribuições de recursos agrupados tem a tendência de a prole permanecer unida a seus pais (Figura 5 e 6).

Figura 5: Agrupamento de *N. glauca* em área de produção agrícola as margens do PISF.

Fonte: Própria (2020)

Figura 6: Agrupamento de *N. glauca* próximo à casa de máquinas do canal da transposição entre a cidade de

Salgueiro e Cabrobó- PE

Fonte: Própria (2020)

Moyle e Ellsworth (2004) afirmam que comunidades simples assim como áreas agrícolas são invadidas facilmente, pois, existem poucas espécies com adaptações necessárias para escapar da competição com espécies invasoras (Figura 7).

Figura 7: Invasão de *N glauca* em área de produção agrícola entre a cidade de Salgueiro e Cabrobó-PE

Fonte: Própria (2020)

A introdução de espécies exóticas pode ser facilmente observada nos centros urbanos do Brasil, onde, por exemplo, árvores e arbustos exóticos têm sido amplamente utilizados no paisagismo (Santos et al., 2008). A frequente presença de espécies exóticas em centros urbanos funciona como um importante centro irradiador de invasões biológicas (DEHNEN SCHMUTZ et al., 2007) e pode ser considerada uma das principais causas de homogeneização biológica em escala global (McKINNEY, 2006).

A tradição de usar espécies exóticas na arborização de ruas, praças e parques desvaloriza a riqueza da biodiversidade dos municípios e descaracteriza a composição natural, favorecendo o desenvolvimento de uma cultura cada vez mais distanciada do ambiente natural

circundante. De modo geral, diferentes cidades brasileiras utilizam um conjunto similar de espécies exóticas nas arborizações públicas. Quando são utilizadas árvores exóticas reconhecidamente invasoras, cujas sementes são dispersas por aves e morcegos, os riscos de invasão e da consequente perda de biodiversidade são maiores.

No estudo de Matos e Pivello (2009) diz que medidas preventivas, como programas de informação à população, legislação específica para importação e exportação de espécies, interceptação e tratamento de material potencialmente causador de invasões biológicas, programas de monitoramento em áreas naturais, dentre outras iniciativas, devem ser implementadas juntamente com estudos para o desenvolvimento de técnicas de controle e erradicação de espécies exóticas invasoras.

Os custos de controle de uma espécie exótica invasora são crescentes com o passar do tempo, e, por vezes, em estágios avançados de invasão, torna-se praticamente impossível a sua erradicação. Por isso, é importante que governos estaduais e municipais reconheçam o quanto antes as ameaças das invasões biológicas nos seus territórios para adotar medidas de prevenção e controle das espécies exóticas invasoras.

CONCLUSÕES

Diante do que foi exposto conclui-se que exótica invasora *Nicotiana glauca* Graham dispersando-se de forma igualitária entre a obra do canal da transposição, produções agrícolas e entre o limite da área degradada. A espécie está se disseminando de forma rápida tornando-se um problema para os pequenos agricultores da região, onde as mesmas estão dificultando o desenvolvimento das sementes e a produtividade do solo. Desta forma, com estratégias de prevenção adequadas, as chances de resolver os problemas são maiores quando comparadas às estratégias de controle pós-invasão.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. 1977. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. Primeira aproximação. Geomorfologia, 52: 1-21.

AIRES, S. S. **Potencial alelopático de espécies nativas do Cerrado na germinação e desenvolvimento inicial de invasoras.** 61f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

BIOMONTE, **Plantas invasoras exóticas: Riscos à Biodiversidade de Áreas Agrícolas.** Disponível em: <http://biomonte.com.br/artigos/plantas-invasoras-exoticas-riscos-a-biodiversidade-de-areas-agricolas/>. Acesso em: 30 Set. 2020.

DEHNEN-SCHMUTZ, K.; TOUZA, J.; PERRINGS, C.; WILLIAMSON, M. A century of the ornamental plant trade and its impact on invasion success. *Diversity and Distribution*, v. 13, p. 527–534, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades@**. Pernambuco. Salgueiro. Panorama. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/salgueiro/panorama>. Acesso em: 30 Set. 2020.

IFOPE, **O impacto das plantas daninhas na agricultura**. Disponível em: <https://blog.ifopecom.br/o-impacto-das-plantas-daninhas-na-agricultura/>. Acesso em: 30 Set 2020.

FABRICANTE, et al. ATRIBUTOS ECOLÓGICOS DA BIOINVASORA *Nicotiana glauca* GRAHAM (SOLANACEAE) E AVALIAÇÃO DA SUSCEPTIBILIDADE DE SUA OCORRÊNCIA NO BRASIL, *Ciênc. Florest.* vol.25 no.4 Santa Maria Oct./Dec. 2015.

FERRI, M. G. 1980. A vegetação brasileira. São Paulo, EDUSP.

HAFFER, J. 1985. Avian zoogeography of the Neotropical lowlands. *Ornithological Monographies*, 36: 113-146.

HEYER, R. H. 1988. On frog distribution patterns east of the Andes. Pp. 245-273. In: VANZOLINI, P. E., & R. H. HEYER (ed.). *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências. 488 p.

GARDA, E. C. 1996. Atlas do meio ambiente do Brasil. Brasília, Editora Terra Viva.

MATOS; PIVELLO. O IMPACTO DAS PLANTAS INVASORAS NOS RECURSOS NATURAIS DE AMBIENTES TERRESTRES - ALGUNS CASOS BRASILEIROS, *Cienc. Cult.* vol.61 no.1 São Paulo 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/port_inva. Acesso em: 25 Set. 2020.

MCKINNEY, M. L. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation*, v. 127, n. 3, p. 247-260, 2006.

MARISCAL, CORTE, CORTINOZ. **Alterações na Comunidade Causadas por Espécie Invasoras**. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/profs/thomas/arch/arch00208/seminarios>. Acesso em: 17 Set.2020.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Relatório de Impacto Ambiental do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**. Brasília: Ministério da Integração Nacional. 2004.

MOYLE, P. B.; ELLSWORTH, S. **Alien invaders. Essays on wildlife conservation**. Disponível em <http://www.marinebio.org/oceans/conservation/moyle/index.asp> >. Acesso em: 25. Set 2020.

PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DA FAUNA E DA FLORA. **Programa 23** P. 36

SANTOS, A. R.; BERGALLO, H. G.; ROCHA, C. F. D. Paisagem urbana alienígena. *Ciência Hoje*, v. 41, p. 68-73, 2008.

SCHUELLER, ZHANG. Charuteira (*Nicotina Glauca*). Disponível em: <https://www.biodiversity4all.org/taxa/58334-Nicotiana-glauca>. Acesso em: 23 Mai.2020.

ZILLER, S.R. **Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica.** *Ciência Hoje*, v.30, n. 178, p. 77-79, 2001.

SANZ-ELORZA, M.; DANA, E.D.; SOBRINO, E. Atlas de las plantas alóctonas invasoras de España.

BRANDES, D. *Nicotiana glauca* als invasive Pflanze auf Fuerteventura, v. 8, p. 39-57, jan 2000.

CAPÍTULO 11: PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA DORMANCY Y SU INVESTIGACIÓN EN HOG PLUM (*SPONDIAS MOMBIN LINN.*): UNA REVISIÓN

CAPÍTULO 11: IMPASSES ENVOLVENDO A DORMÊNCIA E SUA DETECÇÃO EM TAPEREBAZEIRO (*SPONDIAS MOMBIN LINN.*): UMA REVISÃO

CHAPTER 11: PROBLEMS CONCERNING DORMANCY AND ITS INVESTIGATION IN HOG PLUM (*SPONDIAS MOMBIN LINN.*): A REVIEW

Carlos Augusto Cavalcante de Oliveira¹; Rafael Moysés Alves²

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.163-176>

ABSTRACT

The Hog Plum is a fruit tree native to Brazil. The species has great nutritional, medicinal as well as ecologic importance, so that it has an outstanding role in the maintenance of health and, as in association with other species, in the restoration of degraded areas. Despite this, large impasses are still found for its commercial establishment due to the strong dormancy present in this specie. This analysis aimed to infer, from the experimental researches available in the scientific literature, the most likely candidates as the causer of dormancy existing in Yellow Mombin endocarps. In addition, some recommendations for the publication of papers on the subject are also outlined. In the dormancy classification system, there are 3 hierarchical layers: classes (5 in total), within each class there is a certain amount levels (varying according each class), and within each level, there may or may not be types. To obtain the papers, several data platforms (both in English and Portuguese) were used using keywords to direct and obtain more specific and applicable results. The results show that mechanical dormancy may not be the only cause of dormancy in the species. More recent investigations on the subject have pointed out that physical dormancy, as well as combinational, is not present. As far as the published works reach, non-profound physiological dormancy is possible and consistent with the available literature, however, there is evidence that morphological dormancy is also present. Furthermore, it was possible to realize that a Deep Simple level of morphophysiological dormancy is coherent to the revised literature. Based on the information collected and discussed, it is possible to infer simple deep morphophysiological dormancy as a cause of the low germination rates found.

Keywords: Dormancy, Hog Plum, Germination.

RESUMO

O taperebazeiro é uma frutífera nativa do Brasil. A espécie possui grande importância nutricional, medicinal bem como ecológica, sendo muito importante na manutenção da saúde humana e, quando em associação com espécies secundárias, na restauração de áreas degradadas também. Apesar disso, grandes impasses ainda são encontrados para o seu estabelecimento comercial devido à forte dormência característica da espécie. Este artigo teve como objetivo inferir, a partir de trabalhos experimentais disponíveis na literatura científica, os candidatos mais prováveis como agentes causadores da dormência presentes em endocarpos de Taperebá. Além disso, algumas recomendações para a publicação de trabalhos sobre o assunto também são delineadas. No sistema de classificação de dormência, existem 3 camadas hierárquicas: classes (5 no total), dentro de cada classe existem uma quantidade determinada de cada níveis (diversos), e dentro de cada nível podem ou não existir tipos. Para a obtenção dos artigos, utilizou-se diversas plataformas de dados (tanto na língua inglesa quanto

¹ Agronomia e Bolsista PIBIC Embrapa, Universidade Federal Rural da Amazônia, augustocavalcantecarlos@gmail.com.br

² Ph.D. em Melhoramento e Genética de Plantas e Pesquisador, Embrapa Amazônia Oriental, rafael-moyses.alves@embrapa.br

portuguesa) usando-se palavras-chaves para direcionar e obter resultados mais específicos e aplicáveis. Os resultados mostram que a dormência mecânica não pode ser a única causa da dormência na espécie. Investigações mais recentes sobre o tema, tem apontado que a dormência física assim como a combinacional não estão presentes também. Quanto a dormência fisiológica não profunda, é possível e coerente com a literatura disponível, no entanto existem evidências de que a dormência morfológica também está presente. Além disso, foi possível detectar que o nível profundo simples da dormência morfofisiológica é coerente com a literatura revisada. Baseado nas informações coletadas e discutidas, é possível inferir a dormência morfofisiológica profunda simples como causa dos baixos índices germinativos encontrados.

Palavras-Chave: Dormência, Taperebazeiro, Germinação.

RESUMEN

El taperebazeiro es un árbol frutal nativo de Brasil. La especie tiene una gran importancia ecológica y nutricional, siendo muy importante cuando se asocia con especies secundarias en la restauración de zonas degradadas y también en el mantenimiento de la salud. A pesar de esto, grandes impases todavía se encuentran para su uso en áreas de degradación debido a la fuerte latencia característica de la especie. Este artículo tenía como objetivo inferir, a partir de los estudios experimentales disponibles en la literatura científica, los candidatos más probables como causadores de la inactividad fuerte presentes en los endocarpos taperebá. Además, también se describen algunas recomendaciones para la publicación de documentos sobre el tema. En el sistema de clasificación de latencia, hay 3 capas jerárquicas: clases (5 en total), dentro de cada clase hay una cierta cantidad de cada nivel (diverso), y dentro de cada nivel puede o no puede haber (varios) tipos.. Para obtener los artículos, se utilizaron varias plataformas de datos (tanto en inglés como en portugués) utilizando palabras clave para dirigir y obtener resultados más específicos y aplicables. Los resultados muestran que el entumecimiento mecánico puede no ser la única causa de latencia en la especie. Investigaciones más recientes sobre el tema han señalado que el entumecimiento físico, así como la combinación no está presente. La latencia fisiológica no profunda es posible y consistente con la literatura disponible, sin embargo hay evidencia de que el entumecimiento morfológico también está presente. Además, fue posible detectar que el nivel profundo simple de inactividad morfofisiológica es consistente con la literatura revisada. Sobre la base de la información recopilada y discutida, es posible inferir la latencia morfofisiológica profunda simple como causa de las bajas tasas de germinación encontradas.

Palabras Clave: Dormancy, Taperebazeiro, Germinación.

INTRODUCTION

Hog Plum is a common fructiferous, localized in several Brazilian regions, especially in the Northeast and North regions, where it is mainly consumed raw, however, it has great market potential, once researches have been pointing out that beverages based on this fruit has good reception of customers audience (SOUZA et al., 2020) and it holds outstanding nutritional properties (MATTIETO et al., 2010; TIBURSKI, 2011; FADIMU et al., 2012; SOUZA et al., 2020). Furthermore, the specie has ecologic importance due to its utilization to the restoration of degraded riparian forests (VALE; COSTA; MIRANDA, 2014).

Besides, some medicinal properties have been reported in leaves of this specie (CORTHOUT et al., 1991; AYOKA ET AL., 2005; ABIODUN et al, 2006; ADEDIWURA AND KIO, 2009; AYOKA et al., 2010; OSUNTOKUN et al, 2018; INNIH, OMAE,

OMAGE, 2020). Furthermore, *S. mombin* is often present in African countries such as Nigerian, where it is used as a feed resource, antiseptic soap, avoiding cough, malaria, as well as stomachal aches. (ADEDOKUN et al., 2010).

Yellow mombin is arboreal plant reaching up to 30 meters turning on its raising spot (wild or domestic), whose diaspore show a pulpy mesocarp covered by orange-colored or yellowish thin bark. The reproductive period only begins 3 years after his sown. Adler and Kielpinski (2000), over a phonologic analyze, realized that the fructification proportion of the plant changes according the gathering site, years and individual size. About the biometric characteristics, Carvalho et al. (2011) noted that mean weight of some cultivars studied range among 6,15 to 18,82g, the length reaching 26,43 to 38,87 mm, and width range between 21.59 and 30.71 mm. Concerning the endocarp, the mean weight found, in a work with five genotypes, reach from 0.51 to 2.242 g, the length 2.47 to 4.32 cm, and width 2.01 to 2.66 cm (QUADROS et al., 2015). This fruit can be propagated by sexual and asexual methods. The first method is not widely used for the formation of commercial orchards due to genetic variability it entails. A sexual propagation, through grafting, has been the preferred method, for promoting greater homogeneity to plants. However occasionally, the cutting has been used. Souza and Lima (2004) observed, in a study with cuttings at Embrapa Agroindústria Tropical, located in in Pacajus,CE, that the application of Indolbutyric Acid had little influence on the rooting of the piles, showing that there is a need to improve this method propagative.

Despite this, large-scale cultivation of this fruit is a challenge yet, mainly because its diaspores have strong dormancy, blocking the germination, and hindering the commercial establishment of crops. Some attempts to overrule this problem has been made (SOUZA et al., 2015; MARTINS et al, 2019), however its results are at best doubtful yet. Fuelling this issue, it is not clear what is the nature of this dormancy, therefore producers don't know what kind of pre-germinative treatment apply to overcome this problem. Further, the majority of the experimental papers published about this topic does not use the more useful and coherent classification system to dormancy (BASKIN and BASKIN, 2004), making the point less clear to identify what causes the dormancy. The purpose of this review is to analyse the experimental works made hitherto, and identify what is the nature of the dormancy in Hog Plum.

THEORETICAL FOUNDATION

It is an open-and-shut question that clarifying the definition used in some work is outstanding for any research. Therefore, forthcoming, some useful dormancy definitions will be given. Thereupon, a short historical approach concerning the relationship among growth regulator hormones and the dormancy process will be summarized. Further, we will describe how dormancy is divided into its respective classes, focusing on physiological dormancy and morphophysiological dormancy.

It is difficult to develop some ecumenic acceptable and coherent definition of dormancy, mainly because of the way used to identify it – count of non-germinating seed in greenhouse experiments –, what prone researchers to measure this phenomenon by the absence of germination. Baskin and Baskin (2004) has been proposing to define a dormant seed as “one that does not have the capacity to germinate in a specified period of time under any combination of normal physical environmental factors [...] that otherwise is favorable for its germination”. Bewley (1997) has used a similar concept, however focusing on the failure of the germination process. It is contentious if that’s a suiting manner to make it. Finch-Savage and Leubner-Metzger (2006) propose to change our standard thinking of this, getting around the idea of germination, pointing that dormancy is a property of each seed and that is stated like this: “it is [dormancy] a characteristic of the seed that determines the conditions required for germination”. Henceforward, Finch-Savage and Leubner-Metzger’s definition will be used, albeit in some cases the former can be used, in which case it will be signed.

The prevailing mainstream regards two hormones as pivotal regulators of both dormancy and germination: Gibberellin and Absciscic Acid (KUCERA et al., 2005). However, how these hormones interact one each other is arguable yet. The firsts idea about this topic has pointed out that they act both simultaneously and antagonistically to regulate the germination and dormancy process. This has been called the “Hormone-Balance Model”. Despite this, after all, it was modified– now being called “Revised Balance-Hormone Model” – due to some new researches using mutants of *Arabidopsis thaliana* (KARSSSEN and LAÇKA, 1986). This works pinpointed that the two regulator hormones don not act supporting or cutting off the effect of each other. What really happens is that while Absciscic Acid act inflicting and maintaining dormancy in seed, gibberellin only stimulates the germination processes when Absciscic Acid level inside the seed is reduced, and the amount of this hormone to do so, depends on how much Absciscic Acid has in the seed (KARSSSEN and LAÇKA, 1986). That is an important model to explain a lot of information built up about

dormancy in Hog Plum that is not explained yet, therefore, this will be used posteriorly. However, there are new perspectives on this. Finch-Savage and Leubner-Metzger (2006) have indicated that it seems to be the ABA:GA ration, not the absolute content, which determines the germination and dormancy.

Sometimes, great advances in the scientific environment take place not only developing a hypothesis and carrying out experiments but proposing new ways to organize or thinking of some issues. Nikolaeva, a Russian seed physiologist, has made exactly that (Baskin and Baskin., 2008). She has classified dormancy in five classes concordantly its nature. However, Baskin and Baskin (2004) develop a newer and more coherent framework to explain dormancy. Their theoretical structure is divided into three hierarchical layers: classes, comprising levels, containing types. There are five classes: first, physiological dormancy, which is caused by some biochemical hindrance and can be divided in three levels – deep, intermediate and non-deep; second, morphological dormancy, which occur due the small size of the embryo, and, given enough time, it will develop and overcome the dormancy normally (there are any levels in this class); three, it is the morphophysiological dormancy, comprising both morphological and physiological dormancy, namely it is given rise by a biochemical impediment and the small size of the embryo, and there are eight levels here, being non-deep simple, intermediate simple, deep simple, deep simple epicotyl, deep simple double, non-deep complex, intermediate complex; four, physical dormancy, occurring because of some hindrance to water uptake in seed, avoiding germination process (ROLSTON, 1978), and, again, there are any levels in this classes; finally, combinational dormancy, which is, as I the morphophysiological case, a collusive process comprising both physical as well as physiological dormancy. This scheme has been used to the moist tropical forest of the Panama Canal Watershed (SAUTO et al., 2007) and has significant results. A summary is showed in the table below (chart 01) Despite the importance of all of this dormancy causes, morphophysiological dormancy in the most outstanding here because it can be applied to Hog Plum problem, as we will see later. Therefore, it is will be emphasized from now on, beginning describing physiological dormancy, and, in the end, it will be talking about morphophysiological dormancy.

Chart 01: Summary and description of dormancy classes

Classes of Dormancy	Description
---------------------	-------------

Physiological	Biochemical Block to Germination and Coat Resistance
Morphological	Small Size of Embryo
Morphophysiological	Physiological + Morphological
Physical	Block to Water Uptake
Combinational	Physiological + Physical

Source: Own Source (2020)

As we have seen in the paragraph before, physiological dormancy is a block to germination caused for some biochemical processes. The non-deep level will be analyzed. Different from all other levels, this dormancy is not a dichotomic phenomenon (dormant and non-dormant state). Actually, there is a continuum of dormancy state among the primary dormancy (caused over the seed development) and the secondary dormancy (which occurs after the dormancy was overruled), and each of these states is saying to be in “conditional dormancy”. Furthermore, this dormancy can be boiled down in two components: the coat component, which imposes some kind of mechanical resistance to the radicle protrusion, and the embryo component, concerning the biochemical hindrance to germination. It is important to pinpoint that each of these components does not happen alone. The coat component only stops the germination whether the embryo has low potential to germinate, so that physiological dormancy is a joint action. As for the terminology question, the coat component of this dormancy is frequently called “Mechanical Dormancy”. The most applicable way to detect this kind of dormancy is scarification and Gibberellin application (BASKIN and BASKIN, 2004), and, after, this information will be useful to point out the nature of dormancy.

Remembering, there are 8 levels of morphophysiological dormancy according to the method used to overcome it: Non-Deep Simple, Intermediate Simple level, Non-Deep Complex, and Intermediate Complex can be overruled by Gibberellin application, however, it is needed specific applications of stratification; to Deep Simple and Deep Simple Epicotyl gibberellin application can or cannot to be able to break dormancy, and cold and heat stratification jointly must be used; Deep Complex only can overcome the dormancy by cold stratification, and gibberellin application does not work here. It is important to identify after the nature of the dormancy of the Hog Plum. Chart 02 summarizes the levels dormancy of morphophysiological.

Chart 02: Summary and description of dormancy levels

Level of MPD* Dormancy	Stratification	Description GA**** Application
Non-deep simple	H or C**	Yes***
Intermediate simple	H and C	Yes
Deep simple	H and C	Some Cases
Deep simple double	C + H + C	?
Non-deep complex	C	Yes
Intermediate complex	C	Yes
Deep complex	C	Not

*Morphophysiological Dormancy **C: Cold; H: Heat ***Yes: Germinate; Not: Not Germinate
 ****Gibberellin

Source: Adapted from Baskin and Baskin (2004)

METHODOLOGY

Firstly, papers were chosen from specific datasets (Scielo, Springer, Embrapa Dataset, Google Scholar as well as Theses and Dissertations repository of UFLA – Universidade Federal de Lavras). Secondly, the following key-words were searched for each of this dataset: “S. mombin Germination”, “S. mombin Dormancy”, “Dormancy” and “Germination”. Sometimes, one of these words was substituted for its Portuguese correspondents and its synonyms to get wider and better outcomings. Finally, the results were noted and analysed.

RESULTS AND DISCUSSION

Remembering the Baskin’s scheme (BASKIN & BASKIN, 2004) to classifying Seed Dormancy, there are three hierarchical layers: classes, comprising levels, containing types. The big deal of this work is to identify which kind (mainly class and level) of dormancy applies to Hog Plum and whether it’s possible to infer it from the nowadays available literature.

It is believed today that mechanical restriction caused by the diaspores of Yellow Mombin is the only reason why embryo has difficulty to emerge, in such a way that is the cause of dormancy in this member of the genus *Spondias*. Some researches point out another prospect. First, Baskin and Baskin (2004) pinpoint that “Mechanical Dormancy”, as it is most known, is an outcome of the non-deep Physiological Dormancy (PD), because of the low potential to growing of embryo, and, thereat, that class is not included in the newer classification scheme, being regarded as a non-deep PD component. Following this line,

despite the fact Hog Plum has a horny and hard endocarp, it is only a consequence of its failure to develop, therefore embryo component is only one problem to deal with as well, not the main cause of that. Further, Carvalho et al. (1998), analyzing some tropical fruits native from Latin America, realize that even enclosure in the same structure (endocarp), each of real (in contrast with the endocarp – the unity of dispersion) seeds “maintain its individuality, mainly concerning days needed to germinate”, which reinforces the idea that hog plum coat is not, at least, the only sake for its dormancy (AZEVEDO et al., 2004).

Either physical and combinational dormancy probably is not present in this specie. In the first class, the seed (or dispersion unit) coat blocks the water uptake, preventing the subsequent development of seeds. On the other hand, in the combinational dormancy, germination is blocked by physiological reasons as well. That is a common perspective in the scientific literature (FADIMU, et al., 2014; OYEBAMIJI et al., 2014), and, for it, several works assign enhancing on germinative parameters to scarification. However, it was found that *S. mombin* pericarp does not act as an impermeable wall. In fact, it had, after 72 hours, in research using blotting paper, the content of water around 70% (CARVALHO and NASCIMENTO, 2020), therefore physical and combinational dormancy cannot be present in this Anacardiaceae, and any scarification treatment has a significant effect at all.

Morphological dormancy is characterized by the small size of the embryo, avoiding the germination at that time, but not cut down the capacity of germination at all, because if it is given time enough, the process can be concluded normally (FINCH-SAVAGE and LEUBNER-METZGER, 2006). Carvalho and Nascimento (2020), realize that storage in environmental temperature, Hog plum diaspores gets faster and even over the germination, indicating that time was the only factor needed to break dormancy and point toward a morphological dormancy. Besides, it was found that heat stratification during seven days (time to allow the embryo mature) at 30o C, after imbibition and heating in an oven, has a significative effect in the Index of Velocity of Emergence (IVE) compared with the control treatment, however, in the Percentage of Germination, this distinction was not found (SILVA, 2003). This difference can be due to the drastic treatments, which cause the death or damage of the embryo, but, despite this, the scarification is effective to reduce the time to germination, entailing morphological dormancy as well. Similar results were found to *Spondias tuberosa*, Arr. Câm., where after 120 days has obtained a huge germination rate as well as evenness in this process (LOPES et al, 2009). It is important to pinpoint, nonetheless, that few reliable

papers concerning this topic were published. Thus, later researches are necessary to corroborate this hypothesis.

Morphophysiological or physiological dormancy may be the predominant cause of the low germination in Hog plum. Research findings indicated that, if seeds Yellow mombin has time enough under environmental temperature, its germinations get faster and more even (CARVALHO and NASCIMENTO, 2020), namely, dormancy is naturally overruled, and morphological dormancy probably is present in this fruit once it occurs when the embryo is underdeveloped, and only time can overcome it. It is important to pinpoint, nonetheless, that some studies point out that scarification (both mechanical and chemical) can enhance the germination percentage (FADIMU et al., 2014; OYEBAMIJI et al., 2014; MARTIN et al., 2019), what can only be explained by non-deep physiological dormancy once this method (scarification) is suitable to break this level of dormancy (BASKIN and BASKIN, 2008). It has been found in related species, as *Spondias Dulcis* and *Spondias pinnata*, that scarification is an applicable treatment to get around dormancy problem as well as in *S. mombin* (DEY et al, 2016; SOUZA et al, 2020). Further, it is a matter of worth that researches indicate that GA (Gibberellins) application is not always effective breaking the dormancy of Hog plum and related species (SILVA, 2003; FLORES et al., 2006; DEY et al, 2016; SOUZA et al, 2020). According to the Revised Balance Hormone Model (KARSSSEN and LACKA, 1986), GA only stimulates germination not acting as a breaker dormancy agent, which instigates the hypothesis of non-deep PD. Using those two findings, we can deduce that morphophysiological is the more explanatory hypothesis concerning the Hog plum dormancy, as summarized in Chart 03.

Once it was inferred that morphophysiological dormancy probably exists in this species, it is necessary to identify its level. To do so, it is needed to remember the chart used before (chart 02). There, it is possible to note that when Heat and Cold stratification work isolate to break dormancy there is evidence of Non-Deep Simple level. As we have seen before, Silva (2003) and Carvalho and Nascimento (2020) has found exactly that, make the point of this level of dormancy. Furthermore, for *Spondias tuberosa*, Arr. Câm, the heat stratification using oven was efficient breaking dormancy (BARROS et al, 2018). However, it is important to emphasize that no one research accessing the joint action of the two types of stratification in Yellow Mombin was carried out up until now. Concerning the Gibberellin application, it is possible to note that only sometimes this process works (SILVA, 2003;

FLORES, 2006), the same having been encountered for some other species (MELO et al, 2012; DEY et al, 2016; SOUZA et al, 2020), what can pinpoint to Non-Deep level of dormancy as well. After looking at all of this data, surely Deep Simple level of dormancy is present in Hog Plum.

It can be noted as well that the majority of papers concerning the dormancy in Hog Plum does not use Baskin's scheme of dormancy classification (SILVA, 2003; AZEVEDO et al., 2004; FLORES et al., 2006; FADIMU, et al., 2014; OYEBAMIJI et al., 2014; DEY et al., 2016; MARTIN et al., 2019). That is a significant problem once both uniformization, as well as organization, is an important aspect of scientific research, and without that, it is tough to figure out some properties of the subject. Specifically, in Hog Plum dormancy, the nature of dormancy has been smothered for it, hindering the scientific advance in this area. Therefore, it is important to foster seed researchers to adopt this classification system.

Chart 03: Summary of the Probably Present and not present Classes of Dormancy in Hog Plum.

Source: Own Source (2020)

CONCLUSIONS

Dormancy is a great stalemate inflicting Hog Plum seeds. This work has shown that is possible to detect the nature of the dormancy in this specie using the available literature. However, there are no papers to analyse the joint action of Cold and Heat stratification, so it is

necessary researches concerning this. It is important to emphasize as well that a great number of papers published on this issue always does not explain what the nature of dormancy inflicting Yellow Mombin or when that is the subject searched, show which is the outcomes. It is important as well to stimulate the use of Baskin's dormancy classification. The experimental works searched exclude the majority of dormancy classes, as physical, combinational, physiological, and morphological, resting only morphophysiological which is probably the cause of dormancy. Furthermore, following the same lines, it was realized that the level of this dormancy is the Deep Simple level. Using this data, seed producers will be able to break more efficiently dormancy and researchers develop new technologies for it.

REFERENCES

ADEDIWURA, F.-J.; KIO, A.. Antidiabetic Activity of Spondias mombin Extract in NIDDM Rats. **Pharmaceutical Biology**, [S.L.], v. 47, n. 3, p. 215-218, mar. 2009.

ADEDOKUN, M.; OLADOYE, A.; OLUWALANA, S.; MENDIE, I.. Socio-economic importance and utilization of Spondias mombin in Nigeria. **Asian Pacific Journal Of Tropical Medicine**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 232-234, mar. 2010.

ADLER, G. H.; KIELPINSKI, K. A.. Reproductive Phenology of a Tropical Canopy Tree, Spondias mombin. **Biotropica**, Oshkosh, v. 32, n. 4, p. 686-692, 3 nov. 1999.

AYOKA, A. O.; AKOMOLAFE, R. O.; IWALEWA, E. O.; AKANMU, M. A.; UKPONMWAN, O. E.. Sedative, antiepileptic and antipsychotic effects of Spondias mombin L. (Anacardiaceae) in mice and rats. **Journal Of Ethnopharmacology**, [S.L.], v. 103, n. 2, p. 166-175, jan. 2006.

AYOKA, A.O; AKOMOLAFE, R.O; AKINSOMISOYE, O.S; UKPONMWAN, O.E. Medicinal and economic value of spondias mombin. **African Journal Of Biomedical Research**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 129-136, 8 fev. 2010.

AYOKA, A; AKOMOLAFE, R; IWALEWA, E; UKPONMWAN, O. Studies on the Anxiolytic Effect of Spondias mombin l. (Anacardiaceae) Extracts. **African Journal Of Traditional, Complementary And Alternative Medicines**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 153-166, 22 mar. 2005.

AZEVEDO, D. de M.; MENDES, A. M. da S.; FIGUEIREDO, A. F. de. Característica da germinação e morfologia do endocarpo e plântula de taperebá (Spondias mombin L.) - Anacardiaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S.L.], v. 26, n. 3, p. 534-537, dez. 2004.

BARROS, R. T. et al . Conditioning in the promotion and uniformization of Umbu seed germination. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal , v. 40, n. 1, e-109, 2018.

BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.. A classification system for seed dormancy. **Seed Science**

Research, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 1-16, mar. 2004.

BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.. Some considerations for adoption of Nikolaeva's formula system into seed dormancy classification. **Seed Science Research**, [S.L.], v. 18, n. 3, p. 131-137, set. 2008.

BEWLEY, J. D.. Seed Germination and Dormancy. **The Plant Cell**, [S.L.], p. 1055-1066, 1 jul. 1997.

CARVALHO, J. E. U. de; NASCIMENTO, W. M. O. do. Water absorption and physiological responses of hog plum tree diaspores to storage. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S.L.], v. 42, n. 3, p. 1-10, 2020.

CARVALHO, J.E.U de; NASCIMENTO, W.M.O. do; MÜLLER, C.H. **Características físicas e de germinação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 18p. (Embrapa CPATU. Boletim de Pesquisa, 203).

CORTHOUT, J.; PIETERS, L.A.; CLAEYS, M.; BERGHE, D.A. V.; VLIETINCK, A.J.. Antiviral ellagitannins from *Spondias mombin*. **Phytochemistry**, [S.L.], v. 30, n. 4, p. 1129-1130, jan. 1991.

DEY, K.; GHOSH, A.; DEY, A.N.; BHOWMICK, N.; BAURI, F.K.. Studies on seed germination and seedling behaviour of Indian hog-plum (*Spondias pinnata*) in response to different pre-sowing treatments. **Seed Science And Technology**, [S.L.], v. 44, n. 3, p. 642-646, 31 dez. 2016.

FADIMU, O.Y.; IDOWU O.T.H.; IPINLAYE S.J. Studies on the dormancy and germination of stony fruits of hog plum (*Spondias mombin*) in response to different presoaking seed treatments. **International Research Journal of Biological Sciences**, Gujarat, v.3, n.6, p.57-62, 2014.

FADIMU, Y.O. et al., Effect of Some Combination of Phytohormones on Some Growth Parameters and Vitamin C, Carbohydrate, Protein and Chlorophyll Contents of *Spondias Mombin* (Linn) Seedlings. **Ife Journal Of Science**, Abeokuta, v. 14, n. 2, p. 397-403, jan. 2012.

FINCH-SAVAGE, W. E.; LEUBNER-METZGER, G.. Seed dormancy and the control of germination. **New Phytologist**, [S.L.], v. 171, n. 3, p. 501-523, 14 jul. 2006.

FLORES, B. C.; NASCIMENTO, W. M. O. do. Avaliação de Métodos para Superação de Dormência em Sementes de Taperebá. In: Seminário de Iniciação Científica da Embrapa, 13., 2009, Belém. **Pesquisa e desenvolvimento tecnológico na formação do jovem cientista: anais**. Belém: Embrapa Amazônia Orienta, 2009. v. 1, p. 1-4.

INNIH, S. O.; OMAGE, S. O.; OMAGE, K.. Hematinic effects of *Spondias mombin* and its protective role against the spleenotoxic effect of phenylhydrazine. **Clinical Phytoscience**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 1-9, 24 maio 2020.

KARSSSEN, C. M.; LAÇKA, E.. A Revision of the Hormone Balance Theory of Seed Dormancy: studies on gibberellin and/or abscisic acid-deficient mutants of *arabidopsis thaliana*. **Proceedings In Life Sciences**, [S.L.], p. 315-323, 1986.

KUCERA, B.; COHN, M. A.; LEUBNER-METZGER, G.. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. **Seed Science Research**, [S.L.], v. 15, n. 4, p. 281-307, dez. 2005.

LOPES, P. S. N. et al . Superação da dormência de sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, Arr. Câm.) utilizando diferentes métodos. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal , v. 31, n. 3, p. 872-880, Sept. 2009.

MARTINS, C. C.; SILVA, G. Z. da; DURIGAN, L. D.; VIEIRA, R. D.. Pregerminative treatments of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) seeds. *Ciência Florestal*, [s.l.], v. 29, n. 1, p. 363, 4 abr. 2019.

MATTIETTO, R. A., LOPES, A. S., & MENEZES, H. C.. Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de duas polpas obtidas por dois tipos de extrator. **Brazilian Journal of Food Technology**, 13, 156–164, 2010.

MELO, A. P. C. de; SELEGUINI, A.; CASTRO, M. N.; MEIRA, F. de A.; GONZAGA, J. M. da s; HAGA, K. I.. Superação de dormência de sementes e crescimento inicial de plântulas de umbuzeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 33, n. 4, p. 1343-1350, 30 ago. 2012.

OSUNTOKUN, O. T.; OMOTUYI, O. I. Bacteriostatic and Bactericidal Mechanism of Novel Compound Isolated from Ethyl Acetate Stem Bark Extract of *Spondias mombin* Using Biomarker Repressor LexA gene on *Escherichia coli* and *Bacillus subtilis*. **Journal Of Molecular Biomarkers & Diagnosis**, [S.L.], v. 09, n. 05, p. 1-7, 2018.

OYEBAMIJI, N. A.; FADIMU, O.y.; ADEDIRE, M.O.. Best Pre-Germination Techniques on *Spondias mombin* Linn. Seeds for Plantation Establishment. **American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci**, Dutsin-Ma, v. 6, n. 14, p. 575-579, jun. 2014.

QUADROS, B. R. de; RIBEIRO, O. D.; RODRIGUES JÚNIOR, O. M.; NASCIMENTO, W. M. O. do; CAVARIANI, C.; COSTA, E. N.. Biometria do endocarpo de taperebá (*Spondias mombin* L. - Anacardiaceae). **Revista Cultivando O Saber**, Belém, v. 8, n. 3, p. 250-256, jun. 2015.

ROLSTON, M. P.. Water impermeable seed dormancy. **The Botanical Review**, [S.L.], v. 44, n. 3, p. 365-396, jul. 1978.

ROSLAKH, S.; BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M.. Nikolaeva et al.'s reference book on seed dormancy and germination. **Ecology**, [S.L.], v. 101, n. 7, p. 1-17, 8 maio 2020.

SAUTU, A.; BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C.; DEAGO, J.; CONDIT, R.. Classification and ecological relationships of seed dormancy in a seasonal moist tropical forest, Panama, Central America. **Seed Science Research**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 127-140, jun. 2007.

SILVA, Leandro Monteiro da. Hog plum tree (*Spondias mombin* L.) endocarps dormancy breakage. 2003. 66p. Dissertation – (Master Program in Phytotechny). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOUZA, F.X. de.; LIMA, R.N. Enraizamento de estacas de diferentes matrizes de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.37. n.2, p.189-194. 2005.

SOUZA, P. H. M. de; RAGAGNIN, A. L. S. L.; RIBEIRO, R. C; SILVA, G. Z. da; ROCHA, D. I.; SILVA, D. F. P. da. Dormancy overcoming in seeds of cajá-manga (*Spondias dulcis*). **Comunicata Scientiae**, [S.L.], v. 11, p. 1-6, 2 jun. 2020.

SOUZA, T. V. de; TORRES, I. C.; STEINER, N.; PAULILO, M. T. S.. Seed dormancy in tree species of the Tropical Brazilian Atlantic Forest and its relationships with seed traits and environmental conditions. **Brazilian Journal Of Botany**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 243-264, 19 fev. 2015.

SOUZA, V. R.; ANICETO, A.; ABREU, J. P.; MONTENEGRO, J.; BOQUIMPANI, B.; JESUZ, V. A.; CAMPOS, M. de B. E.; MARCELLINI, P. S.; FREITAS-SILVA, O.; CADENA, R.. Fruit-based drink sensory, physicochemical, and antioxidant properties in the Amazon region: murici (*byrsonima crassifolia* (L.) kunth and *verbascifolia* (L.) dc) and tapereba (*Spondia mombin* Linn.). **Food Science & Nutrition**, [S.L.], v. 8, n. 5, p. 2341-2347, 15 abr. 2020.

TIBURSKI, J. H.; ROSENTHAL, A.; DELIZA, R.; GODOY, R. L. de O.; PACHECO, S.. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) pulp. **Food Research International**, [S.L.], v. 44, n. 7, p. 2326-2331, ago. 2011.

VALE, I. do; COSTA, L. G. S.; MIRANDA, I. S.. Espécies indicadas para a recomposição da floresta ciliar da sub-bacia do rio peixe-boi, pará. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 573-582, jul./set. 2014.

CAPÍTULO 12: UNICONAZOLE NO CRESCIMENTO *IN VITRO* DE ORQUÍDEAS EPÍFITAS

CAPÍTULO 12: UNICONAZOL EN EL CRECIMIENTO *IN VITRO* DE ORQUÍDEAS EPÍFITAS

CHAPTER 12: UNICONAZOLE IN THE *IN VITRO* GROWTH OF EPIPHYTIC ORCHIDS

Kássia Barros Ferreira¹; Cibele Mantovani²; Antonio Maricélio Borges de Souza³; João Eliézer de Souza Batista⁴; Kathia Fernandes Lopes Pivetta⁵.

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.177-182>

INTRODUÇÃO

A família Orchidaceae apresenta 30 mil espécies, distribuídas em aproximadamente 800 gêneros, dentre os quais se destacam a subfamília Epidendroideae e os gêneros *Epidendrum* (CAVALCANTE et al., 2018) e *Dendrobium* (SILVA et al., 2015). O gênero *Epidendrum* possui taxa de propagação sexual e vegetativa lenta como também altos custos de produção, sendo a propagação *in vitro* uma alternativa para produção de mudas em larga escala e com alta qualidade genética e padrão fitossanitário (CAVALCANTE et al., 2018). Espécies dentro do gênero *Dendrobium* são altamente valorizadas e tendem a ter uma longa vida de vaso e a propagação *in vitro* deste, tem grande importância para a conservação de espécies selvagens devido a perdas de habitats por ação da agricultura e urbanização (SILVA et al., 2015).

Entretanto, orquídeas em geral apresentam crescimento lento e quando multiplicadas *in vitro* necessitam passar por um período de aclimatização. Dessa forma, é importante buscar estratégias que visam diminuir o período de transferência do ambiente *in vitro* para *ex vitro*, como também aumentar o crescimento das plantas.

O uniconazole [(E) - (RS) -1- (4-clorofenil) -4,4-dimetil-2-(1H-1,2,4-triazol-1-il) pent-1-en-3-ol] é um regulador de crescimento, pertencente a um grupo de triazois, conhecido por retardar a divisão celular, bem como inibir a biossíntese do ácido giberélico (GA), reduzindo assim o crescimento em altura (CARVALHO et al., 2016; FENG et al., 2020),

¹ Pós graduanda em Agronomia (Produção vegetal), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP. kassiaferreiraps@gmail.com

² Pós graduanda em Agronomia (Produção vegetal), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP. orquidariomantovani@gmail.com

³ Pós graduanda em Agronomia (Produção vegetal), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP, maricelio_@hotmail.com

⁴ Estudante de graduação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. joaoeliezer12@gmail.com

⁵ Profa. Dra. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP, kathiafpivetta@hotmail.com

mas retendo folhas verdes escuras e raízes grossas, levando a uma melhor sobrevivência e crescimento sem condições vítreas (CHA-UM et al., 2009) e também favorecendo o crescimento em diâmetro dos entrenós (AHMAD et al., 2018).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento *in vitro* de *Epidendrum schomburgkii* e *Dendrobium findleyanum* com aplicação de uniconazole no meio de cultura.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A aplicação exógena de uniconazole (UCZ) é relatado como sendo capaz de proteger as plantas de estresses ambientais, como o estresse hídrico, salino e estresse por alta temperatura (AHMAD et al., 2019), além de estimular o enraizamento, a tolerância ao congelamento (ZHOU & LEUL, 1998) e o metabolismo e acúmulo de lignina (FANG et al., 2018; AHMAD et al., 2018). A aplicação exógena de UCZ é uma forma eficaz de produzir plântulas saudáveis *in vitro*, fazendo com que se adaptem rapidamente a ambientes ex vitro (CHA-UM et al., 2009).

FLETCHER et al. (1982) demonstram que a aplicação de uniconazole aumenta a biossíntese de citocininas e clorofila, proporciona redução da degradação da clorofila. A aplicação de uniconazole melhora a eficiência fotossintética de trigo de inverno, como aumenta significativamente o sistema de defesa antioxidante e a produtividade (AHMAD et al., 2019). Mudas de soja aclimatadas sob déficit hídrico através do tratamento com uniconazole mostrou aumento do conteúdo de clorofila e taxas fotossintéticas, e maior crescimento quando submetido a condições ótimas de irrigação, em relação as mudas sem aplicação do regulador (FENG et al., 2020). Aplicações foliares de uniconazole reduziram o vazamento de eletrólitos e aumentou a capacidade respiratória das raízes de colza quando exposto ao estresse de congelamento (ZHOU & LEUL, 1998).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento *in vitro* de *E. schomburgkii* e *Dendrobium findleyanum* com aplicação de uniconazole no meio de cultura.

METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Cultura de Tecidos de Plantas Ornamentais da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP.

Cápsulas fechadas com sementes maduras obtidas por autopolinização artificial da espécie *E. schomburgkii* e *D. findleyanum* foram superficialmente desinfestadas em etanol 70% por cinco minutos, seguido de hipoclorito de sódio com 1% de cloro ativo durante 30 minutos, enxaguadas três vezes com água destilada e autoclavadas em câmara de fluxo. Cerca de 100 mg de sementes foram inoculadas em frascos plásticos de 220 mL, contendo 40 mL de meio de cultura MS, composto pela formulação salina proposta por MURASHIGE & SKOOG (1962), com a metade da concentração de macronutrientes e concentração total de micronutrientes, adicionado de vitaminas inositol e glicina, 2% de sacarose e 0,7% de ágar (A4675, Sigma®).

Plântulas com aproximadamente 0,5 cm de altura, com a presença de dois folíolos, obtidas após 90 dias da inoculação, foram transferidas para frascos contendo 50 mL de meio de cultura MS e diferentes concentrações de Uniconazole (UCZ). O pH do meio de cultura foi ajustado para 5,7 e adicionado 30 g.L⁻¹ de sacarose e 7 g.L⁻¹ de ágar. Os frascos contendo os meios de cultura foram esterilizados em autoclave a 120 °C, durante 15 minutos.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. Os tratamentos foram seis concentrações de UCZ (0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 mmol L⁻¹), com oito repetições por tratamento e seis plântulas por unidade experimental. A germinação e o crescimento ocorreram em sala de incubação sob condições controladas, com temperatura de 25 ± 2 °C e iluminação incidente nos frascos de, aproximadamente, 75 µmol m⁻¹ e fotoperíodo de 16 horas de luz.

Após 230 dias de cultivo, foram mensurados: comprimento da parte aérea das plântulas, medida pela distância compreendida entre o colo da plântula até o ápice foliar e o comprimento de raiz.

Os dados obtidos foram transformados em Box-Cox proposto por Hawkins e Weisberg (2017) e submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste Tukey. ao nível de significância de 5% utilizando o software estatístico AgroEstat® versão 1.1.0.711 (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos do UCZ sob as plântulas indicam que, independente das concentrações avaliadas, não há influência no comprimento da parte aérea das plantas de *E. schomburgkii* (Figura 01). Para comprimento de raiz foi observado incremento de 70,98% na concentração de 6 mmol L⁻¹, seguido da concentração de 2 mmol L⁻¹ com 52,02% de incremento, em relação ao tratamento sem aplicação de UCZ. As demais concentrações não apresentaram efeito significativo, não diferindo do tratamento controle.

Um maior crescimento das raízes com aplicação de UCZ pode ser explicada pela alteração do balanço hormonal, o seu uso pode aprimorar o conteúdo de ácido abscísico e conteúdo de citocinina, favorecendo o desenvolvimento das raízes (RODRIGUEZ et al., 2016).

Figura 01. Comprimento da parte aérea (cm), comprimento de raiz (cm), de *Epidendrum schomburgkii* após 230 dias de cultivo *in vitro* submetidos a concentrações de Uniconazole.

Fonte: Própria (2020).

Figura 02. Comprimento da parte aérea (cm), comprimento de raiz (cm) de *Dendrobium findleyanum* após 230 dias de cultivo *in vitro* submetidos a concentrações de Uniconazole.

Fonte: Própria (2020)

Para a espécie *D. findleyanum* as concentrações de UCZ não influenciaram na altura das plantas (Figura 02). Para comprimento de raiz, concentrações até 8 mmol L⁻¹ não foram

influenciadas pelo regulador de crescimento, enquanto para a concentração de 10 mmol L⁻¹ apresentou redução de 28,57% do comprimento da raiz em relação ao tratamento controle.

Plântulas de *Phalaenopsis*, aclimatizadas com aplicação de 6,86 mM de UCZ, aumentaram os níveis de pigmentos fotossintéticos e as taxas fotossintéticas líquidas mais altas, enquanto os caracteres de crescimento foram retardados levando a plântulas compactas (CHA-UM et al., 2009).

CONCLUSÕES

A suplementação do meio de cultivo com uniconazole na concentração 6 mmol L⁻¹ aumentou o comprimento de raiz de *Epidendrum schomburgkii*. Para a espécie *Dendrobium findleyanum* o uniconazole apresentou efeito tóxico.

REFERÊNCIAS

AHMAD, I.; KAMRAN, M.; YANG, X.; MENG, X.; ALI, S.; AHMAD, S.; CAI, T. Effects of applying uniconazole alone or combined with manganese on the photosynthetic efficiency, antioxidant defense system, and yield in wheat in semiarid regions. **Agricultural Water Management**, v. 216, p. 400-414, 2019.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos**. Versão 1.1.0.711. Jaboticabal: Unesp, 2015.

CARVALHO, P. R.; FARIA, R. T.; WANDERLEY, C. D. S.; MACHADO-NETO, N. B.; ANDRADE-JUNIOR, O. D. Reguladores de crescimento na redução do porte da orquídea Estrela-de-Fogo para comercialização em vaso. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 22, n. 1, 2016.

CAVALCANTE, V. R.; BORIN, L.; DE MORAES, C. P. Germinação e crescimento in vitro de *Epidendrum secundum* Jacq. (Orchidaceae) em diferentes meios de cultivo e períodos de exposição a agentes desinfestantes seminais. **Iheringia. Série Botânica**, v. 73, n. 2, p. 196-207, 2018.

CHA-UM, S.; PUTHEA, O.; KIRDMANEE, C. An effective in-vitro acclimatization using uniconazole treatments and ex-vitro adaptation of *Phalaenopsis* orchid. **Scientia Horticulturae**, v. 121, n. 4, p. 468-473, 2009.

FANG, X.; LIU, X.; ZHANG, Y.; HUANG, K.; ZHANG, Y.; LI, Y. J.; NIE, H.; SHE, R.; RUAN, YI, Z. Effects of uniconazole or gibberellic acid application on the lignin metabolism in relation to lodging resistance of culm in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.). **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 204, n. 4, p. 414-423, 2018.

FENG, N.; LIU, C.; ZHENG, D.; GONG, X. Effect of uniconazole treatment on the drought tolerance of soybean seedlings. **Pak. J. Bot**, v. 52, n. 5, p. 1515-1523, 2020.

FLETCHER, R. A.; KALLIDUMBIL, V.; STEELE, P. An improved bioassay for cytokinins using cucumber cotyledons. **Plant Physiology**, v. 69, n. 3, p. 675-677, 1982.

HAWKINS, D. M.; WEISBERG, S. Combining the box-cox power and generalised log transformations to accommodate nonpositive responses in linear and mixed-effects linear models. **South African Statistical Journal**, v. 51, n. 2, p. 317-328, 2017.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.

RODRÍGUEZ, J. A. M.; HUERTAS, R.; HO-PLÁGARO, T.; OCAMPO, J. A.; TUREČKOVÁ, V.; TARKOWSKÁ, D.; GARCÍA-GARRIDO, J. M. Gibberellinabscisic acid balances during arbuscular mycorrhiza formation in tomato. **Frontier of Plant Science**, Lausanne, v. 7, 2016.

SILVA, J. A. T.; TSAVKELOVA, E. A.; NG, T. B.; PARTHIBHAN, S.; DOBRÁNSZKI, J.; CARDOSO, J. C.; RAO, M. V.; ZENG, S. Asymbiotic in vitro seed propagation of *Dendrobium*. **Plant cell reports**, v. 34, n. 10, p. 1685-1706, 2015.

ZHOU, WEIJUN; LEUL, MELAKESELAM. Uniconazole-induced alleviation of freezing injury in relation to changes in hormonal balance, enzyme activities and lipid peroxidation in winter rape. **Plant Growth Regulation**, v. 26, n. 1, p. 41-47, 1998.

CAPÍTULO 13: SUBSTRATO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Euterpe oleracea* Mart. (ARECACEAE)

CAPÍTULO 13: SUSTRATO EN GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y CRECIMIENTO INICIAL DE PLANTAS DE *Euterpe oleracea* Mart. (ARECACEAE)

CHAPTER 13: SUBSTRATE IN SEED GERMINATION AND INITIAL GROWTH OF SEEDLINGS OF *Euterpe oleracea* Mart. (ARECACEAE)

João Eliézer de Souza Batista¹; Kássia Barros Ferreira²; Larissa Benetasso Chioda³; Ricardo Soares Pimenta⁴; Kathia Fernandes Lopes Pivetta⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.183-189>

INTRODUÇÃO

A palmeira *Euterpe oleracea* (Mart.), conhecida como açaí, pertencente à família Arecaceae, com distribuição geográfica concentrada nos estados do Pará, Amazonas, Maranhão e Amapá, tem se tornado destaque no setor mercadológico principalmente pelo palmito, retirado do caule e, pelo suco extraído dos frutos; no estado do Amazonas, região do Marajó, o cultivo da palmeira açaí é a principal atividade geradora de renda (TONON et al., 2013; HONÓRIO et al., 2017).

A produção comercial de mudas de palmeiras é realizada por meio de sementes; o conhecimento dos fatores externos como temperatura, luz, água e substrato, que influenciam a germinação das sementes, é importante para que se possa estabelecer critérios de controle e manipulação na uniformização da germinação obtendo mudas de qualidade, otimizando a produção e diminuindo gastos (PIVETTA et al., 2007; MEEROW & BROCHAT, 2015).

O substrato é um dos fatores extrínsecos mais relevantes no desenvolvimento das mudas em fase de viveiro, pois apresenta características que influenciam no percentual de uniformidade, bem como na velocidade de germinação e no desenvolvimento das plantas (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012; DUTRA et al., 2012). No processo de produção de mudas, o substrato adequado deve apresentar características favoráveis como disponibilidade de aquisição na região, facilidade no transporte, baixo custo e ausência de patógenos (SILVA et al., 2001).

¹ Graduação em Engenharia Agrônoma, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/FCAV, Jaboticabal-SP, joaoeliezer12@gmail.com

² Pós graduanda em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP/FCAV, kassiaferreiraps@gmail.com

³ Graduação em Engenharia Agrônoma, UNESP/FCAV, larissabchioda@hotmail.com

⁴ Doutor em Agronomia (Produção Vegetal), Autônomo, São José do Rio Preto, ricardo.pimenta@hotmail.com

⁵ Professora Assistente Doutora, UNESP/FCAV, kathia.pivetta@unesp.br

No Brasil, a produção de mudas em viveiro é feita utilizando substratos formulados a partir de matérias-primas diversas, preparados no próprio local ou por meio de aquisição de substratos comerciais, que já apresentam em sua formulação misturas de diversas matérias-primas (SANTOS, 2019). Dentre as matérias primas, encontram-se componentes minerais como areia e vermiculita e componentes orgânicos como fibra de coco, turfa, cascas de árvores, bio-sólido e compostos orgânicos, formulados a partir de diversos materiais como lixo urbano, resíduos oriundos de poda de árvores e gramados, entre outros.

Visando analisar qual melhor substrato na formação de mudas da palmeira açaí, esta pesquisa teve como objetivo estudar diferentes substratos na germinação de sementes e crescimento inicial de mudas da palmeira açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As palmeiras pertencem à família Arecaceae, que é composta por mais de 240 gêneros e aproximadamente 2700 espécies (LORENZI et al., 2010). Além da importância ornamental, diversos produtos com valor sócio-econômico são extraídos das palmeiras; maior destaque são os frutos e o palmito destinados à alimentação humana sendo os frutos consumidos *in natura* ou processados (sucos, doces, vinhos e óleo) e também são utilizados na alimentação de animais frugívoros; vários produtos são extraídos também para uso em artesanato, substrato para plantas, fibras para confecção de vassouras, cera, estipe e folhas ou para construções rústicas, entre outros (PIVETTA et al., 2007; LORENZI et al., 2010; RODRIGUES et al., 2014; SILVA, 2017).

O açaizeiro é uma palmeira com elevado potencial comercial principalmente pela polpa do fruto que possui propriedades químicas benéficas à saúde humana (SILVA et al., 2017). O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador do fruto do açaí e o maior produtor e consumidor de palmito (PORTINHO et al. 2012).

Um dos fatores que mais interfere na produção de mudas é o substrato, que é o meio onde se desenvolvem as raízes das plantas (ROS et al., 2015) e deve garantir, por meio de sua fase sólida, a manutenção mecânica do sistema radicular e estabilidade da planta; da fase líquida o suprimento de água e nutrientes; e da fase gasosa, o suprimento de oxigênio e o transporte de dióxido de carbono entre as raízes e o ar externo (BRAGA JÚNIOR et al., 2010; HARTMANN et al., 2010).

A necessidade de estudar a utilização dos resíduos de podas de árvores é de grande importância ambiental para solucionar os problemas de resíduos sólidos existentes nas áreas urbanas junto com os resíduos de lixo domésticos. (MURAISHI et al., 2010).

METODOLOGIA

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes de Plantas Hortícolas do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp/FCAV, campus de Jaboticabal. Os frutos foram coletados de plantas existentes na coleção de palmeiras do Campus de Jaboticabal - Unesp/FCAV.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Foram 7 tratamentos (substratos: areia, vermiculita, fibra de coco, Plantmax®, Turfa®, composto de poda de árvore e composto de lixo). quatro repetições e 25 sementes/parcela.

Utilizou-se como substrato a vermiculita de textura média, areia de textura fina esterilizada em estufa a 200°C por 24 horas, fibra de coco Golden-Mix tipo 80 - fibrosa (sem adubação de bases), Plantmax® e Turfa® comerciais. O composto de poda de árvore foi originado por meio das podas das árvores de ruas e praças da cidade de Guaíra-SP, onde os galhos finos e folhas foram triturados, compostados por 5 meses e posteriormente peneirado em malha de 5 mm (MURAISHI, 2010). A amostra do composto de lixo foi obtida na cidade de São José do Rio Preto-SP, por meio da compostagem de lixo orgânico (MURAISHI, 2010).

Logo após a colheita, o epicarpo e o mesocarpo dos frutos foram removidos por meio de atrito manual contra peneira de malha de aço sob água corrente e secos à sombra. Os diásporos foram parcialmente semeados em caixas de plástico (17 x 13 x 6 cm), contendo os substratos de acordo com o tratamento, mantidos em condições de laboratório (26,5°C e 92% UR). As caixas de plástico foram colocadas dentro de sacos de polietileno de baixa densidade, amarradas na extremidade com arame recapado e sobre bancadas do laboratório. A reposição de água foi feita pelo método de pesagem mantendo-se 100% da capacidade de retenção de água de cada substrato, calculada inicialmente.

Após estabilização da germinação, calculou-se a porcentagem de germinação pela fórmula proposta nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e o Índice de Velocidade de Germinação das plântulas (IVG) de acordo com a fórmula proposta por MAGUIRE (1962). Quando as mudas apresentaram folhas ainda não expandidas, foi avaliado: comprimento da parte aérea, comprimento médio de raízes e massa seca da parte aérea e de

raízes, que foram obtidas após a secagem em sacos de papel que foram colocados em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C até atingir peso constante, sendo posteriormente pesadas em balança de precisão (0,001 g).

Os resultados observados foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa estatístico AgroEstat (BARBOSA & MALDONADO JÚNIOR, 2015). sendo que para porcentagem de germinação os dados foram previamente transformados em arc sen $(x/100)^{1/2}$. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se (Tabela 1) que não houve diferença significativa entre os substratos para porcentagem de germinação, no entanto, as sementes de açaí germinaram mais rápido em vermiculita, que não diferiu significativamente de areia, fibra de coco e Plantmax®.

TABELA 1: Valores médios de porcentagem de germinação (%G), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), comprimento da parte aérea considerando folhas não expandidas, chamada fase “palito” (CPA), comprimento de raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) na germinação de sementes de *Euterpe oleracea* em diferentes substratos.

SUBSTRATOS	G (%)	IVG	CPA (cm)	CR (cm)	MSPA (g)	MSR (g)
Areia	53,87 a	0,6085 ab	10,56 b	3,77 d	1,50 bc	0,47 a
Vermiculita	63,30 a	0,7114 a	11,00 b	5,42 c	1,87 ab	0,65 a
Fibra de coco	57,11 a	0,5383 ab	13,12 a	6,72 ab	1,91 ab	0,57 a
Plantmax®	55,74 a	0,5995 ab	14,37 a	7,26 a	2,24 a	0,59 a
Turfa®	56,51 a	0,4686 bc	6,69 c	4,11 d	0,99 c	0,48 a
Comp. Árvore ¹	59,49 a	0,4757 bc	9,69 b	5,85 bc	1,52 bc	0,51 a
Comp. Lixo ²	52,77 a	0,2699 c	2,74 d	1,70 e	0,33 d	0,25 b
CV	12,58	17,95	6,04	9,49	18,81	17,68

¹Composto de materiais oriundos de poda de árvores

²Composto de materiais oriundos de lixo urbano

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os substratos Plantmax® e fibra de coco apresentaram médias que estiveram entre as maiores para todas as características estudadas, no entanto, Plantmax® foi superior para comprimento médio de raízes e massa seca da parte aérea. Embora as sementes tenham germinado mais rápido em vermiculita, as mudas apresentaram menor comprimento da parte aérea e de raízes.

As sementes germinaram mais lentamente e as mudas apresentaram crescimento inicial menos favorecido em turfa e nos compostos de poda de árvores e, principalmente, lixo. Estes resultados podem ser pelo fato destes substratos apresentarem maior presença de nutrientes e, segundo MEEROW & BROCHAT (2015), **mUDAS DE PALMEIRAS NÃO REQUEREM FERTILIZAÇÃO SUPLEMENTAR NOS PRIMEIROS DOIS MESES APÓS A GERMINAÇÃO, PODENDO ATÉ CAUSAR INJÚRIAS EM MUDAS JOVENS. MURAISHI ET AL., 2010 COMENTAM QUE, O COMPOSTO DE LIXO POSSUI VÁRIOS MICRONUTRIENTES, QUE PODEM SER LIBERADOS PARA AS PLANTAS, REDUZINDO OU MESMO SUBSTITUINDO O USO DE FERTILIZANTE E, TAMBÉM, PODE CONTER METAIS POTENCIALMENTE TÓXICOS, COMO CHUMBO, CRÔMIO, CÁDMIO E NÍQUEL.**

CONCLUSÕES

Concluiu-se que todos os substratos foram semelhantes na porcentagem de germinação que foi, em média 57%, no entanto, Plantmax® apresentou melhor desempenho na formação inicial das mudas.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação Agronômica & AgroEstat**; Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos. Jaboticabal. 396 p. 2015.
- BRAGA JUNIOR, J. M.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U. Emergência de plântulas de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae) em função de substratos. **Revista Árvore**, v. 34, n. 4, p. 609-616, 2010.
- BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária; 2009. 399p.
- CARVALHO N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. FUNEP: Jaboticabal, 5.ed. 590p. 2012.
- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SARMENTO, M. F. Q.; OLIVEIRA, J. C. Emergência e crescimento inicial da canafístula em diferentes substratos e métodos de superação de dormência. **Revista Caatinga**, v.25, n.2, p.65-71, 2012.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. **Plant Propagation: Principles and Practices**. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2010. 928 p.

HONÓRIO, A. B. M.; SOUSA, R. M.; MARINHO, P. H. A.; LEAL, T. C. A. de B.; SOUZA, P. B. Germinação de sementes de *Euterpe oleraceae* (Mart.) em diferentes Substratos. **Agrarian Academy**, v.4, n.7; p.280-288, 2017.

LORENZI, H.; NOBLICK, L.; KAHN, F.; FERREIRA, E. J. L. **Flora Brasileira: Arecaceae** (Palmeiras). 1. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2010.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MEEROW, A. W.; BROCHAT, T. K. **Palm seed germination**. Gainesville: UF/IFAS Extension, 2015. (Environmental Horticulture Department, UF/IFAS Extension. BUL274).

MURAISHI, R. I.; GALBIATTI, J. A.; NOBILE, F. O.; BARBOSA, J. C. Compostos orgânicos como substratos na formação de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex. dc.) Standl) irrigadas com água residuária. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.6, p. 1081-1088, 2010.

RODRIGUES, J. K.; MENDONÇA, M.S.; GENTIL, D. F.O. Efeito da temperatura, extração e embebição de sementes na germinação de *Bactris maraja* Mart. (Arecaceae). **Revista Árvore**, v. 38, p. 857-865, 2014.

PIVETTA, K. F. L.; BARBOSA, J. G.; ARAÚJO, E. F.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Propagação de palmeiras e estrelitzia. In: Barbosa JG, Lopes LC. **Propagação de Plantas Ornamentais**. Viçosa: UFV, 2007.

PORTINHO, J. Á.; ZIMMERMANN, L. M.; BRUCK, M. R. Efeitos benéficos do açaí. **Journal of Nutrology**, v.5, n.1, p.15-20, 2012.

ROS, C. O.; REX, F. E.; RIBEIRO, I. R.; KAFER, P. S.; RODRIGUES, A. C.; SILVA, R. F.; SOMAVILLA, L. Uso de substrato compostado na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* e *Cordia trichotoma*. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 4, p. 549-558, 2015.

SANTOS, A. S. Época de semeadura e substrato na produção de mudas de *Caesalpinia pulcherrima* (L.). Jaboticabal, 2019. 33 p. **Dissertação**. UNESP/ FCAV, 2019.

SILVA, A. C. D.; SMIDERLE, O. J.; OLIVEIRA, J. M. F.; SILVA, T. J. Tamanho da semente e substratos na produção de mudas de açaí. **Advances in Forestry Science**, v.4, n.4, p.151-156, 2017.

SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.2, p.377-81, 2001.

SILVA, S. S. da. Formação e viabilidade das sementes de palmeira real australiana. Piracicaba. 2017. 64 p. **Tese (doutorado)**. Pós graduação em Fitotecnia, ESALQ USP, 2017.

TONON, R. V.; BRADET, C.; HUBINGER, M. D. Aplicação da secagem por atomização para a obtenção de produtos funcionais com alto valor agregado a partir do açaí. **Inclusão Social**, v. 6, n. 2, p. 70-76, 2013.

CAPÍTULO 14: PRÉ-EMBEBIÇÃO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PALMITO JUÇARA (*Euterpe edulis* Mart.)

CAPÍTULO 14: PREEMBEBICIÓN EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE PALMITO BRASILEÑO (*Euterpe edulis* Mart.)

CHAPTER 14: PRE-SOAKING ON GERMINATION OF BRAZILIAN PALM HEART (*Euterpe edulis* Mart.) SEEDS

Thiago Souza Campos¹; Larissa Benetasso Chioda²; Marcos Vieira Ferraz³; Eduardo Antônio Bartolomeu⁴; Kathia Fernandes Lopes Pivetta⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.190-195>

INTRODUÇÃO

A palmeira *Euterpe edulis* (juçara) é considerada uma das palmeiras mais importantes nativas do Brasil, pela produção do palmito e dos frutos comestíveis saborosos, porém a extração dos produtos é predatória e tem acelerado o processo de extinção da espécie (SOLER-GUILHEN et al., 2020).-As sementes de *E. edulis* apresentam baixo percentual de germinação sendo considerada lenta e uniforme. As sementes de palmeiras comumente apresentam dormência física em graus variados devido à resistência de seu endocarpo que inviabiliza a embebição de água.

A quebra da dormência é realizada por técnicas químicas ou físicas, como a imersão dos diásporos em água ou em substâncias químicas reguladoras de crescimento, pela estratificação, escarificação química ou mecânica ou, ainda, por graus de exposição à luminosidade (BECKMANN-CAVALCANTE et al., 2012), a fim de possibilitar a embebição e consequente ativação metabólica (germinação). Desta forma, visando a manutenção da palmeira juçara associada à exploração sustentável evitando assim sua extinção, necessita-se de mais informações sobre os processo da propagação via sementes. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo estudar o efeito da pré-embebição na germinação de sementes de *E. edulis*.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

¹ Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus Jaboticabal-SP, UNESP/FCAV, thiagocamposagr@gmail.com

² Graduação em Engenharia Agrônoma, UNESP/FCAV, larissabchioda@hotmail.com

³ Doutor em Agronomia (Produção Vegetal), IBD, Botucatu-SP, ferrazmarcos@yahoo.com.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, Autônomo, du_bartolo@yahoo.com.br

⁵ Professora Doutora em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP/FCAV, kathia.pivetta@unesp.br

A embebição das sementes em água proporciona incrementos na porcentagem de germinação, como em palmito (*Euterpe edulis*) (BOVI, 1990) porém, pode reduzir a velocidade de germinação (CAMPHORA et al., 2010); em alguns casos, pode acelerar o tempo do processo germinativo, como em *Euterpe oleracea* (açai) (SOUZA et al., 2018), em palmeira *Archontophoenix alexandrae* (real-australiana) (TEIXEIRA et al., 2007) e em *Copernicia prunifera* (carnaúba) (REIS et al., 2011). Portanto, para palmeiras de forma geral, recomenda-se processos para quebra da dormência como a imersão em água, escarificação química ou mecânica ou exposição a luz (PIVETTA; BARBOSA; ARAÚJO, 2007).

Porém a embebição das sementes por meio da imersão em água pode ser prejudicial às sementes devido à entrada de água de forma mais rápida, o que além de promover injúrias, dificulta a aeração (MARCOS FILHO, 2015). Sendo assim, é importante identificar o período ideal de imersão, o qual não ocorra danos por embebição que possam comprometer o desenvolvimento de plântulas normais ou mesmo a morte das sementes.

METODOLOGIA

O trabalho trata-se de uma pesquisa quantitativa do tipo experimental em que os frutos de juçara foram colhidos da coleção de palmeiras da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/FCAV), Campus de Jaboticabal, SP. O experimento foi realizado em temperatura ambiente, no Laboratório de Análise de Sementes de Plantas Hortícolas do Departamento de Produção Vegetal da mesma faculdade.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado. Foram 8 tratamentos (semeadura logo após a colheita e 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias de pré-embebição dos diásporos em água) com 4 repetições de 25 diásporos.

Frutos maduros foram colocados imersos em água e diariamente retirava-se 100 frutos do lote que era despulpado manualmente por abrasão contra uma peneira de malha de aço sob água corrente (remoção do epicarpo e mesocarpo) para a semeadura do dia, de acordo com o tratamento. O restante dos frutos permanecia imerso em água que era trocada diariamente.

Os diásporos foram semeados em caixas de plástico (17,5 x 13 x 6 cm) contendo vermiculita. A reposição de água foi feita pelo método de pesagem mantendo 100% da capacidade de retenção de água da vermiculita. As caixas de plástico foram colocadas em

sacos de polietileno de baixa densidade e fechados com arame recapado, sendo cada caixa correspondente a uma parcela.

As avaliações foram realizadas aos 101 dias após a semeadura quando foi observada estabilização da germinação. Determinou-se porcentagem de germinação (%), comprimento médio da parte aérea (cm), comprimento médio das raízes (cm).

A porcentagem de germinação foi calculada pela fórmula proposta nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e transformada em $\arcsin(x/100)^{1/2}$; as demais características não foram transformadas. Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando o software estatístico AgroEstat® (BARBOSA e MALDONADO JÚNIOR, 2015) sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho trata-se de uma pesquisa quantitativa do tipo experimental a qual houve ajuste de regressão polinomial para as características estudadas (Figura 1). A maior porcentagem de germinação foi verificada no segundo e terceiro dia de pré-embebição (Figura 1A) observando-se que a germinação foi baixa quando foi feita a semeadura logo após a colheita, sem deixar as sementes imersas em água. O comprimento médio das plântulas foi semelhante para a semeadura logo após a colheita e para os diásporos imersos até 5 dias, decrescendo a partir deste dia (Figura 1B). Já para o comprimento médio de raízes, foi verificado o maior comprimento no segundo e terceiro dia de pré-embebição de forma semelhante à porcentagem de germinação (Figura 1C).

Pode-se constatar, de modo geral, que a imersão dos diásporos em água por dois ou três dias foi favorável para obtenção dos maiores valores das características estudadas. Os resultados se assemelham com o estudo de Rodrigues et al. (2014) em *Bactris maraja* Mart, onde identificaram o período de dois dias de embebição como ideal para aumento da germinação.

No entanto, são indicados tempos maiores de embebição em sementes *E. edulis*, o qual sete dias de imersão aumentou-se a germinação (74,3%) (CAMPHORA et al., 2010). Bovi (1990) não observou resultados favoráveis na germinação de sementes de *E. edulis* com a pré-embebição, no entanto, foram utilizados frutos não despulpados durante o processo de germinação, que foi prejudicial à porcentagem final e velocidade de emergência, provavelmente por permitir maior contaminação por microrganismos patogênicos.

Figura 01: Curva de regressão entre os períodos de pré-embebição e da (A) porcentagem de germinação de sementes; (B) comprimento médio de plântulas (cm); e (C) comprimento médio das raízes (cm) de *Euterpe edulis*.

Fonte: Própria (2020)

Foram identificados os maiores comprimentos de raiz e total da plântula com 2 dias de embebição em água, de 7,95 cm de raiz e 10,20 cm plântula total. Contrariamente, Ribeiro et al. (2015) verificaram que a imersão em água por 48 h não favoreceu a germinação e o crescimento inicial das mudas de *E. edulis*, quando comparado com outros tratamentos pre-germinativos, sendo a imersão em ácido giberélico e a exposição ao etileno os tratamentos mais efetivos.

O trabalho permitiu inferir que existe uma variação entre o período de embebição em relação à qualidade da semente coletada a qual afeta a germinação das sementes, indicando que para cada espécie um período de embebição mais adequado. Na palmeira açai (*Euterpe oleracea*), mesmo gênero que juçara, o tempo ideal de embebição foi de 9 dias, pois apresentaram maior índice de velocidade de emergência de plântulas, com o menor tempo exigido para a condução do pré-tratamento (SOUZA et al., 2018).

CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho mostraram que a germinação de sementes da palmeira *E. edulis* foi maior e proporcionou plântulas de melhor qualidade quando os diásporos foram pré-embebidos em água por dois ou três dias.

REFERÊNCIAS

- BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. B.; PIVETTA, K. F. L.; IHA, L. L.; TAKANE, R. J. Temperatura, escarificação mecânica e substrato na germinação de sementes das palmeiras juçara e açaí. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** (Agrária), Recife, v. 7, n. 4, p. 569-573, 2012.
- BOVI, M. L. A. Pre-embebição em água e porcentagem e velocidade de emergência de sementes de palmito. **Bragantia**, Campinas, v.49, n. 01, p. 11-22, 1990.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395 p.
- CAMPHORA, V. P.; ROSA, A. H. B.; DE CARVALHO, C. P.; BIOLÓGICAS, C.; FISCH, S. T. V. Efeitos do despolpamento e embebição na germinação de sementes do palmito *Euterpe edulis* Mart.(Arecaceae) in: XV Encontro de Iniciação Científica, 18 a 22 de outubro 2010, UNITAU – Universidade de Taubaté, 2010.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015, 659 p.
- PIVETTA, K. F. L.; BARBOSA, J.G., ARAÚJO, E.F. **Propagação de palmeiras e strelitzia**. In: Barbosa, J.G.; lopes, L.C. Propagação de Plantas Ornamentais. [Propagation of Ornamental Plants], Viçosa: UFV, 2007, 43-70 p.
- REIS, R. D. G. E.; DE SOUSA PEREIRA, M.; GONÇALVES, N. R.; PEREIRA, D. S.; BEZERRA, A. M. E. Emergência e qualidade de mudas de *Copernicia prunifera* em função da embebição das sementes e sombreamento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 43-49, 2011.
- RIBEIRO, M. S.; STEFFENS, C. A.; OLIVEIRA, L. M.; GARCIA, C.; PIKART, T. G.; SOUZA, G. K. Tratamentos pré-germinativos em sementes de palmito **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 35, n. 84, p. 469-473, 2015.
- RODRIGUES, J. K.; MENDONÇA, M. S. D.; GENTIL, D. F. D. O. Efeito da temperatura, extração e embebição de sementes na germinação de *Bactris maraja* Mart.(Arecaceae). **Revista árvore**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 857-865, 2014.
- SOLER-GUILHEN, J. H.; BERNARDES, C. D. O.; MARÇAL, T. D. S.; OLIVEIRA, W. B. D. S.; FERREIRA, M. F. D. S.; FERREIRA, A. *Euterpe edulis* seed germination parameters and genotype selection. **Acta Scientiarum**. Agronomy, Maringá, v. 42, 2020.

SOUZA, P. A.; SANTOS, A. F.; GONÇALVES, D. S.; VENTURIN, N. Efeito da reidratação na germinação de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 17, n. 2, p. 286-291, 2018.

TEIXEIRA, M. T.; VIEIRA, H. D.; TEIXEIRA, S. L.; SILVA, R. F. Influence of disinfection and osmotic conditioning on the germinating behavior of australian royal palm (*Archontophoenix alexandrae*) seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 155-159, 2007.

CAPÍTULO 15: SUBSTRATO E ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE JUÇARA (*Euterpe edulis*)

CAPÍTULO 15: SUSTRATO Y ESCARIFICACIÓN MECÁNICA EN GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Euterpe edulis* (ARECACEAE)

CHAPTER 15: SUBSTRATE AND MECHANICAL SCARIFICATION ON GERMINATION OF *Euterpe edulis* (ARECACEAE) SEEDS

Thiago Souza Campos¹; Larissa Benetasso Chioda²; Marcos Vieira Ferraz³; Eduardo Antônio Bartolomeu⁴; Kathia Fernandes Lopes Pivetta⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.196-201>

INTRODUÇÃO

A juçara (*Euterpe edulis* Mart.) é uma espécie tropical que ocorre em uma estreita faixa de floresta tropical na costa do sudeste Brasileira (LORENZI et al., 2010). É uma palmeira nativa tradicionalmente explorada para extração de palmito doce, porém, está ameaçada extinção devido ao extrativismo predatório, visto que o estipe morre logo após o corte para a extração do palmito sem emitir perfilhos, ocasionando o rápido decréscimo populacional (LEITMAN et al., 2013; SCHULZ et al., 2016).

A produção de mudas da maioria das espécies da família Arecaceae é realizada por sementes que necessitam de tratamentos pré-germinativos com o objetivo de acelerar e uniformizar o estabelecimento das plântulas, uma vez que a germinação natural das palmeiras é desuniforme e lenta podendo ser acelerada com a remoção do endocarpo, manutenção de temperatura ideal e escarificação (BECKMANN-CAVALCANTE et al., 2012). Segundo Munhoz et al. (2005) um dos principais fatores limitantes para o atraso na germinação de sementes da palmeira *Euterpe edulis* são baixas temperaturas.

Desta forma, buscar a manutenção da espécie associada à exploração sustentável necessita-se de mais informações sobre os processos da propagação via sementes, logo este trabalho teve como objetivo estudar o efeito do substrato e da escarificação mecânica na germinação de sementes de *E. edulis*.

¹ Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus Jaboticabal-SP, thiagocamposagr@gmail.com

² Graduação em Engenharia Agrônoma, UNESP/FCAV, larissabchioda@hotmail.com

³ Doutor em Agronomia (Produção Vegetal), IBD, Botucatu-SP, ferrazmarcos@yahoo.com.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, Autônomo, du_bartolo@yahoo.com.br

⁵ Professora Doutora em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus Jaboticabal-SP, kathia.pivetta@unesp.br

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os substratos têm sua utilização mundial incrementada anualmente por proporcionarem melhores condições físicas, químicas e biológicas ao desenvolvimento das plantas, sendo formados por diferentes matérias-primas principalmente por materiais alternativos devido à escassez de recursos naturais (FERRAZ, 2015). Em sementes de palmeiras o substrato para a germinação deve ser bem drenado e com boa capacidade de reter umidade e as partículas não devem ser excessivamente grandes, pois a drenagem excessiva ou o encharcamento podem prejudicar as sementes durante a germinação (BROSCHAT, 1994).

Alguns substratos já são indicados para germinação de *Euterpe oleracea* (açaizeiro) como a vermiculita, bioplant® e areia na temperatura de 35 °C e o plantmax® em temperatura alternada de 20-30 °C (GAMA et al., 2010). Já para germinação de *E. edulis*, são indicados substratos com terra de mata, com alta concentração de matéria orgânica (serrapilheira) ou solo de textura argilosa.

No entanto as sementes de palmeiras normalmente apresentam dormência física em graus variados devido à dureza de seu endocarpo que impede a embebição de água, demandando tratamentos como imersão em água ou em substâncias químicas reguladoras de crescimento, estratificação, escarificação química ou mecânica, ou, ainda, graus de exposição à luminosidade (BECKMANN-CAVALCANTE et al., 2012). Logo sementes escarificadas mecanicamente obtêm maior porcentagem e uniformidade de germinação quando comparadas com sementes que não foram escarificadas.

METODOLOGIA

O trabalho trata-se de uma pesquisa quantitativa do tipo experimental, em que os frutos de juçara foram colhidos da coleção de palmeiras da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/FCAV), Campus de Jaboticabal, SP. O experimento foi realizado à temperatura ambiente, no Laboratório de Análise de Sementes de Plantas Hortícolas do Departamento de Produção Vegetal da mesma faculdade.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizados. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 4 x 2 (4 substratos: Plantmax®, vermiculita, fibra de

coco e areia, combinados com e sem escarificação mecânica do endocarpo) com 4 repetições de 25 diásporos (sementes com endocarpo aderido).

Frutos maduros foram despulpados manualmente por abrasão contra uma peneira de malha de aço sob água corrente, após terem sido colocados em água por 24 horas para facilitar a remoção da polpa (epicarpo e mesocarpo). Em seguida, de acordo com o tratamento, foi feita escarificação mecânica parcial do endocarpo com auxílio de lixas de papel.

Os diásporos foram colocados para germinar em caixas de plástico (17,5 x 13 x 6 cm) preenchidas com os diferentes substratos: vermiculita de textura média; fibra de coco Golden-Mix tipo 80 - Fibroso (sem adubação de base) e areia de textura média, esterilizada em estufa de circulação de ar forçado a 200 °C por 24 horas. A reposição de água foi feita pelo método de pesagem manteve-se 100% da capacidade de retenção de água de cada substrato. As caixas de plástico foram colocadas em sacos de polietileno de baixa densidade e fechados com arame recapado, sendo cada caixa correspondente a uma parcela. A avaliação foi realizada aos 101 dias após a semeadura quando foi observada estabilização da germinação. Determinou-se porcentagem de germinação (%), diâmetro médio do estipe na altura do substrato (mm), comprimento médio da parte aérea (cm), comprimento médio das raízes (cm), número médio de raiz, massa seca da raiz (g), da parte aérea (g) e total (g).

A porcentagem de germinação foi calculada pela fórmula proposta nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e transformada em $\arcsin(x/100)^{1/2}$. O número médio de raiz foi transformado em $(x)^{1/2} + 0,5$, as demais características não foram transformadas sendo realizada a análise estatística, sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados sobre o efeito do substrato e da escarificação mecânica na germinação de sementes da palmeira juçara são apresentados na Tabela 1. Observa-se que a interação entre os substratos e a escarificação mecânica foi não significativa para as variáveis estudadas. Houve diferença significativa entre os substratos, com superioridade para a vermiculita e a fibra de coco, para todas as variáveis estudadas. Houve efeito significativo também entre as sementes escarificadas, somente para porcentagem de germinação, comprimento médio de raiz e massa seca de raiz com superioridade para as sementes escarificadas.

Tabela 01: Quadrado médio e médias da porcentagem de germinação (G), diâmetro médio do estipe na altura do substrato (DME), comprimento médio da parte aérea (CMP), comprimento médio das raízes (CMR), número médio de raiz (NMR), massa seca de raiz (MSR), de parte aérea (MSP) e total (MST) de plântulas de *E. edulis* germinadas em diferentes substratos com e sem escarificação mecânica do endocarpo.

Causa de variação	GL	G (%)	DME (mm)	CMP (cm)	CMR (cm)	NMR (und)	MSP (g)	MSR (g)	MST (g)
QM									
Substrato (S)	1	834,36**	0,27*	57,3**	46,71**	1,65**	0,025*	0,0008**	0,0074**
Escarificação (E)	3	398,14*	0,03 ^{ns}	6,46 ^{ns}	5,72*	0,2 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,0008**	0,0001 ^{ns}
S x E	3	44,99 ^{ns}	0,12 ^{ns}	3,24 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,0000 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
Resíduo	24	79,86	0,06	3,39	2,08	0,08	0,006	0	0,0009
CV(%)		21,86	7,83	18,77	21,98	10,65	33,66	23,6	30,97
Médias									
Plantmax®		30,84 b	2,94 b	8,27 b	4,26 b	2,2 b	0,06 ab	0,02 b	0,07 b
Vermiculita		49,41 a	3,32 a	12,12 a	9,02 a	3,1 a	0,09 a	0,04 a	0,12 a
Fibra de coco		49,95 a	3,30 a	12,03 a	8,25 a	2,9 a	0,09 a	0,04 a	0,12 a
Areia		33,32 b	3,06 ab	6,8 b	4,73 b	2,3 b	0,05 b	0,02 b	0,07 b
Médias									
C/ escarif.		44,41 a	3,13 a	10,3 a	6,99 a	2,5 a	0,08 a	0,03 a	0,1 a
S/ escarif.		37,35 b	3,19 a	9,36 a	6,14 a	2,7 a	0,07 a	0,02 b	0,1 a

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} Não Significativo; GL = Graus de Liberdade. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Própria (2020)

Assim como neste trabalho, Beckmann-Cavalcante et al. (2012) observaram o efeito positivo da escarificação mecânica para *E. edulis* (juçara) e *E. oleracea* (açaí) sendo favorável para o processo de germinação em vermiculita e fibra de coco, no entanto os autores também destacam a areia como uma alternativa de substrato para germinação das palmeiras, no entanto, o substrato areia difere dos resultados encontrados. Contudo o resultado obtido dos substratos reforça a indicação que considera a vermiculita, de modo geral, um dos substratos mais adequados na germinação de sementes de palmeiras do gênero *Euterpe* (HENZEL et al., 2020).

Os substratos vermiculita, fibra de coco, areia e Plantmax® também foram estudados por Gama et al. (2010); Beckmann-Cavalcante et al. (2012) e Brahm et al. (2013) na germinação de sementes de açaí e juçara, de forma semelhante à este estudo. Os resultados corroboram com os autores o qual indicam efeito deletério do Plantmax® na germinação de

sementes das palmeiras e efeito superior quanto utilizado vermiculita e fibra de coco, porém também se dividem em relação ao uso da areia.

Em relação à escarificação das sementes Silva et al. (2015) observaram que a escarificação mecânica é o melhor métodos de estímulo à germinação, o qual obtiveram 7,01 cm de comprimento da parte aérea, 27 cm de comprimento de raiz e 6,81g de massa seca total *E. oleracea*. Porém Henzel et al. (2020) não verificaram efeito positivo da escarificação mecânica em sementes de juçara, no entanto, o procedimento de escarificar foi muito diferente, ou seja, foi feito o corte com estilete na região do poro vegetativo das sementes.

Os substratos que demonstraram desempenho superior na propagação podem estar relacionados com as características de suas propriedades físicas, principalmente por apresentarem alta porosidade, alto potencial de retenção de umidade e conferir tanto estabilidade térmica como a possibilidade de esterilização (KLEIN, 2015). Ao identificar o melhor meio de cultivo e as técnicas pertinentes para obtenção de altas taxas de germinação de palmeiras, propiciam ganhos aos produtores de plantas ornamentais e no processo de reflorestamento de espécies ameaçadas.

CONCLUSÕES

A germinação de sementes da palmeira *E. edulis* foi superior e proporcionou plântulas de melhor qualidade quando utilizou-se os substratos vermiculita e fibra de coco. A escarificação mecânica aumentou a porcentagem de germinação e não interferiu na qualidade da plântula.

REFERÊNCIAS

BRAHM, R. Ü.; MEDEIROS, C. A. B.; CARDOSO, J. H.; REISSER JUNIOR, C. Avaliação do efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de *Euterpe Edulis* (Mart.) e *Roystonea regia* (Kunth). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Dois Vizinhos-PR, v. 8, n. 2, p. 148-160, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009.

BROSCHAT, T. K. Palm seed propagation. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.360, 1994.

BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; PIVETTA, K. F. L.; IHA, L. L.; TAKANE, R. J. Temperatura, escarificação mecânica e substrato na germinação de sementes das palmeiras juçara e açaí. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** (Agrária), Recife-PE, v. 7, n. 4, p.

569-573, 2012.

FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá-PR, v.27, n. 2, pp. 209-214, 2005.

GAMA, J. S. N.; MONTE, D. M. D. O.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. D. L. A.; BRAGA JÚNIOR, J. M. Temperaturas e substratos para germinação e vigor de sementes de *Euterpe oleracea* Mart. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 41, n. 4, p. 664-670, 2010.

HENZEL, A. B. D.; REAL, I.; MOLINA, A. R.; FREITAS, T. C.; GUARINO, E.; MIURA, A. K. Germinação de palmito-juçara (*Euterpe edulis* Mart.-Arecaceae) submetido a escarificação mecânica. In: Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2020, Sergipe. **Cadernos de Agroecologia**. São Cristóvão-SE: Associação Brasileira de Agroecologia, 2020. v. 15, n. 2, 2020.

KLEIN, C. Utilização de Substratos Alternativos para Produção de Mudas. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Curitiba-PR, v. 4, p. 43-63, 2015.

LEITMAN, P. JUDICE, D. M. BARROS, F. S. M. PRIETO, P. V. **ARECACEAE**. In: MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. Livro vermelho da flora do Brasil. 1. ed. - Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2013.

LORENZI, H.; NOBLICK, L. R.; KAHN, F.; FERREIRA, E. **Flora brasileira: Arecaceae** (Palmeiras). Instituto Plantarum, Nova Odessa-SP, 2010.

MUNHOZ, R. E. F.; ALMEIDA, P.; NEGRI, F.; RODRIGUES, G.; CAPELLARI, L.; MELLO, J. C. P. Quebra de dormência em Palmito Juçara (*Euterpe edulis*). **Revista Uningá**, Maringá-PR, v. 5, n. 1, 2005.

SCHULZ, M.; BORGES, G. D. S. C.; GONZAGA, L. V.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Juçara fruit (*Euterpe edulis* Mart.): Sustainable exploitation of a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 89, p. 14-26, 2016.

SILVA, L. L.; LIMA-PRIMO, H. E.; SMIDERLE, O. J.; CHAGAS, E. A.; SOUZA, A. G. Escarificação de sementes para desenvolvimento em plântulas de açaizeiro. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa vista-RO, v. 9, n. 1, p. 72-78, 2015.

CAPÍTULO 16: DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NA ESCOLA AGRÍCOLA DE JUNDIAÍ – UFRN

CAPÍTULO 16: DIAGNÓSTICO DE RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA ESCUELA AGRÍCOLA DE JUNDIAÍ - UFRN

CHAPTER 16: DIAGNOSIS OF SOLID WASTE GENERATED AT THE AGRICULTURAL SCHOOL OF JUNDIAÍ - UFRN

Job Alves da Rocha Neto¹; Francisco Luciano de Oliveira²; Ermelinda Maria Mota Oliveira³; Gualter Guenther Costa da Silva⁴.

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.202-207>

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o consumo exagerado, a ausência de educação ambiental da população, a geração desenfreada e a falta de gerenciamento dos resíduos sólidos tem sido apontada como uma das maiores preocupações ambientais da sociedade moderna. A falta de gestão desses resíduos contribui para geração, descarte e disposição inadequados, provocando impactos ambientais, econômicos, sociais e de saúde.

Em 2010, a Lei nº 9.605/1998 foi alterada e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída através da Lei nº 12.305/2010, que reuni o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotadas pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Vale ressaltar, que no caso de órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta passou a ser obrigatória a separação de resíduos recicláveis descartados, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, a partir de 25 de outubro de 2006, pelo decreto nº 5.940.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi realizar um diagnóstico dos resíduos sólidos gerados na Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ) a partir da qualificação, quantificação e destinação final dos mesmos, e assim, contribuir para implantação do Plano de

¹ Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, speakjob@hotmail.com

² Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, fco.luciano@yahoo.com.br

³ Prof^a. Dr^a. em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, ermelindasolos@gmail.com

⁴ Prof. Dr. em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, gualtermve@gmail.com

Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) desta instituição de ensino.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o gerenciamento de resíduos sólidos é o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos e dos rejeitos gerados, respectivamente (BRASIL, 2014).

Este processo de gerenciamento é dividido em três etapas: planejamento, execução e manutenção. O planejamento é a primeira etapa crucial, consistindo em um levantamento de dados qualiquantitativos dos resíduos gerados, coletados, transportados, reutilizados, recuperados, reciclados, tratados, beneficiados e a disposição final dos rejeitos (BRASIL, 2013). A partir da organização dos dados obtidos no planejamento, é elaborado um diagnóstico com todas as informações necessárias para a próxima etapa do gerenciamento: a execução. Todas essas etapas contribuirão para a implementação do PGRS da EAJ/UFRN.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado na Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ), Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias (UAECIA) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba/RN.

Os dados foram obtidos através do preenchimento de formulários “*check list*”, elaborados em planilhas no Microsoft Excel® e enviados para todos os setores da EAJ/UAECIA. Nestes formulários, os responsáveis por cada setor deviam assinalar os tipos de resíduos gerados no setor, informando a quantidade estimada de cada resíduo (kg.mês^{-1}) e a destinação final dos mesmos. Após o preenchimento dos formulários foram calculadas as quantidades de resíduos considerando a constituição e composição nos seguintes grupos: papel, vidro, plástico, metal, orgânicos, não recicláveis e outros recicláveis, em acordo com o Art. 3º da Lei nº 12.305.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de setores (84) da EAJ, em média, apenas 30% repassaram as informações solicitadas (28 setores), sendo que 17 estimaram a quantidade (kg.mês^{-1}) de resíduos gerados e 11 não fizeram nenhuma estimativa (Figura 1).

Os 17 setores que definiram estimativas foram: Grupo de Estudos em Solo (GESOLO), Biblioteca Setorial Prof. Rodolfo Helinski, setor de aulas e a coordenação do curso técnico em Agropecuária, Direção Geral, setor de informática (localizado próximo à biblioteca), caprinos, processamento de laticínios, patrimônio, coordenação da graduação em Zootecnia, Laboratório Multiusuário de Nutrição Animal (LMNA), setor de obras e manutenção, processamento de frutas e hortaliças, informática (principal), apicultura, Coordenação de Políticas Estudantis (COPE) e Secretaria Escolar. E os 11 sem estimativas foram: cantina, setor de aquicultura, horta, obras e manutenção (prédio), máquinas e implementos agrícolas, pomar, restaurante universitário, estábulo, setor de ovinocaprinocultura, ovinocultura e almoxarifado (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma dos setores com estimativas (17) e sem estimativas (11) da quantidade de resíduos gerados pelo setor.

Fonte: Própria (2020).

A partir dos dados obtidos nos setores que definiram estimativas, constata-se que os resíduos gerados em maiores proporções foram os orgânicos. Estes resíduos (podas de árvores, restos vegetais e excrementos de animais) corresponderam a 76,57% do total, enquanto os de

papel corresponderam a 5,46%, como papelão e embalagens *tetrapack*. Os resíduos de plástico, de metal e de vidro representaram 2,26%, 0,20% e 0,12%, respectivamente. Como os materiais contaminados com produtos químicos e de higiene pessoal, os não recicláveis constituíram 11,34% e os outros recicláveis, como o óleo, constituíram a 4% (Tabela 1).

Tabela 1: Quantidade estimada de resíduos gerados em 17 setores da EAJ/UFRN, Macaíba/RN.

Tipo de resíduo	Quantidade estimada (kg.mês⁻¹)
Papel	143,08
Metal	5,35
Vidro	3,40
Plástico	59,40
Orgânico	2005,78
Não recicláveis	297,21
Outros recicláveis	105,03
Total	2619,25

Fonte: Própria (2020).

Quanto aos setores sem estimativas de quantidade, os tipos de resíduos apenas foram assinalados como “existentes” ou “não existentes” no local, sem comentar a destinação final dos mesmos (Tabela 2).

Tabela 2: Porcentagem de setores (11) sem estimativas de resíduos gerados, que identificaram os tipos de resíduos como “existentes”, na EAJ/UFRN, Macaíba/RN.

Tipo de resíduo	Setores (%)
Papel	66
Metal	27
Vidro	63
Plástico	77
Orgânico	24
Não recicláveis	29
Outros recicláveis	38

Fonte: Própria (2020).

Quanto à destinação final, 85% dos resíduos gerados são destinados ao lixo da instituição, sendo de difícil reutilização ou reciclagem no local, e 5% dos resíduos ao lixo

específico, como baterias e pilhas. Àqueles que são destinados ao Grupo de Estudos em Solo (GESOLO) e à UFRN Campus Central são passíveis de reaproveitamento, correspondendo a 1% e 2%, respectivamente. E 7% (equipamentos eletrônicos e lâmpadas fluorescentes) são direcionados ao campus central que repassa para as respectivas empresas especializadas, quanto ao destino adequado destes resíduos.

Figura 2: Porcentagem dos locais de destinação final dos resíduos gerados na EAJ/UFRN, Macaíba/RN.

Fonte: Própria (2020).

Em relação à quantificação de lâmpadas fluorescentes descartadas nos 17 setores, apenas 30% fizeram a estimativa e 70% declararam que não tinham estimativa. A quantidade informada nos formulários foi em unidade por ano, estimando 1.332 lâmpadas por ano.

CONCLUSÕES

Apenas 30% do total de setores que compõem a comunidade acadêmica da EAJ/UFRN participaram do diagnóstico sobre a geração de resíduos orgânicos.

Os resíduos orgânicos compõem a maior proporção de resíduos sólidos gerados na EAJ, sendo possível o reaproveitamento do mesmo por meio do processo de compostagem para produção de composto orgânico.

A destinação final dos resíduos sólidos (85%) da EAJ/UFRN tem destino inadequado, dificultando o reaproveitamento e reciclagem dos referidos resíduos.

O diagnóstico de geração dos resíduos orgânicos indica necessidade urgente de implantação de sistemas de coleta seletiva, contribuindo assim, com a elaboração do Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos para EAJ/UFRN.

A conscientização ambiental da comunidade acadêmica deve ser permanentemente reforçada através da realização de palestras, distribuição de *folders*, minicursos, bem como, na

execução de projetos de extensão focados na implantação de um sistema de gestão ambiental para o campus Macaíba.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Legislação**, Brasília, DF, 2 de agosto de 2010.

BRAVO, C. E. C.; KUMMER, L.; SEJAS, M. I.; GONÇALVES, M. S.; RAUEN, T. G. Gerenciamento de resíduos sólidos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Francisco Beltrão. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 15, 2010.

ALMEIDA, J. A. Gestão de resíduos sólidos em instituições de ensino: experiências internacionais, nacionais e no município de Belo Jardim/PE. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 467-485, 2018.

BARROS, R. T. V. O Papel da Universidade na Gestão de Resíduos Sólidos: o Caso da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. 5º Seminário Internacional de Planejamento e Gestão Ambiental, Brasília, p. 87-92, 2012. **Anais da Associação Internacional de Planejamento e Gestão Ambiental**, URBENVIRON, 2012.

BORGES, A. R. L.; OLIVEIRA, E. M. M.; SILVA, G. G. C.; COSTA, J. E.; SOUZA E SILVA, J. M. Implantação de unidade de compostagem de resíduos orgânicos na Escola Agrícola de Jundiá – Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias. **I Seminário Brasileiro de Gestão Integrada de Resíduos**, UFRN, Natal, 2013.

SOSINKI, L. T.; OLIVEIRA, L. R.; ARAUJO, P. L. Diagnóstico preliminar para gerenciamento de resíduos comuns na Embrapa Clima Temperado. **Documentos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Pelotas, 2016.

CAPÍTULO 17: CARREAMENTO DE NUTRIENTES DO SOLO IRRIGADO COM ÁGUA SALINA MEDIANTE FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA

CAPÍTULO 17: TRANSPORTE DE NUTRIENTES DEL SUELO RIEGO CON AGUA SALINA MEDIANTE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

CHAPTER 17: LOADING IRRIGATED SOIL NUTRIENTS WITH SALINE WATER THROUGH ORGANIC FERTILIZATION

Euler dos Santos Silva¹; Robson Alexsandro de Sousa²; Elizabeth Cristina Gurgel de Albuquerque Alves³; Anne Carolinne Rodrigues Linhares da Silva⁴;

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.208-214>

INTRODUÇÃO

A irrigação é uma técnica milenar que supre as necessidades das plantas, entretanto, a água de boa qualidade em alguns casos não está disponível para ser utilizada. Uma alternativa a esse problema é a utilização de águas subsuperficiais ou de drenagem, que nem sempre apresentam características ideais (SILVA, 2013). O uso de salina pode comprometer a qualidade físico-química do solo, o desenvolvimento das plantas e, possivelmente, a contaminação do lençol freático causando um possível passivo ambiental.

A hipótese desse trabalho é verificar se diferentes compostos orgânicos aplicados no solo cultivado com sorgo irrigado com água salina influenciam na perda de nutrientes do solo quando irrigado com água com alta salinidade.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto que a salinidade da água de irrigação e o uso de compostos orgânicos podem influenciar no carregamento de nutrientes do solo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No solo, dependendo da natureza e concentração dos íons presentes, podem ocorrer danos inerentes à estrutura como a dispersão de colóides e a formação de estratos impermeáveis, decorrentes da precipitação de carbonatos e silicatos, com reflexos indesejáveis no arejamento e na taxa de infiltração e percolação da água no perfil

¹ Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, euler_rn@hotmail.com

² Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, rasousaufn@gmail.com

³ Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, elizabethgualves@hotmail.com

⁴ Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, E-mail: annecarolinne23@yahoo.com

(FERREIRA et al., 2016) Além da redução da qualidade física do solo, o excesso de sais pode ainda afetar a disponibilidade de nutrientes às plantas. As desordens nutricionais observadas em plantas cultivadas em solos salinos e sódicos estão diretamente relacionadas a limitação do crescimento radicular e a redução da disponibilidade de nutrientes para as plantas. (DIAS; BLANCO, 2010).

A água ao longo do processo de percolação vai acumulando sais dissolvidos, em forma cátions e ânions, além de carbono orgânico. Esse processo ocorre devido a lixiviação dos elementos químicos presentes no solo e por alguns compostos serem solúveis em água (ZHOU et al., 2017). Durante a percolação da água podem sofrer processos de redução ou oxidação, devido ao potencial redox (NEWMAN et al., 2016).

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na Escola Agrícola de Jundiaí – Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, pertencente a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, localizada no município de Macaíba –RN. Utilizou-se a cultura do sorgo cv. BRS Ponta Negra, classificada na categoria forrageiro de pequeno. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições no esquema fatorial 4 x 3, totalizando doze tratamentos. Foram estudados quatro níveis de salinidade da água de irrigação (0,2; 2,0; 4,0 e 6,0 dS m⁻¹); e, dois compostos orgânicos: sem composto orgânico (testemunha), esterco bovino curtido (20 t ha⁻¹) e biofertilizante Ative® (50 L ha⁻¹).

Para o preparo das soluções salinas, foram utilizados os sais de NaCl, dissolvidos em água de açude, de acordo com a metodologia de RHOADES et al. (1992), obedecendo-se à relação entre a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e sua concentração (mg L⁻¹ = 640 x CE). No Quadro 01, observa-se a composição química das águas utilizadas para a irrigação no experimento.

Quadro 01: Composição química das águas de irrigação usadas no experimento.

Água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH	CEa (dS m ⁻¹)	RAS
	mmolc L ⁻¹									
S0	0,15	0,22	0,85	0,20	1,12	0,00	0,42	7,0	0,20	1,11

S1	0,50	0,50	21,35	0,15	19,81	0,00	0,33	6,4	2,00	15,69
S2	0,70	0,30	41,39	0,16	38,50	0,00	0,28	6,2	4,00	26,85
S3	0,50	0,50	56,35	0,15	54,15	0,00	0,24	6,2	6,00	37,03

Fonte: Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta – EMPARN. CEa = condutividade elétrica da água de irrigação; RAS = relação de adsorção de sódio. S0 = água de açude do Bebo; S1 = solução salina 1; S2 = solução salina 2; S3 = solução salina 3.

O turno de rega foi diário. A quantidade de água aplicada no experimento foi estimada com o objetivo de o solo alcançar a sua capacidade de campo e o excesso de água percolasse adicionando-se uma fração de lixiviação de 15%, aproximadamente. Até o desbaste, para a irrigação, utilizou-se água de Açude do Bebo (S0).

Para a instalação do experimento, colocou-se aproximadamente 23 kg de solo arenoso (Quadro 02) em vasos plásticos de 32 cm de diâmetro na base maior e 24 cm de diâmetro na base menor e altura 34 cm, perfurados na face inferior.

Quadro 02: Atributos químicos e classificação textural do solo utilizado no experimento.

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	SB	t	P	pH	CE _{es}	PST	V	Dg	T
cmol _c kg ⁻¹								(mg dm ⁻³)		(dS m ⁻¹)	(%)		(g cm ⁻³)	
0,8	0,7	0,05	0,13	1,82	0,65	1,7	3,5	1,31	5,0	0,1	1,0	49	1,46	Areia

Fonte: Laboratório de Solos e Água – DCS/CCA/UFC. SB = soma de bases; t = capacidade de troca catiônica efetiva; pH = pH em água (1:2,5); CE_{es} = condutividade elétrica do extrato de saturação; PST = porcentagem de sódio trocável; V = saturação por bases; Dg = densidade global; T = textura

Antes da semeadura, em fundação, aplicou-se o equivalente a 20 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido, sendo homogeneizado na camada de 0-0,20 m nos vasos correspondentes a esse tratamento, cuja análise química está no Quadro 03.

Quadro 03. Composição química do esterco bovino utilizado no experimento.

N	P	P ₂ O ₅	K ⁺	K ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Cu	Zn	Mn	CE _{eb}
g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹				(dS m ⁻¹)
5,9	2,4	5,5	0,8	1,00	14,1	4,7	1.150,80	19,8	135	145,9	2,63

Fonte: Laboratório de Solos e Água – DCS/CCA/UFC. CE_{eb} = condutividade elétrica do esterco bovino

A semeadura foi realizada colocando-se dez sementes de sorgo em cada vaso. A germinação ocorreu cinco dias após a semeadura, sendo o desbaste realizado dez dias após a semeadura, deixando-se duas plantas por vaso. Após o desbaste, iniciou-se a aplicação da água salina nos tratamentos correspondentes. A adubação química constituiu na aplicação de ureia (0,94 g vaso⁻¹), cloreto de potássio (0,49 g vaso⁻¹) e superfosfato simples (1,96 g vaso⁻¹), seguindo a recomendação para a cultura.

A aplicação do biofertilizante Ative®, Quadro 04, iniciou-se vinte dias após a semeadura, na dose de 50 L ha⁻¹, segundo recomendação do fabricante, nos vasos correspondentes a esse tratamento, colocando-se em cada vaso 0,5 mL/vaso/vez. O

biofertilizante foi diluído em água não salina e aplicado semanalmente, no período da manhã, até o fim do período experimental, com a quantidade de 150 mL para cada vaso.

Quadro 4. Composição química do biofertilizante Ative® diluído utilizado no experimento.

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH	CE _b (dS m ⁻¹)	RAS _b
mmol _e L ⁻¹									
246,6	80,4	70,11	10,3	900,00	0,00	0,00	2,8	4,04	5,5

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas – DCAT/UFERSA. CE_b = condutividade elétrica do biofertilizante. RAS_b = Relação de adsorção de sódio do biofertilizante

Após a coleta das plantas do experimento, aos 60 dias, coletou-se amostras de água de cada vaso, nas cinco repetições de cada tratamento, sendo homogeneizadas, e, em seguida foram conservadas em geladeira para, posteriormente, serem encaminhadas para análise da água percolada no Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta, pertencente a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), para a determinação da condutividade elétrica da água percolada (CEap) e da relação de adsorção de sódio (RAS) segundo metodologia da EMBRAPA (2017). Os resultados das variáveis foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com $p < 0,05$ (comparação dos compostos orgânicos) utilizando-se o programa ASSISTAT 7.6 Beta.

Os resultados das variáveis foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com $p < 0,05$ (comparação dos compostos orgânicos) utilizando-se o programa ASSISTAT 7.6 Beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 01, que a íon cálcio na água percola apresentou efeito significativo para os compostos orgânicos ($p < 0,05$) com o incremento dos níveis de salinidade da água de irrigação. Os maiores valores desse íon foram encontrados com o aumento da salinidade e nos tratamentos sem a aplicação dos compostos orgânicos, beneficiado pela textura do solo do experimento (Quadro 02). Esse resultado é semelhante ao encontrado por Pessoa et al. (2010) onde eles encontraram alta de cálcio na água percolada do solo franco-arenoso mediante irrigação com água salina. Pode também estar relacionado com a floculação e dispersão dos colóides e nesse caso, se a camada dupla difusa do solo tiver uma concentração muito grande de íons de cálcio que é um cátion bivalente, as argilas se aproximam de tal modo que as forças entre as argilas e os cátions de cálcio superam as repulsões cátion – cátion do cálcio, fazendo as argilas formarem agregados ou flocos, que

aumentam o caminho preferencial da água fazendo a condutividade hidráulica aumentar (CAI et al., 2009). Nota-se ainda, na Figura 01, que com a presença do esterco bovino e do biofertilizante ocorreu menores perdas desse nutriente no solo, o que pode ser um indicativo dos efeitos benéficos da matéria orgânica (CUNHA et al, 2015).

Figura 01: Teores médios de cálcio da água drenada do solo, em função da salinidade da água de irrigação. Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria

(2020).

Verifica-se na Figura 02, que o íon magnésio na água percolada apresentou efeito significativo para os compostos orgânicos ($p < 0,05$) com o incremento dos níveis de salinidade da água de irrigação. Nos tratamentos com a presença do esterco bovino observou-se os maiores valores nos níveis de salinidade da água de irrigação aplicada, 4 e 6 dS m⁻¹. Um dos pontos para isso ter acontecido seria a boa percolação do solo devido a sua baixa densidade, e pelo magnésio ser bivalente, assim fazendo os colóides terem preferência por ele. Entretanto, a matéria orgânica aplicada, não apresentou efeito de retenção no solo, provavelmente influenciado pela salinidade elevada da água de irrigação aplicada, favorecendo a dispersão das argilas.

Figura 02: Teores médios de magnésio da água drenada do solo, em função da salinidade água de irrigação. Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

CONCLUSÕES

- Os níveis de cálcio e magnésio no lixiviado foram aumentados com o incremento da salinidade da água de irrigação.
- O esterco bovino e o biofertilizante apresentaram efeito de retenção de cálcio no solo mesmo em condições de alta salinidade.
- A soma de bases do solo apresentou incremento com o uso de água salina mesmo com a aplicação de compostos orgânicos.

REFERÊNCIAS

CAI, RAN; YANG, HONGWEI; HE, JINSONG; ZHU, WANPENG. The effects of magnetic fields on water molecular hydrogen bonds. **Journal Of Molecular Structure**. Beijing, republic Of China, p. 15-19. dez. 2009.

CUNHA, T. J. F.; MENDES, A. M. S.; GIONGO, V. **Matéria orgânica do solo**. Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE), 2015.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. Fortaleza, CE., parte II, cap 9, p.129-141, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Paulo César Teixeira ... [et al.], editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampliada, Brasília, DF, EMBRAPA, 2017.

FERREIRA, P. A.; SILVA, J. B. L.; RUIZ, H. A. Aspectos físicos e químicos de solos em regiões áridas e semiáridas. In: GHEYI, H. R. et al. **Manejo da salinidade na agricultura:**

estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza, CE: INCTSal, p.17-34, 2016.

NEWMAN, B.D., LAND, L., PHILLIPS, F.M.; RAWLING, G.C. . The hydrogeology of the Sacramento Mountains and Roswell and Salt basins of New Mexico, USA: overview of investigations on dryland groundwater systems using environmental tracers and geochemical approaches. **Hydrogeol Journal**, v.24, p.753–756, 2016.

PESSOA, L. G.; OLIVEIRA, E. E.; FREIRE, M. B. D. S.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. A.; SANTOS, R. L. Composição química e salinidade do lixiviado em dois solos cultivados com cebola irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.3, 406-412, 2010.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. The use saline waters for crop production. Roma: FAO, 1992. 133p. (FAO: **Irrigation and Drainage Paper**, 48).

SILVA, J. L. A. **Mistura de águas salinas como alternativa para a irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino**. Disponível em:

<http://estatico.cnpq.br/portal/premios/2013/pjc/imagens/publicacoes/ganhadores/EnsinoSuperior/1Lugar_JoseLeoncioAlmeidaSilva.pdf>. Acesso em: 09 set. 2020.

CAPÍTULO 18: QUANTIFICAÇÃO DE ÍONS TÓXICOS NO LIXIVIADO DO SOLO SUBMETIDO A ADUBAÇÃO ORGÂNICA E IRRIGADO COM ÁGUA SALINA

CAPÍTULO 18: CUANTIFICACIÓN DE IONES TÓXICOS EN LIXIVIADOS DE SUELOS SOMETIDOS A FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y BAJO RIEGO CON AGUA SALINA

CHAPTER 18: QUANTIFICATION OF TOXIC IONS IN SOIL LEAKAGE SUBMITTED TO ORGANIC FERTILIZATION AND IRRIGATED WITH SALINE WATER

Euler dos Santos Silva¹; Robson Alessandro de Sousa²; Elizabeth Cristina Gurgel de Albuquerque Alves³; Anne Caroline Rodrigues Linhares da Silva⁴;

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.215-221>

INTRODUÇÃO

A agricultura, além de garantir a segurança alimentar da população brasileira, e de boa parcela da população mundial, também gera empregos, renda e boa qualidade de vida aos produtores e consumidores. O solo, o meio principal para o crescimento das plantas, é uma camada de material biologicamente ativo, resultante de transformações complexas que envolvem o intemperismo de rochas e minerais, a ciclagem de nutrientes e a produção e decomposição de biomassa. (GUILHERME et al, 2019)

A hipótese desse trabalho é verificar se diferentes compostos orgânicos aplicados no solo cultivado com sorgo irrigado com água salina influenciam na lixiviação de íons tóxicos quando irrigado com água com alta salinidade.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito que a salinidade da água de irrigação e o uso de compostos orgânicos podem influenciar no acúmulo de sódio e cloro na água de drenagem, ao final do ciclo vegetativo do sorgo cv BRS Ponta Negra.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

¹ Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, euler_rn@hotmail.com

² Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, rasousaufn@gmail.com

³ Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, elizabethgualves@hotmail.com

⁴ Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, E-mail: annecaroline23@yahoo.com

A salinidade das áreas irrigadas representa um entrave dos mais contingentes de fatores que limitam o estágio de emergência e o desenvolvimento e a produção das culturas (ALMEIDA, 2010). Principalmente, nas regiões áridas e semiáridas, nas quais se inclui o Nordeste brasileiro, a prática de irrigação consiste na melhor maneira de garantir a produção agrícola com segurança. Entretanto, o manejo inadequado da irrigação e a existência de elevada evapotranspiração e de precipitações insuficientes para lixiviar os sais do solo contribuem para o acúmulo destes, causando a salinização das áreas irrigadas (NOBRE, et al., 2011).

É praticamente impossível evitar que parte das lâminas aplicadas na irrigação escoem para o lençol freático, mesmo na irrigação por gotejamento. Além disso, a água percolada sempre conterà sais solúveis e resíduos dos vários agroquímicos usados na agricultura. As águas percoladas podem seguir dois caminhos principais: sair pelos sistemas de drenagem existentes para receber corpos d'água para efluentes de drenagem ou infiltrar-se nos aquíferos (PALACIOS-VÉLEZ; ESCOBAR-VILLAGRÁN, 2016)

No campo da influência das atividades antrópicas na qualidade das águas, a agricultura irrigada é tida como a principal consumidora e uma das principais poluidoras dos recursos hídricos, sendo a salinidade e a contaminação por nitrato os principais indicadores de poluição das águas subterrâneas (ANDRADE et al., 2016)

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na Escola Agrícola de Jundiá – Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, pertencente a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, localizada no município de Macaíba –RN. Utilizou-se a cultura do sorgo cv. BRS Ponta Negra, classificada na categoria forrageiro de pequeno. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições no esquema fatorial 4 x 3, totalizando doze tratamentos. Foram estudados quatro níveis de salinidade da água de irrigação (0,2; 2,0; 4,0 e 6,0 dS m⁻¹); e, dois compostos orgânicos: sem composto orgânico (testemunha), esterco bovino curtido (20 t ha⁻¹) e biofertilizante Ative® (50 L ha⁻¹).

Para o preparo das soluções salinas, foram utilizados os sais de NaCl, dissolvidos em água de açude, de acordo com a metodologia de RHOADES et al. (1992), obedecendo-se à relação entre a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e sua concentração (mg L⁻¹ =

640 x CE). No Quadro 01, observa-se a composição química das águas utilizadas para a irrigação no experimento.

Quadro 01: Composição química das águas de irrigação usadas no experimento.

Água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH	CEa (dS m ⁻¹)	RAS
	mmol _e L ⁻¹									
S0	0,15	0,22	0,85	0,20	1,12	0,00	0,42	7,0	0,20	1,11
S1	0,50	0,50	21,35	0,15	19,81	0,00	0,33	6,4	2,00	15,69
S2	0,70	0,30	41,39	0,16	38,50	0,00	0,28	6,2	4,00	26,85
S3	0,50	0,50	56,35	0,15	54,15	0,00	0,24	6,2	6,00	37,03

Fonte: Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta – EMPARN. CEa = condutividade elétrica da água de irrigação; RAS = relação de adsorção de sódio. S0 = água de açude do Bebo; S1 = solução salina 1; S2 = solução salina 2; S3 = solução salina 3.

O turno de rega foi diário. A quantidade de água aplicada no experimento foi estimada com o objetivo de o solo alcançar a sua capacidade de campo e o excesso de água percolasse adicionando-se uma fração de lixiviação de 15%, aproximadamente. Até o desbaste, para a irrigação, utilizou-se água de Açude do Bebo (S0).

Para a instalação do experimento, colocou-se aproximadamente 23 kg de solo arenoso (Quadro 02) em vasos plásticos de 32 cm de diâmetro na base maior e 24 cm de diâmetro na base menor e altura 34 cm, perfurados na face inferior.

Quadro 02: Atributos químicos e classificação textural do solo utilizado no experimento.

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	SB	t	P	pH	CE _{es}	PST	V	Dg	T
cmol _e kg ⁻¹								(mg dm ⁻³)		(dS m ⁻¹)	(%)		(g cm ⁻³)	
0,8	0,7	0,05	0,13	1,82	0,65	1,7	3,5	1,31	5,0	0,1	1,0	49	1,46	Areia

Fonte: Laboratório de Solos e Água – DCS/CCA/UFC. SB = soma de bases; t = capacidade de troca catiônica efetiva; pH = pH em água (1:2,5); CE_{es} = condutividade elétrica do extrato de saturação; PST = porcentagem de sódio trocável; V = saturação por bases; Dg = densidade global; T = textura

Antes da semeadura, em fundação, aplicou-se o equivalente a 20 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido, sendo homogeneizado na camada de 0-0,20 m nos vasos correspondentes a esse tratamento, cuja análise química está no Quadro 03.

Quadro 03. Composição química do esterco bovino utilizado no experimento.

Quadro 35. Composição química do estere de bovino amizado no experimento.											
N	P	P ₂ O ₅	K ⁺	K ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Cu	Zn	Mn	CE _{eb} (dS m ⁻¹)
g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
5,9	2,4	5,5	0,8	1,00	14,1	4,7	1.150,80	19,8	135	145,9	2,63

Fonte: Laboratório de Solos e Água – DCS/CCA/UFC. CE_{eb} = condutividade elétrica do esterco bovino

A semeadura foi realizada colocando-se dez sementes de sorgo em cada vaso. A germinação ocorreu cinco dias após a semeadura, sendo o desbaste realizado dez dias após a semeadura, deixando-se duas plantas por vaso. Após o desbaste, iniciou-se a aplicação da água salina nos tratamentos correspondentes. A adubação química constituiu na aplicação de

ureia (0,94 g vaso⁻¹), cloreto de potássio (0,49 g vaso⁻¹) e superfosfato simples (1,96 g vaso⁻¹), seguindo a recomendação para a cultura.

A aplicação do biofertilizante Ative®, Tabela 01, iniciou-se vinte dias após a semeadura, na dose de 50 L ha⁻¹, segundo recomendação do fabricante, nos vasos correspondentes a esse tratamento, colocando-se em cada vaso 0,5 mL/vaso/vez. O biofertilizante foi diluído em água não salina e aplicado semanalmente, no período da manhã, até o fim do período experimental, com a quantidade de 150 mL para cada vaso.

Tabela 1. Composição química do biofertilizante Ative® diluído utilizado no experimento.

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH	CE _b (dS m ⁻¹)	RAS _b
mmol _c L ⁻¹									
246,6	80,4	70,11	10,3	900,00	0,00	0,00	2,8	4,04	5,5

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas – DCAT/UFERSA. CE_b = condutividade elétrica do biofertilizante. RAS_b = Relação de adsorção de sódio do biofertilizante

Após a coleta das plantas do experimento, aos 60 dias, retirou-se amostras de solo de cada vaso na profundidade de 20 cm, nas cinco repetições de cada tratamento, sendo homogeneizadas formando uma amostra composta por tratamento, em seguida foram acondicionadas em sacos plásticos correspondente a cada tratamento. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), para determinação da concentração de sódio e de cloretos na água percolada.

Os resultados das variáveis foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey com $p < 0,05$ (comparação dos compostos orgânicos) utilizando-se o programa ASSISTAT 7.6 Beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 01, observa-se que o teor de íon sódio na água de drenagem apresentou efeito significativo para os compostos orgânicos ($p < 0,05$) com o incremento dos níveis de salinidade da água de irrigação. Os valores maiores foram apresentados nos tratamentos com a presença do esterco bovino e biofertilizante nos níveis de salinidade 2, 4 e 6 dS m⁻¹, o que pode ter sido ocasionado pelo efeito da fração de lixiviação aplicada, excesso desse íon na água de irrigação, e, principalmente, pelo efeito matéria orgânica nas trocas catiônicas, já que o íon sódio por ser de menor valência está fracamente adsorvido ao solo, facilitando o seu deslocamento para os perfis mais profundos do solo (CUNHA et al, 2015). Segundo Smith et

al. (2009), a redução da sodicidade melhora a condutividade hidráulica do solo, melhorando a distribuição de água no solo, beneficiando as plantas em seu desenvolvimento, entretanto, aumenta a sua concentração no lixiviado do solo.

Figura 01: Valores médios de sódio no lixiviado em função da salinidade da água de irrigação. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5%.

Verifica-se na Figura 02, que a concentração de cloretos na água de percolação (V) apresentou significância estatística, $p < 0,05$, para a aplicação de compostos orgânicos, com os maiores valores nos níveis de alta salinidade e a aplicação dos compostos orgânicos. O cloreto é facilmente absorvido pelo sistema radicular, tendo em vista que não é adsorvido pelos componentes das frações do solo, deslocando-se facilmente na solução do solo, facilitando a sua lixiviação aos mananciais subterrâneos (ANDRADE et al, 2009) o que ocorreu neste trabalho pois a aplicação dos compostos orgânicos pode ter contribuído para a sua percolação evitando a absorção pelas plantas, pois o excesso de sais solúveis na solução do solo é resultado de uma combinação de fatores climáticos, edáficos e manejo do solo (PEDROTTI et al.,2015).

Figura 02: Valores médios de cloretos no lixiviado em função da salinidade da água de irrigação. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5%.

Fonte: Própria (2020)

CONCLUSÕES

- A aplicação do esterco bovino e biofertilizante proporcionou aumento na concentração de sódio e cloretos na água lixiviada.
- O aumento de sódio e cloretos na água lixiviada pode indicar um processo de contaminação do lençol freático em áreas com irrigação com água salina.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. M.; AQUINO, D. N.; CRISÓSTOMO, L. A.; RODRIGUES, J. O.; LOPES, F. B. Impacto da lixiviação de nitrato e cloreto no lençol freático sob condições de cultivo irrigado. **Ciência Rural**, v.39, n.1, 2009.

ALMEIDA, O. Á. **Qualidade da Água de Irrigação**. 1. Versão online. ed. Cruz das Almas - BA, : Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.

CUNHA, T. J. F.; MENDES, A. M. S.; GIONGO, V. **Matéria orgânica do solo**. Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE), 2015.

L. R. G. GUILHERME; A. S. LOPES; J. O. SIQUEIRA. Manejo sustentável do recurso solos: solo na agricultura. **Biomass e agricultura: oportunidades e desafios** / organizadores: Evaldo Ferreira Vilela, Geraldo Magela Callegaro, Geraldo Wilson Fernandes. – Rio de Janeiro: Vertente edições, 2019. 304p.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. The use saline waters for crop production. Roma: FAO, 1992. 133p. (FAO: **Irrigation and Drainage Paper**, 48).

PALACIOS-VÉLEZ, O. L.; ESCOBAR-VILLAGRÁN, B. S. La sustentabilidad de la agricultura de riego ante la sobreexplotación de acuíferos. **Tecnología y ciencias del agua**, v.7, n.2, p5-16, 2016.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R.M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A.T.; SANTOS, P. B. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, mai-ago. 2015, p. 1308-1324

NOBRE, R. G.; GHEY, H. R.; SOARES, F. A. L.; CARDOSO, J. A. F. Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 35, p. 929-937, março 2011.

SMITH, A. P. CHEN, D. CHALK, P. M. N₂ fixation by faba bean (*Vicia faba* L.) in a gypsum-amended sodic soil. **Biology and Fertility of Soils**. Berlin, v.45, n.3, p.329–333, 2009.

**CAPÍTULO 19: PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA EM MUDAS DE AÇAIZEIRO
(*Euterpe Oleracea* Mart.) CULTIVAR BRS PAI D'ÉGUA, CULTIVADOS EM
LATOSSOLO AMARELO TEXTURA MÉDIA, EM FUNÇÃO DA CALAGEM**

**CAPÍTULO 19: PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA EN PLANTALLAS DE
AÇAIZEIRO (*Euterpe Oleracea* Mart.) CULTIVAR BRS PAI D'ÉGUA, CULTIVADO
EN TEXTURA MEDIA LATOSOLO AMARILLO, EN FUNCIÓN DEL ENCALADO**

**CHAPTER 19: DRY MATTER PRODUCTION IN AÇAIZEIRO SEEDLINGS
(*Euterpe Oleracea* Mart.) CULTIVAR BRS PAI D'ÉGUA, CULTIVATED IN
YELLOW LATOSOLO AVERAGE TEXTURE, AS A function of LIMING**

Aline Oliveira da Silva¹; Alasse Oliveira da Silva²; Silvia Kalini dos Santos de Lima³; Ismael de Jesus Matos Viégas⁴; Diocléa Almeida Seabra Silva⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.222-227>

INTRODUÇÃO

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é classificado como pertencente à divisão Magnoliophyta (Angiospermae) (OLIVEIRA et al., 2002). A palmeira é também conhecida por Açaí-do-Pará, açaí-do-Baixo Amazonas, açaí-de-touceira e açaí-verdadeiro (OLIVEIRA; NETO; PENA, 2007). Sua ocorrência se dá naturalmente em solos de várzea, igapó e terra firme, com predominância em solos de várzea baixa, essas áreas normalmente apresentam um pH na faixa de 4,5 a 5,5 (NOGUEIRA; FIGUEIRÊDO; MÜLLER, 2005).

Nas últimas três décadas, o açaizeiro vem se destacando por seu impacto positivo na economia local principalmente para o estado do Pará (NOGUEIRA, 1997). Para obtenção do aumento da produtividade, bem como, melhoria da qualidade da polpa dos frutos, o conhecimento do estado nutricional da planta e fertilidade do solo, tais como, adubação e calagem são ferramentas de suma importância para o estabelecimento de técnicas de condução e manejo dos açaizais tanto nativos, quanto plantados (BRASIL, NASCIMENTO, SOBRINHO, 2009).

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a produção de massa seca em plantas jovens de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) em função da calagem.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

¹ Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, oliveiraaline141@gmail.com

² Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, alasse.oliveira77@gmail.com

³ Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, kalinyl40@gmail.com

⁴ Dr, Universidade Federal Rural da Amazônia, matosviegas@hotmail.com

⁵ Dra, Universidade Federal Rural da Amazônia, diocleasseabra85@gmail.com

Diante da necessidade de se implementar o cultivo de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) na Amazônia e aprimorar o conhecimento no que diz respeito a seu aspecto nutricional e adubação, faz-se necessário, em detrimento da ampliação de informações sobre calagem na cultura do açaizeiro, visto que a literatura ainda carece de estudos acerca de seus efeitos nos macro e micronutrientes responsáveis por uma melhor produção.

Possuir conhecimentos sobre a disponibilidade de nutrientes no solo em função do pH é de extrema importância, tendo em vista que a baixa fertilidade dos solos ácidos, em suma, está associada à pobreza de bases trocáveis e ao excesso de alumínio e manganês (MALAVOLTA, 2006). Tais solos sofreram processos que favoreceram as perdas de elementos como potássio, cálcio e magnésio, os tornando ácidos (NATALE et al., 2012). A aplicação de calcário promove a elevação do pH, a neutralização do alumínio tóxico, fornece cálcio e magnésio, propicia maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas, melhorando a eficiência de uso dos nutrientes e da água que estão no solo (RAIJ, 2011 apud NATALE et al., 2012).

Durante a busca da produção máxima do açaizeiro, é importante o teor adequado dos nutrientes isoladamente; entretanto, o equilíbrio entre os macro e micronutrientes no solo-planta também passa a ser um fator limitante fundamental. As interações que se estabelecem entre esses nutrientes são de natureza muito complexa e seus efeitos refletem diretamente na composição mineral das plantas (PRADO, 2008). Nesse sentido, estudos que visem identificar o efeito da calagem no solo e suas interações com os macro e micronutrientes no desenvolvimento de plantas de açaizeiro são indispensáveis e urgentes.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação na Fazenda Escola de Igarapé-Açu (FEIGA) pertencente a Universidade Federal Rural da Amazônia.

No experimento, utilizou-se como substrato o Latossolo Amarelo distrófico de textura média. A pesquisa foi do tipo experimental, de natureza quantitativa. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos e 5 repetições, totalizando 25 unidades experimentais (vasos), cada vaso tinha capacidade para 5,0 kg de solo. Os tratamentos foram a níveis de saturação por bases (V%), onde, V 0% - sem aplicação de calcário; V 20% - 0,5g de calcário por vaso; V 40% - 4,0g de calcário por vaso; V 60% - 7,5g

de calcário por vaso, e; V 80% - 11,0g de calcário por vaso. E em t/ha, 0; 0,2; 1,58; 2,96; 4,34, respectivamente.

A coleta dos dados foi realizada aos 287 dias após o plantio. As variáveis analisadas foram: massa seca da foliar (MSF), massa seca do estipe (MSE), massa seca radicular (MSR) e massa seca total (MST), em gramas por planta, sendo as plantas retiradas dos vasos e separadas em parte aérea, foliar e radicular, todas expressada por g kg⁻¹.

Os dados biométricos e de produção de massa seca foram submetidos à análise de variância e, quando detectada diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 0,05% de probabilidade, utilizando-se o programa de computador AgroEstat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 representa as curvas de regressão referente às produções de massa seca das folhas, do estipe, das raízes e da massa seca total, onde pode-se observar em todas as variáveis analisadas que o tratamento V60% foi o que mais se destacou, sendo correspondente a 2,96 t/ha.

Figura 1- Curvas de regressão referente à produção de massa seca das folhas (MSF) (Letra A), massa seca dos estipes (MSE) (Letra B), massa seca das raízes (MSR) (Letra C) e massa seca total (MST) (Letra D).

Fonte: Própria (2020).

Em um experimento com plantas jovens de açaizeiro, Viégas (2008) observou que a melhor produção de massa seca dá-se numa saturação de V60%, os tratamentos superiores a 60% apresentaram supercalagem, causando na planta diminuição do crescimento, dificultando a absorção de nutrientes, caracterizando mudas inviáveis para o mercado, resultados esses, semelhantes ao presente trabalho.

O gráfico A da figura 1 relaciona a produção de massa seca das folhas em relação às doses de calcário dolomítico que são expressas em função da curva de regressão. Nesse sentido foi feito o cálculo de regressão para calcular a dose ótima, que foi de 4,84 g. Ainda relacionado a análise de MSF, quanto maiores forem os valores obtidos, maior será o vigor das plantas, visto que estas apresentaram maior área para atividade fotossintética, lhes garantindo maior desenvolvimento (CRUZ *et al.*, 2004). Silva (2009), ao analisar a resposta do açaizeiro cultivar BRS-Pará à aplicação de calcário e de fósforo em Latossolo Amarelo distrófico, estimou a máxima produção de MSF com a incorporação de 80,83 mg/kg de fósforo, juntamente com 1,84 t/ha de calcário para elevação da saturação por bases a 40%. Tais resultados diferem dos obtidos nesta pesquisa.

Para a variável MSE (Letra B da Figura 1), nota-se que o tratamento V60% apresentou as melhores médias, com 5,42 g/planta, com relação ao tratamento V80% (4,34 t/ha de calcário), é possível observar a mesma tendência no trabalho de Viégas *et al.* (2008), onde observaram que o aumento das doses de calcário (dolomítico) (maior que 4,0 t/ha) promoveu uma redução na MSE e massa seca de ráquis das plantas jovens de açaizeiro da cultivar BRS-Pará. Diante os resultados, pode-se acreditar que a partir de certo nível de calcário, a concentração de cálcio e magnésio no solo pode provocar efeitos deletérios no desenvolvimento das plantas de açaizeiro em formação levando a uma redução no crescimento. Isso pode ocorrer devido a interação do cálcio com elementos como o fósforo, formando moléculas indisponíveis a absorção, conforme destaca Malavolta (1981), ou por demais fatores de natureza química ou fisiológica.

Na letra C da figura 1 pode-se observar o efeito da calagem sobre a produção de massa seca das raízes, onde nota-se que o aumento nas doses de calcário provocou acréscimo gradual na produção de MSR até o tratamento V60%, onde a aplicação de calcário equivalente a 2,96 t/ha de calcário foi a mais satisfatória, resultando em média de 6,69 g/planta. Nesse sentido, Furtini Neto *et al.* (2001) destacam que a toxidez causada pelo alumínio é uma das principais causas para o baixo crescimento das plantas em solos ácidos, e

que nessas condições, os sintomas são mais pronunciados, causando percas principalmente no sistema radicular, prejudicando todo desenvolvimento. Segundo Taiz e Zeiger (2009), os sintomas de deficiência de cálcio na planta incluem a necrose de regiões meristemáticas, como a extremidade das raízes e de folhas novas. Malavolta (2006) cita ainda diversas funções do cálcio na planta como sendo importante componente estrutural e para a divisão celular.

A análise da produção de MST confirma as médias superiores obtidas no tratamento V60% em todas as partes da planta, apresentando média de MST de 16,24g por planta, valores bem acima dos demais tratamentos. A regressão polinomial quadrática para a MST (Letra D da Figura 1) estimou o máximo valor desta variável em 13,28 g/planta com a aplicação de 2 t/ha de calcário. Novamente o maior valor possível estimado para a variável, está abaixo do valor observado no experimento, neste caso, de 16,24 g/planta, obtido no tratamento V60%. Em conjunto com os resultados das projeções feitas nas demais variáveis, em especial MSR, estes resultados permitem aferir que as melhores respostas das plantas de açaizeiro avaliadas neste estudo possivelmente já apresentam respostas positivas com a aplicação de calcário entre 2 t/ha à 2,96 t/ha, calculada para se atingir 60% de saturação por bases no solo.

CONCLUSÕES

O tratamento V80%, correspondente a aplicação de 4,34 t/ha de calcário, se apresentou como extremamente prejudicial ao desenvolvimento das plantas analisadas.

Recomenda-se a utilização da calagem para atingir a saturação por bases no solo de 60%, em plantas jovens de açaizeiro da presente cultivar avaliada, visto que foi o melhor tratamento para todas as variáveis estudadas.

REFERÊNCIAS

BRASIL, E. C.; NASCIMENTO, E. V. S.; SOBRINHO, R. J. A.. Macronutrientes em diferentes partes de indivíduos de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) provenientes de populações nativas de municípios do estado do Pará. In: XXXII Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 2009, Fortaleza. O Solo e a Produção de Bioenergia: Perspectivas e Desafios, 2009.

- CRUZ, C. A. et al. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tebebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 2, n. 66, p. 100-107, 2004.
- FURTINI NETO, A. E. et al. Fertilidade do solo. Lavras: UFLA/FAEPE, p. 252, 2001
- MALAVOLTA, E. Corretivos cálcicos, magnesianos e calco-magnesianos. In: _____. Manual de química agrícola: adubos e adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 556 p.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: Ceres, 2006. 638 p.
- NATALE, W. et al. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 1294-1306, 2012.
- NOGUEIRA, O. L. **Regeneração, manejo e exploração de açaizais nativos de várzea do estuário amazônico**. 1997. 149 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Belém, 1997
- NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; MÜLLER, A. A. (Ed.). **Sistemas de produção: açaí**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2005, 137 p.
- OLIVEIRA, M. S. P. et al. **Cultivo do açaizeiro para produção de frutos**. Circular técnica n. 28, Embrapa – Amazônia Oriental, Jun. 2002.
- OLIVEIRA, M. S. P.; NETO, J. T. F.; PENA, R. S. **Açaí: técnicas de cultivo e processamento**. In: SEMANA DA FRUTICULTURA, FLORICULTURA E AGROINDÚSTRIA, FLOR PARÁ, 7. 2007. Belém. **Anais...** Fortaleza: FRUTAL, 2007. 104 p.
- PRADO, R. M.. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 406 p.
- SILVA, D. A. S. Resposta do açaizeiro cultivar BRS – Pará à aplicação de calcário e de fósforo em latossolo amarelo distrófico. Belém, 2009. 104 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2009.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.
- VIÉGAS, I. J. M. et al. Efeitos das omissões de macronutrientes e boro na sintomatologia e crescimento em plantas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 50, n. 1, p. 129-142, 2008.

CAPÍTULO 20: BRUCELOSE EM BOVINOS E BUBALINOS NO BRASIL: UMA BREVE REVISÃO

CAPÍTULO 20: BRUCELOSIS EN BOVINOS Y BUBALINOS EN BRASIL: UNA BREVE REVISIÓN

CHAPTER 20: BRUCELLOSIS IN CATTLE AND BUFFALOES IN BRAZIL: A BRIEF REVIEW

David Augusto Cavalcante de Oliveira¹; Camille Gabriela Ramos Portal²;
Carlos Augusto Cavalcante de Oliveira³ Ariellen da Rocha Araujo⁴ Rinaldo Viana Batista⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.228-232>

INTRODUCTION

Brucellosis has been defined as a zoonotic disease affecting a myriad of species like bovine and buffalo's herd. This disease has broadly been reported in many regions from Brazil which may give rises economic losses because of reproductive problems caused to the home farm animals, including the necrosis process within testicles resulting upon male sterility and birth of weak calf and retention of the fetal membrane upon female ruminants (SOUSA et al., 2015, 2017). Because abortion personifies the key symptom, brucellosis is usually referred to as Infectious Abortion, Contagious Abortion, or Bang Disease; each abortion occurred must be considered as brucellosis. The causer of brucellosis on cattle and buffaloes is a gram-negative coco-bacilli of the genus *Brucella* named *Brucella abortus* of which DNA may be found for about second to last pregnancy month within both maternal tissue and fetal fluid. Epidemiologically, the main infection pathway in buffaloes is the uterine transmission (SOUSA et al., 2015; LEITE and BASTIANETTO, 2009; SILVEIRA, 2006) but the transmissions encompass contact with bacteria including oral, conjunctive, and dermal pathways, natural mount, and artificial insemination for both cattle and buffaloes. There are no therapeutical treatments for brucellosis which may be diagnosed by either direct (PCR, bacterium isolation, and so forth) or indirect (serology) exam. Once diagnosed, the appropriate control commonly used is the elimination of reagent animals whereas may

¹ Veterinary Medicine, UFRA, oliveiradavidcavalcante2019@gmail.com

² Veterinary Medicine, UFRA, camilleramos6@gmail.com

³ Agronomy and PIBIC Embrapa, UFRA, augustocavalcantecarlos@gmail.com

⁴ Veterinary Medicine, UFRA, ariellen21hoshi@gmail.com

⁵ Ph.D. Animal Reproduction, UFRA - Campus Belém, rinaldobaptistavianna@gmail.com

involve modulation in animal transit as well. The present paper categorizes and describes common diagnostics, transmission pathways, and control methods in cattle and buffaloes within signs of brucellosis. Moreover, it was hypothesized the age may relate with an immunological response with the subsequent incidence of such disease.

THEORETICAL FOUNDATION

Efficient improved for reproductive management play an important point in animal production, which results in the individual productivity of the animals and all herd (DAYANE et al., 2015). Therefore, the veterinarian is aware of the infectious diseases that affect the reproduction of bovine and buffalo's herd, especially brucellosis. In cattle, an assessment of reproductive handle is required to identify critical points essential to animal production, given that by simple management is able to enhance the productivity. However, these studies are more deepen in beef cattle, and evaluations of reproductive assessment are shown to be necessary for dairy cattle (TORRES-JÚNIOR et al., 2009).

METHODOLOGY

It was performed an analysis with researches finding approaching results for brucellosis on bovine and buffaloes. It was consulted numerous platforms, including Google Scholar, Elsevier, ResearchGate, and SciELO. The key-words used for researches were "brucellosis + cattle", "brucellosis + buffaloes", "Brucellosis on Brazil" in sequence. Some of those words were substituted by its synonymous and its and Portuguese correspondent.

RESULTS AND DISCUSSION

In line with PNCEBT (National Program of Control and Eradication of Brucellosis and Tuberculosis Animal), the official serologic tests accept nowadays are both the milk ring test (TAL) and the Buffered Acidified Antigen (AAT) test as a screening test. Combining screening and confirmatory tests, it is possible to obtain diagnostic with specificity increased. Once TAL determined as positive, it must be investigated by serologic tests whereas once positive for AAT, it must be subject to either 2- Mercaptoethanol (2ME) or Complement Fixation (FC) or both as a confirmatory test (SOUSA et al., 2015).

B. abortus may be transmitted laterally across the contact with material infected with the bacteria or vertically by the spill of milk (CALDOW and GRAY, 2004; SOUSA et al., 2015). The transmission pathways for *B. abortus* among buffaloes may be viewed at Figure 01. The introduction of females infected on the herd, the animal proximity, and the manure and urine of calf fed with milk from buffalo infected are some transmission pathways that occurred for contact with buffalo infected. The contact for oral, conjunctive, and dermal pathways with water and pasture contaminated with delivery material containing *B. abortus* plus dogs, vultures, rats, and flies as epidemiological mediators may be another manner to transmit brucellosis. Respect the transmission for humans, the use of waterproof gloves to manipulate both fetus and fetal attachments, the consumption of lacteal products not pasteurized, and laboratory accidents may be some pathways more common.

Figure 01: transmission pathways for *B. abortus* among buffalo's herd including the transmission for humans.

Source: own source (2020).

The animal must be introduced only from both other herds and free fields given that by brucellosis is usually introduced by animals infected while animals from other sources must be isolated and assayed prior to be introduced to the herd.

In line with PNCEBT, B19 is the official vaccine established for bovine and buffalo's herd and bounden in Brazil. The vaccination of females with 3 to 8 months and the elimination of positive animals is the best strategy to control the disease (SOUSA et al. 2015). The delimitation of females age vaccination occurs given that by in those vaccinated post this period it occurs interference on serology, mistaking the diagnostic. On bovine herd, the prevention may be obtained by vaccination of production cattle in order to increase immunity

and decrease the danger of abortion with subsequent elimination of animals contaminated (SOUSA et al., 2015; LEITE and BASTIANETTO, 2009). Due to the interference on serology, the females infected at an appropriate age must be tested only post 24 months. The PNCEBT allow sometimes the vaccine RB51 on adult females. This does not interfere with serology and may be used for females with any age.

CONCLUSIONS

Brucellosis has been the most reproductive disease on bovine and buffalo's herd in Brazil. The diagnostic commonly includes the screening test with subsequent serology. The transmission encompasses the consumer of products from animals infected while the age for vaccination plays a prominent role in the immunity of animals and the prevention across vaccination, as it was hypothesized. It is fundamental to the adoption of practices decreasing the danger of contamination, including mainly individual protection throughout the manipulation of a delivery material in conjugation with care for alimentation (e. g., pasteurization of lacteal foods).

REFERENCES

- CALDOW, G. & Gray, D. (2004). Fetal loss. In A. H. Andrews, R. W. Blowey, H. Boyd & R. G. CHIEBAO, D. P. Frequência de anticorpos anti-Neospora caninum, anti-Brucella abortus e anti-Leptospira spp. em bovinos do Estado do Pará: estudo de possíveis variáveis para ocorrência de infecção. 2010. 110f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo
- V, P, DAYANE et al. (2015). AVALIAÇÃO REPRODUTIVA DE BOVINOS DE LEITE DA REGIÃO DE GUARAPUAVA-PR. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, **Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v.11 n.21; p. 2015
- LEITE, R. C.; BASTIANETTO, E. Doenças infecciosas em búfalos. Goiânia: **Universidade Federal de Goiás**, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/7665/5438>>. Acesso em: 25 julho 2020
- SILVEIRA, V. M. Principais doenças infecciosas (bacterianas e protozoárias) que comprometem a reprodução dos bovinos. 2006. 62f. **Monografia** (Especialização em Produção e Reprodução de Bovinos) – Universidade Castelo Branco, Piracicaba.
- SOUSA, Melina G.S. et al Infecção transplacentária e intrauterina por Brucella abortus em búfalos (Bubalus bubalis). **Pesq. Vet. Bras.**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 11, p. 882-888, Nov 2015 Available from

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100736X2015001100882&lng=en&nrm=iso>.. access on 15 May 2020. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015001100002>.

TORRES-JÚNIOR, J.R.S.; MELO, W.O.; ELIAS, A.K.; RODRIGUES, L.S.; PENTEADO, L.; BARUSELLI, P.S. Considerações técnicas e econômicas sobre reprodução assistida em gado de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.33, n.1, p.53-58, 2009.

CAPÍTULO 21: PRIMEIRO RELATO DE ECTOPARASITISMO POR *Amblyomma rotundatum* KOCH, 1844 EM JIBOIA ARCO-ÍRIS DA CAATINGA (*Epicrates assisi* MACHADO, 1945).

CAPÍTULO 21: PRIMER INFORM DE ECTOPARASITISMO POR *Amblyomma rotundatum* KOCH, 1844 EN ARCOIRIS CAATINGA BOA (*Epicrates assisi* MACHADO, 1945).

CHAPTER 21: FIRST REPORT OF ECTOPARASITISM BY *Amblyomma rotundatum* KOCH, 1844 ON CAATINGA RAINBOW BOA (*Epicrates assisi* MACHADO, 1945).

Aksa Ingrid Vieira Batista¹; Lígia Vanessa Leandro Gomes²; Kleber Silva de Oliveira Filho³; Thiago Fernandes Martins⁴; Josivania Soares Pereira⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.233-239>

INTRODUÇÃO

A jiboia arco-íris da caatinga (*Epicrates assisi* Machado, 1945), também conhecida como salamanta-da-Caatinga, é uma serpente pertencente à ordem Squamata, família Boidae e subfamília Boinae. Possui dentição áglifa, portanto não-peçonhenta e chama atenção devido às suas escamas furta-cor quando expostas a luz solar, já que possui ocelos ao longo do dorso do corpo. *Epicrates assisi* possui ampla distribuição geográfica no Brasil, sendo encontrada frequentemente na caatinga, além de possuir hábito crepuscular/noturno. A espécie pode atingir até 2 metros de comprimento alimentando-se de lagartos, aves e pequenos roedores (DE ALMEIDA; SANTOS, 2011).

As ectoparasitoses estão entre as principais afecções que acometem répteis de cativeiro, e devido à hematofagia, ainda que em baixos níveis de infestação, carrapatos podem transmitir diversos patógenos de interesse médico e veterinário, assim como causar a morte ou paralisia de serpentes devido à inoculação de toxinas durante o repasto sanguíneo (DURDEN; KNAPP, 2005; DANTAS-TORRES et al., 2005, 2008; HANSON et al., 2007; DE MELLO, 2013).

¹ Discente de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), aksaingridmv@gmail.com

² Discente de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), ligialeandro@hotmail.com

³ Ecólogo, Parque Zoológico Arruda Câmara, kleberfilho_sof@hotmail.com

⁴ Jovem Pesquisador do Departamento de Laboratórios Especializados, Superintendência de Controle de Endemias (SUCEN), Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, thiagodogo@hotmail.com

⁵ Professora adjunta do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), josigej@ufersa.edu.br

Dentre os répteis que podem ser acometidos por carrapatos, há serpentes de diferentes gêneros e espécies. Dentre elas, as classificadas no gênero *Epicrates* que já foram registradas com infestação por algumas espécies do gênero *Amblyomma*, a exemplo de *Amblyomma dissimile* Koch, 1844 em *Epicrates striatus fowleri* Sheplan e Swartz, 1974 (DURDEN; KNAPP, 2005) e *Amblyomma rotundatum* Koch, 1844 em *Epicrates cenchria* (Linnaeus, 1758) (CUNHA et al., 2003).

Considerando que para o Brasil e em especial para a região Nordeste deste país, os registros de ocorrência de carrapatos para répteis do gênero *Epicrates* são escassos e espaçados, o presente trabalho tem como objetivo relatar a primeira ocorrência de *Amblyomma rotundatum* em jiboia arco-íris da caatinga (*Epicrates assisi*) em João Pessoa, no Estado da Paraíba (PB), sendo esta cativa do Parque Zoológico Arruda Câmara.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No Brasil, são encontradas 75 espécies de carrapatos, sendo 51 na família Ixodidae e 24 na família Argasidae. Destes, vários são encontrados como ectoparasitos de répteis, dentre eles, há espécies classificadas na família Ixodidae e nos gêneros *Amblyomma*, *Haemaphysalis* e *Ixodes*; bem como na família Argasidae e no gênero *Ornithodoros* (DANTAS-TORRES et al., 2019; MARTINS et al. 2019; MUÑOZ-LEAL et al., 2020; ONOFRIO et al., 2020).

O gênero *Amblyomma* está representado mundialmente por 139 espécies, com 33 registradas para o Brasil, sendo o mais numeroso no país, incluindo assim as principais espécies que podem parasitar o homem e transmitir patógenos de interesse médico e veterinário (KRAWCZAK et al., 2015; MARTINS et al. 2019). Dessas, apenas seis foram registradas em anfíbios e répteis no Brasil: *Amblyomma auricularium* (Conil, 1878); *Amblyomma fuscum* Neumann, 1907; *A. dissimile* Koch, 1844; *A. rotundatum* Koch, 1844; *Amblyomma humerale* Koch, 1844; *Amblyomma parvum* Aragão, 1908; e *Amblyomma sculptum* Berlese, 1888. Este gênero é encontrado em praticamente todos os estados brasileiros, com registros de infestação em serpentes. A exemplo de *A. rotundatum*, em *Boa constrictor constrictor*, no Rio Grande do Norte (PEREIRA et al., 2012); *A. dissimile* em *Eunectes murinus*, no Pará (DO NASCIMENTO et al., 2017); e *A. sculptum* (sin. *Amblyomma cajennense* Fabricius 1787) em *Crotalus durissus*, em Goiás (SZABÓ et al., 2007). Sendo que, as espécies *A. dissimile* e *A. rotundatum* são os ectoparasitos mais comuns de anfíbios e répteis, sendo ambas distribuídas nas regiões neotropicais e altamente adaptadas a ambientes

antrópicos (DANTAS-TORRES et al. 2008, 2010; GUGLIELMONE et al., 2014; KRAWZACK et al., 2015; MORAIS et al., 2017; DE ALCANTARA et al., 2018; ODA et al., 2018).

METODOLOGIA

No dia 03 de março de 2020, foi realizada uma coleta de carrapato segundo Pereira et al. (2012) na região dorsal da cabeça de uma jiboia arco-íris da caatinga (*E. assisi*) fêmea, com 16 anos de idade e escore 2 (na escala onde 1 se refere a caquexia e 5 obesidade) (Figura 1). O animal era cativo do Parque Zoobotânico Arruda Câmara, João Pessoa-PB. O referido Zoológico (CNPJ: 08.806.721/0001-03) apresenta-se cadastrado no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis sob Registro nº236567.

Figura 01: Espécime de *Epicrates assisi* no Parque Zoobotânico Arruda Câmara, João Pessoa-PB.

Fonte: Própria (2020).

Para realização da coleta do espécime do carrapato, *E. assisi* foi imobilizada com auxílio de um gancho para manuseio de serpentes, com ponta em U. Posteriormente, o espécime de carrapato coletado foi transferido para um frasco contendo álcool 70° e encaminhado ao Laboratório de Parasitologia Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (LPA-UFERSA) para análise. A identificação foi realizada com o auxílio de estereomicroscópio usando-se a chave dicotômica de Martins et al. (2010). Após inspeção e coleta do ectoparasito, a serpente foi liberada e mantida no seu espaço habitual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da análise realizada no espécime carrapato, identificou-se o mesmo como uma ninfa de *A. rotundatum*. A espécie foi confirmada pela observação da presença de dois espinhos na coxa I; dois espinhos, sendo o interno bem pequeno, na coxa II; e fórmula hipostomal 2,5/2,5 (Figura 2).

Figura 02: Ninfa de *Amblyomma rotundatum* KOCH, 1844 (objetiva 5.6x): A- Vista dorsal; B- Vista ventral; C- Espinhos da coxa I; D- Espinhos da coxa II

Fonte: Própria (2020).

Amblyomma rotundatum é uma espécie de ampla distribuição no Brasil, abundante nos locais de ocorrência e que se reproduz predominantemente por partenogênese, apesar do macho já ter sido descrito (LABRUNA et al., 2005). A espécie é oriunda principalmente das áreas Neotropicais na América Central e do Sul, porém o carrapato já foi descrito para áreas Neárticas. Sendo assim, os hospedeiros comuns para esses carrapatos são Anura: Bufonidae e Squamata, Boidae, sendo que crocodilianos e mamíferos são considerados hospedeiros excepcionais para este ectoparasito (DE MELLO, 2013; GUGLIELMONE et al. 2014).

Considerando o gênero *Epicrates* e o Brasil, a ocorrência de infestação por *A. rotundatum* nestes répteis, foi relatado apenas uma vez e na espécie *Epicrates cenchria*, no Estado de Pernambuco (CUNHA et al., 2003). Nesta mesma década, Dantas-Torres et al. (2010) realizaram uma pesquisa com animais cativos de um Parque Zoológico em

Pernambuco e também no mesmo Zoológico em que foi realizada a presente pesquisa, o Parque Zoobotânico Arruda Câmara na Paraíba, onde registraram para *E. cenchria* a ocorrência de ninfas de *Amblyomma* spp.

Assim, depois de 17 anos, o presente trabalho, registra a ocorrência de *A. rotundatum* no gênero *Epicrates* no Brasil e pela primeira vez, registrando a ocorrência do Ixodidae *A. rotundatum* na espécie hospedeira *E. assisi*.

CONCLUSÕES

A ocorrência de *A. rotundatum* em *E. assisi* é relatada pela primeira vez e constitui um novo dado aplicável aos ectoparasitos que ocorrem nessa espécie e no Brasil. Este fato colabora para ampliação referente aos dados ecológicos, assim como para a conservação deste Boidae. A partir do presente estudo, será possível que trabalhos futuros sejam realizados com o objetivo de compreender a bioecologia desses ectoparasitos em jiboias arco-íris da Caatinga, investigar as consequências que a população desses hospedeiros pode sofrer e como a relação de *A. rotundatum* interfere no bem-estar da espécie hospedeira.

REFERÊNCIAS

CUNHA, M.C.A.L. et al. Intensidade de parasitismo de *Amblyomma rotundatum* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae) em serpentes da Família Boidae capturadas no Parque dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil. **Entomología y Vectores**, v. 10, n. 1, p. 21-29, 2003.

DANTAS-TORRES, F.; OLIVEIRA-FILHO, E.F.; SOUZA, B.O.F.; SÁ, F.B. First record of *Amblyomma rotundatum* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae) parasitizing *Crotalus durissus cascavella* (Wagler, 1824) (Squamata: Viperidae) in the State of Pernambuco, Brazil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, n. 3, p. 389-390, 2005.

DANTAS-TORRES, F. et al. Ticks infesting amphibians and reptiles in Pernambuco, northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**. vol. 17, p. 218–221, 2008.

DANTAS-TORRES, F. et al. Ticks on captive and free-living wild animals in northeastern Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, vol. 50, p. 181–189, 2010.

DANTAS-TORRES, F. et al. Ticks (Ixodida: Argasidae, Ixodidae) of Brazil: updated species checklist and taxonomic keys. **Ticks and tick-borne diseases**, v. 10, n. 6, p.101252, 2019.

DE ALCANTARA, E.P. et al., Ticks (Acari: Argasidae and Ixodidae) infesting amphibians and reptiles in Northeastern Brazil. **Systematic and applied Acarology**, vol. 23, n. 8, p. 1497-1508, 2018.

DE ALMEIDA, G.V.L.; SANTOS, E.M. A Salamanta (*Epicrates assisi* Machado, 1945) é um animal venenoso - Percepção de algumas comunidades do sertão de Pernambuco. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2011.

DE MELLO, E.M. Endo e ectoparasitos de serpentes *Crotalus durissus* Linnaeus, 1758 (Viperidae) de algumas localidades de Minas Gerais. Belo Horizonte: UFMG. 2013.

DO NASCIMENTO, K.K.G. et al. Tick fauna of wild animals received and attended at the Santarém Zoological Park, western Pará State, Brazil. **Ciência Rural**, v. 47, n. 10, 2017.

DURDEN, L.A.; KNAPP, C.R. Ticks parasitizing reptiles in the Bahamas. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 19, n. 3, p. 326-328, 2005.

GUGLIELMONE, A.A. et al. **The hard ticks of the world (Acari: Ixodida: Ixodidae)**. New York: Springer, 2014.

HANSON B. A. et al. Tick Paralysis of a Snake Caused by *Amblyomma rotundatum* (Acari: Ixodidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 44, n. 1, p. 155-157, 2007.

KRAWCZAK, F.S. et al. *Amblyomma yucumense* n. sp. (Acari: Ixodidae), a parasite of wild mammals in southern Brazil. **Journal of Medical Entomology**, v.52, n. 1, p. 28–37, 2015.

LABRUNA, M.B. et al. First report of the male of *Amblyomma rotundatum* (Acari: Ixodidae) from a field-collected host. **Journal of Medical Entomology**, v. 42, n.6, p. 945-947, 2005.

MARTINS, T.F. et al. Nymphs of the genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) of Brazil: descriptions, redescrptions, and identification key. **Ticks Tick-Borne Diseases**, v.1, p.75-99, 2010.

MARTINS, T.F. et al. A new species of *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) associated with monkeys and passerines of the Atlantic rainforest biome, Southeastern Brazil. **Ticks and Tick-Borne Diseases**, v. 10, p. 101259, 2019a.

MORAIS, D.H. et al. Patterns of parasitismo by *Amblyomma humerale* (Acari: Ixodidae) on *Chelonoidis denticulatus* (Testudines: Testudinidae) in the Brazilian Midwest. **Herpetological Review**, vol. 48, n. 2, p. 316–319, 2017.

MUÑOZ-LEAL, S. et al. *Ornithodoros cerradoensis* n. sp. (Acari: Argasidae), a member of the *Ornithodoros talaje* (Guérin-Méneville, 1849) group, parasite of rodents in the Brazilian Savannah. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v.11, p. 101497, 2020.

ODA, F.H. *Amblyomma* species infesting amphibians and reptiles in the seasonally dry Amazon forest, with new host records for *Amblyomma rotundatum* (Acari: Ixodida: Ixodidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 23, n. 2, p. 387–392, 2018.

ONOFRIO, V.C. et al. Description of a new species of *Ixodes* (Acari: Ixodidae) and first report of *Ixodes lasallei* and *Ixodes bocatorensis* in Brazil. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v.11, p. 101423, 2020.

PEREIRA, J.S. et al. Infestação por carrapatos em *Boa constrictor constrictor* (Linnaeus, 1758) de cativeiro, em Mossoró, Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 14, n. 1, 2, 3, 2012.

SZABÓ, M.P.J. et al. Tick fauna from two locations in the Brazilian savannah. **Experimental and Applied Acarology**, v. 43, n. 1, p. 73, 2007.

CAPÍTULO 22: CONHECIMENTOS DE ALUNOS DE ESCOLAS DO INTERIOR DA PARAÍBA SOBRE DOENÇAS ALIMENTARES E INFORMAÇÕES NUTRICIONAIS

CAPÍTULO 22: CONOCIMIENTO DE ESTUDIANTES ESCOLARES DEL INTERIOR DE PARAÍBA SOBRE ENFERMEDADES ALIMENTARIAS E INFORMACIÓN NUTRICIONAL

CHAPTER 22: KNOWLEDGE OF SCHOOL STUDENTS FROM INTERIOR OF PARAÍBA ABOUT FOOD DISEASES AND NUTRITIONAL INFORMATION

João Vitor Fonseca Feitoza¹; Edilayane de Nóbrega Santos²; Lídia Paloma da Silva Nogueira³; Mychelle de Lira Andrade⁴; Mônica Tejo Cavalcanti⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.240-246>

INTRODUÇÃO

Desde 2006 a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) atua na cidade de Pombal com o Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) e, entre seus quatro cursos de graduação, encontra-se o curso de Engenharia de Alimentos. Curso este que, através da capacitação de seus professores e alunos na área de Engenharia e Ciência e Tecnologia de Alimentos pode ser utilizado como uma ponte direta com a sociedade local para amenizar e resolver gargalos quanto à rotulagem de alimentos.

O rótulo é um componente obrigatório e essencial nas embalagens de alimentos advindos de agroindústrias, estando o estabelecimento produtor sujeito a multa e apreensão do produto caso este seja comercializado sem ele. A rotulagem dos alimentos é obrigatória e está regulamentada por leis e regulamentos técnicos de órgãos como o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (IMETRO).

A população compreende pouco as informações contidas nos rótulos, o que torna-se necessário cada vez mais o trabalho dos agentes detentores de tais conhecimento na divulgação da importância de ler e compreender essas informações. Com base nisso, objetivou-se com este trabalho relatar a atuação dos discentes do curso de Engenharia de Alimentos, da UFCG, *Campus* Pombal, na investigação e disseminação dos conhecimentos

¹ Docente, Instituto Federal do Rio Grande do Norte, joaovitorlg95@hotmail.com

² Doutoranda em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, layane.nobrega@hotmail.com

³ Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, lidiapaloma28@gmail.com

⁴ Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, mychelle_xd@hotmail.com

⁵ Docente, Universidade Federal de Campina Grande, monicatejoc@yahoo.com.br

acerca das doenças alimentares e das informações nutricionais para alunos das escolas da cidade de Pombal – PB.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A população brasileira é pouco informada sobre a rotulagem de alimentos. Machado et al. (2013) em uma pesquisa com 300 pessoas, observou que 33,70% disseram que liam frequentemente os rótulos dos alimentos, 35,70% liam raramente e 30,60% nunca liam os rótulos. Cavadas et al. (2012) em um estudo com 241 pessoas verificou que 48,13% dos entrevistados afirmaram ler as informações presentes nos rótulos, 27,80% não liam e 24,07% liam às vezes. Estes estudos indicam que um número expressivo de pessoas não possuem o hábito de ler os rótulos.

Ferreira e Lanfer-Marquez (2007) em um estudo sobre a legislação brasileira referente à rotulagem nutricional de alimentos conclui que seria aconselhável esclarecer à população a respeito da importância da informação nutricional e de como utilizá-la em benefício da saúde, tendo em vista que, segundo dados do Ministério da Saúde, as pessoas que costumam ler os rótulos dos alimentos que consomem não compreendem adequadamente o significado destas informações (ANVISA e UnB, 2005). Isso poderia ser feito na forma de campanhas informativas divulgadas na mídia, nas escolas e junto à classe de profissionais da área de saúde. Logo, em função da possibilidade da alimentação inadequada trazer inúmeros riscos à saúde, é de extrema importância avaliar o conhecimento da população frente à rotulagem dos alimentos.

METODOLOGIA

A pesquisa de natureza analítica descritiva, a partir de elementos quantitativos, ocorreu entre os meses de outubro e novembro de 2017, em três escolas do município de Pombal – PB: uma particular (Escola Menino Jesus), uma estadual (Escola João da Mata) e uma municipal (Escola Newton Seixas), com a autorização prévia da direção das escolas. Participaram da pesquisa de forma voluntária um total de 76 alunos, provenientes do ensino fundamental (8º e 9º ano) e do ensino médio (1º e 3º ano).

Para a apresentação dos conteúdos sobre doenças alimentares e acerca das informações contidas nos rótulos dos alimentos, em especial na Tabela Nutricional, foi utilizado material multimídia, composto de *notebook* e *datashow* fornecidos pelas escolas,

juntamente com rótulos de diversos produtos alimentícios para melhor compreensão e absorção dos conteúdos. Antes e depois de cada palestra foi aplicado um questionário com as mesmas perguntas para avaliar o grau de aprendizagem relacionado aos conteúdos repassados.

Os dados obtidos foram tabulados no *Software Microsoft Excel*, versão 2013, onde foram gerados tabelas e gráficos para melhor visualização das respostas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as palestras proferidas a maioria dos alunos demonstraram interesse no assunto abordado, tendo tido bastante participação em termos de questionamentos aos palestrantes. Na Tabela 1 podemos observar as a quantidade de participantes do sexo masculino e feminino que participaram da pesquisa, bem como suas idades.

Tabela 1: Características dos estudantes das escolas da cidade de Pombal – PB que participaram da pesquisa (n = 76).

Característica	Classificação	Frequência em %	n
Sexo	Feminino	50,00	38
	Masculino	50,00	38
Idade	0 a 15 anos	61,84	47
	16 a 25 anos	36,84	28
	Acima de 25 anos	1,32	1

O número de participantes homens e mulheres foram iguais (50%, n = 38) e grande parte dos estudantes eram menores de idade (61,84%, n = 47). A maioria dos estudantes disseram que a palestra foi muito interessante (57,89%, n = 44), demonstrando que o assunto abordado e a forma lúdica utilizada no repasse do conteúdo contribuiu para a satisfação deles. Cerca de 77,63% (n = 59) disseram que a escola nunca abordou assuntos sobre intolerância ou alergia alimentar, mas 22,37% (n = 17) disseram já ter ouvido falar na escola. Essa diferença é justificada pelos diferentes níveis de séries dos alunos que participaram da pesquisa. Muitas vezes, esse assunto é abordado no Ensino Médio, nível de ensino onde teve a menor participação dos alunos.

Observou-se que 71,05% (n = 54) já escutaram falar sobre rotulagem de alimentos, mesmo que fosse algo sobre informação nutricional ou simplesmente medida caseira ou peso líquido, por exemplo. A rotulagem de alimentos envolve uma gama de assuntos amplos ao analisar o rótulo, o que justifica grande parte deles já terem uma noção sobre o assunto. Cerca de 17,11% (n = 13) responderam que não tinham o costume de ler os rótulos, mas

demonstraram ter bastante interesse em passar a compreender melhor o assunto, mesmo que a maioria ainda tenha relatado que costuma ler somente as vezes (52,63%, $n = 40$).

Notou-se que 53,95% ($n = 41$) disseram que não há na família alguém que não possa consumir algum alimento que cause alergia como, por exemplo, leite. Cerca de 43,42% ($n = 33$) disseram que há alguém que não pode consumir, dentre os parentes mais mencionados estão primos, pais e avós. Somente 2,63% ($n = 2$) disseram não saber o que significa alergia, o que tornou o assunto abordado nas escolas ainda mais interessante e necessário, já que muitos passaram a compreender quais os alimentos causam alergia ou intolerância e quais os sintomas mais frequentes. As respostas de outras questões do questionário podem ser observadas nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

Figura 1: Na sua opinião, o rótulo é:

Figura 2: Você sabe o que é valor energético, carboidrato, proteína, lipídio, fibra alimentar e sódio?

Figura 3: Dentre as alternativas abaixo, o que não NÃO faz parte dos rótulos dos alimentos.

Figura 4: Você sabe o que significa %VD nos rótulos dos alimentos?

As respostas observadas demonstram que os estudantes assimilaram o conteúdo repassado, tendo em vista que houve uma elevação dos histogramas corretos ao responderem as questões depois da palestra. Na Figura 1, grande parte dos estudantes responderam a alternativa correta, passando de 38,16% ($n = 29$) para 73,68% ($n = 56$). Segundo Brasil (2002),

o rótulo é toda inscrição, legenda, imagem ou toda matéria descritiva ou gráfica, escrita, impressa, estampada, gravada, gravada em relevo ou litografada ou colada sobre a embalagem do alimento. Quanto aos estudantes que não sabiam o que é valor energético, carboidrato, proteína, lipídio, fibra alimentar e sódio, os valores passaram de 53,95% (n = 41) para 72,37% (n = 55), mostrando que o conteúdo foi facilmente assimilado (Figura 2).

Segundo a RDC nº 259 (BRASIL, 2002), indicar que cura doenças não faz parte dos rótulos dos alimentos. Na pesquisa, 90,79% (n = 69) responderam a alternativa correta depois da palestra, o que antes era de 86,84% (n = 66) (Figura 3). Foram poucos os que assimilaram esta informação, contudo o percentual de jovens que entendem sobre essa questão foi elevado.

Observou-se que foi fácil compreender o que significa a sigla %VD nos rótulos, passando de 18,42% (n = 14) para 69,74% (n = 53). Quando questionados sobre se sabiam o que significava lactose e glúten, 47,37% (n = 36) disseram saber antes da palestra, elevando esse percentual para 75% (n = 57) depois da palestra. O glúten e a lactose são substâncias conhecidas por causarem restrições alimentares, em pessoas predispostas às doenças. O glúten é uma proteína muito presente no trigo conhecida por predispor a doença celíaca e a lactose é um dissacarídeo presente no leite que causa intolerância.

Segundo a RDC nº 26 (BRASIL, 2015), o trigo, os ovos e o leite são alimentos conhecidos por causarem alergia. Quando questionados sobre os alimentos que causam algum tipo de alergia, antes da palestra 63,16% (n = 48) responderam a alternativa correta, o percentual foi elevado a 76,32% (n = 58) depois da palestra.

Observou-se também que 10,52% (n = 8) dos estudantes sabiam o que significava declaração simplificada de nutrientes, mas depois da palestra 65,79% (n = 50) afirmaram saber. Segundo a RDC nº 360 (BRASIL, 2003a) no seu item 3.4.3.3 “alternativamente, pode ser utilizada uma declaração nutricional simplificada. Para tanto, a declaração de valor energético ou conteúdo de nutrientes será substituída pela seguinte frase: “Não contém quantidade significativa de(valor energético e ou nome(s) do(s) nutriente(s))” que será colocada dentro do espaço destinado para rotulagem nutricional”, especialmente quando o nutriente não apresentar valor acima do mínimo permitido.

Cerca de 61,84% (n = 47) sabiam o que era porção na tabela nutricional dos alimentos, após a palestra 82,89% (n = 63) passaram a conhecer. Essa informação é uma das mais importantes nos rótulos, pois a porção é a quantidade média do alimento que deveria ser

consumida por pessoas saudáveis, maiores de 36 meses, em cada ocasião de consumo, com a finalidade de promover uma alimentação saudável (BRASIL, 2003a).

Segundo a RDC nº 359 (BRASIL, 2003b), medida caseira é um utensílio comumente utilizado pelo consumidor para medir alimentos, podendo ser, entre tantas, 1 copo, 1 colher de chá e/ou 1 fatia. Antes da palestra 75% (n = 57) souberam responder, passando para 77,63% (n = 59) depois da palestra.

CONCLUSÕES

A grande maioria dos estudantes demonstraram possuir conhecimento sobre as indagações realizadas no questionário, além de apresentar um forte interesse em melhor entender o assunto. A palestra foi eficaz em promover o aprendizado dos estudantes, tendo em vista que os mesmos demonstraram ter adquirido os conhecimentos repassados. Contudo, ações contínuas como estas deverão ser realizadas de forma a abranger diferentes níveis e segmentos da população.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA; UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB. **Rotulagem Nutricional Obrigatória: Manual de Orientação às Indústrias de Alimentos**. 2. versão. Brasília: ANVISA, UnB, 2005. 44 p.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. **Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados**.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária ANVISA. RDC nº 26, de 02 de julho de 2015. **Dispõe sobre os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares**.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003b. **Aprova o Regulamento Técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional**.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003a. **Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados**.

CAVADAS, G. S.; PAIVA, F. F.; HELBIG, E.; BORGES, L. R. Rotulagem nutricional: você sabe o que está comendo? **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, IV SSA, p. 84-88, 2012.

MACHADO, C. B.; NOGUEIRA, S. E.; BRIANCINI, T. P.; TOBAL, T. M. Avaliação do hábito de leitura e entendimento dos rótulos dos alimentos: um estudo em um supermercado na cidade de Santa Fé do Sul – São Paulo. **Revista Funec Científica – Nutrição**, Santa Fé do Sul (SP), v. 1, n. 1, 2013.

CAPÍTULO 23: MÉTODOS RÁPIDOS PARA DETECÇÃO DE *Escherichia coli* EM CARCAÇAS DE FRANGO: UM ESTUDO COMPARATIVO

CAPÍTULO 23: MÉTODOS RÁPIDOS DE DETECCIÓN DE *Escherichia coli* EN CARCASAS DE POLLO: ESTUDIO COMPARATIVO

CHAPTER 23: QUICK METHODS FOR DETECTION OF *Escherichia coli* IN CHICKEN CARCASSES: A COMPARATIVE STUDY

Greici Bergamo¹; Ivair Gonçalves da Silva²; Siluana Katia Tischer Seraglio³; Fernanda Demoliner⁴; Nei Carlos Santin⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.247-253>

INTRODUÇÃO

Com a modernização dos equipamentos e das tecnologias empregadas na fabricação de produtos alimentícios, o tempo de processamento reduziu drasticamente e com isso, as análises que monitoram e que comprovam a qualidade dos processos e dos produtos também devem estar compatíveis com essa demanda. Em virtude dessa constante necessidade de rapidez e praticidade nas análises microbiológicas, muitos métodos rápidos têm sido desenvolvidos e introduzidos nas rotinas de controle e qualidade das indústrias de alimentos (BERGAMO et al., 2018; HOSOKAWA; KODAKA, 2010).

Os métodos tradicionais de análises microbiológicas geralmente envolvem muitas etapas, tendem a ser demorados e acabam tornando-se incompatíveis com as demandas das indústrias de alimentos (BERGAMO et al., 2018; SANT'ANA; CONCEIÇÃO; AZEREDO, 2002; SILVA; CAVALLI; OLIVEIRA, 2006). Dessa forma, muitos métodos alternativos vêm sendo validados por órgãos nacionais e internacionais como Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, *Association of Official Analytical Chemists* – AOAC e *Food and Drug Administration* – FDA, sendo inseridos nas rotinas de trabalho.

Por se tratar de uma bactéria que tem como habitat primário o intestino humano e de animais, a presença de *Escherichia coli* pode indicar contaminações de origem fecal em produtos alimentícios (KASNOWSKI et al., 2007; SILVA; CAVALLI; OLIVEIRA, 2006). Além disso, por ser sensível a altas temperaturas e a ação de agentes sanitizantes comumente

¹ Doutora em Ciência dos Alimentos, Universidade do Oeste de Santa Catarina, greici.bergamo@hotmail.com

² Tecnólogo de Alimentos, Universidade do Oeste de Santa Catarina, ivair32@hotmail.com

³ Pós-Doutora em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, siluana.seraglio@hotmail.com

⁴ Doutora em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, demoliner.fernanda@gmail.com

⁵ Mestre em Ciência dos Alimentos, neicarlos@gmail.com

empregados nas etapas de sanitização, a presença dessa bactéria nos alimentos pode indicar falhas em processos térmicos, manipulação inadequada ou má higienização das superfícies, utensílios e equipamentos. Outra grande preocupação refere-se ao potencial patogênico de muitas das espécies do gênero *Escherichia coli* e, dessa forma, altas concentrações desse microrganismo nos alimentos podem inviabilizar o seu consumo por representar um risco grave à saúde (KASNOWSKI et al., 2007).

O uso de métodos rápidos para a quantificação de microrganismos indicadores, como *Escherichia coli*, pode auxiliar a indústria alimentícia no controle da qualidade de seus processos e de seus produtos de forma adequada, rápida e confiável para liberação do produto dentro dos critérios determinados pela legislação. Um dos métodos rápidos utilizados para quantificação de *Escherichia coli* em alimentos é o Petrifilm® EC e Compact® Dry EC, cuja eficiência já foi equiparada à métodos tradicionais por meio de diversos trabalhos já publicados na literatura (CASAROTTI; PAULA; ROSSI, 2007; HOSOKAWA; KODAKA, 2010; PARK et al., 2001; RUSSELL, 2000; SILVA; CAVALLI; OLIVEIRA, 2006).

Ainda, no que se refere a cadeia produtiva de frango e seus subprodutos, existe a constante preocupação com a condição microbiológica inicial das aves conduzidas para o abate, que normalmente são a fonte inicial de contaminação (CARDOSO et al., 2005; MENEZES et al., 2018; RODRIGUES et al., 2008). Nesses casos, o número de microrganismos presentes na carcaça pode ser influenciado pelas condições higiênicas de abate e processamento e, dessa forma, é de fundamental importância que toda a etapa de produção seja monitorada por meio de análises microbiológicas rápidas e frequentes através de métodos rápidos e confiáveis (MENEZES et al., 2018; RODRIGUES et al., 2008).

Diante disso, este estudo teve como objetivo comparar dois métodos rápidos para quantificação de *Escherichia coli*, sendo eles Petrifilm® EC e Compact Dry® EC em amostras de carcaça de frango.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em virtude da crescente necessidade da indústria alimentícia na obtenção de resultados rápidos que demonstrem as reais condições higiênico-sanitárias dos ambientes produtivos e de seus produtos, é de fundamental importância avaliar a eficácia de métodos rápidos para análises microbiológicas disponíveis no mercado frente a microrganismos

indicadores. Ainda, considerando que as carcaças de frango são importantes carreadoras de *Escherichia coli*, um patógeno muito relacionado com intoxicações alimentares e indicador de falhas em processos, torna-se imprescindível a adoção de métodos rápidos e confiáveis de detecção deste microrganismo nesse produto.

METODOLOGIA

Para as análises de *Escherichia coli* foram coletadas 66 amostras de carcaça resfriada de frango. As análises foram realizadas de acordo com os procedimentos estabelecidos pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2000, 2004). De cada amostra foram colhidos assepticamente 25 g e a elas foi acrescentado 225 mL de água peptonada 0,1% estéril. Em seguida, procedeu-se a homogeneização por um minuto em *stomacher*. Este procedimento correspondeu a diluição 10^{-1} , ou seja, 10 g do homogeneizado contém um grama da amostra.

A partir da diluição inicial, procedeu-se a diluição 10^{-2} por meio da transferência de 1 mL da diluição inicial para 9,0 mL do diluente (água salina peptonada 1%) e a partir da diluição 10^{-2} , o mesmo procedimento foi utilizado para a obtenção da diluição 10^{-3} , última diluição testada.

Contagem de *Escherichia coli* em Petrifilm® EC

A análise foi realizada segundo a recomendação da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2000). A lâmina superior do Petrifilm® EC foi levantada e, com cuidado, foi depositado 1 mL da amostra das respectivas diluições selecionadas (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}) no centro da lâmina inferior. A lâmina superior foi baixada lentamente, evitando que bolhas de ar fossem introduzidas. Logo após o procedimento, as placas de Petrifilm® EC foram incubadas horizontalmente, sem inversão, a 36 ± 1 °C por 24 ± 2 horas.

Foram observadas e contadas nas placas as colônias de coloração azul. O somatório dessas colônias foi multiplicado pela recíproca da diluição utilizada e o resultado expresso como UFC g⁻¹ de *Escherichia coli*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 01 estão apresentados os resultados obtidos nas análises para quantificação de *Escherichia coli* por meio dos métodos Petrifilm® EC e Compact Dry® EC em amostras de carcaça de frango resfriada.

Tabela 01: Quantificação de *Escherichia coli* por meio dos métodos Petrifilm® EC e Compact Dry® EC em amostras de carcaça de frango resfriada.

Amostra	Petrifilm® EC	Compact Dry® EC	Amostra	Petrifilm® EC	Compact Dry® EC	Amostra	Petrifilm® EC	Compact Dry® EC
1	34,0 x 10 ³	13,0 x 10 ³	23	1,0 x 10 ²	1,0 x 10 ²	45	28,5 x 10 ¹	27,0 x 10 ¹
2	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	24	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	46	8,0 x 10 ¹	11,0 x 10 ¹
3	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	25	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	47	1,7 x 10 ²	8,5 x 10 ²
4	15,0 x 10 ²	14,0 x 10 ²	26	10,0 x 10 ²	10,0 x 10 ²	48	23,5 x 10 ¹	24,5 x 10 ¹
5	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	27	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	49	17,5 x 10 ¹	14,0 x 10 ¹
6	1,0 x 10 ²	2,0 x 10 ²	28	10,0 x 10 ²	1,0 x 10 ²	50	6,5 x 10 ¹	5,0 x 10 ¹
7	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	29	30,0 x 10 ¹	39,0 x 10 ¹	51	15,5 x 10 ¹	13,0 x 10 ¹
8	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	30	5,1 x 10 ²	5,3 x 10 ²	52	1,0 x 10 ²	1,6 x 10 ²
9	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	31	1,0 x 10 ²	3,2 x 10 ²	53	3,0 x 10 ²	1,0 x 10 ²
10	16,5 x 10 ³	18,2 x 10 ³	32	2,0 x 10 ²	2,5 x 10 ²	54	2,0 x 10 ¹	1,0 x 10 ¹
11	1,0 x 10 ²	9,0 x 10 ²	33	19,5 x 10 ¹	25,5 x 10 ¹	55	8,0 x 10 ²	5,85 x 10 ²
12	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	34	13,0 x 10 ¹	20,0 x 10 ¹	56	2,6 x 10 ²	1,4 x 10 ²
13	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	35	64,5 x 10 ¹	68,5 x 10 ¹	57	1,2 x 10 ³	8,0 x 10 ²
14	21,0 x 10 ⁴	21,6 x 10 ⁴	36	16,3 x 10 ²	26,2 x 10 ²	58	2,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹
15	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	37	5,2 x 10 ²	4,7 x 10 ²	59	2,0 x 10 ¹	2,0 x 10 ¹
16	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	38	2,0 x 10 ¹	6,0 x 10 ¹	60	28,5 x 10 ¹	27,0 x 10 ¹
17	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	39	25,5 x 10 ¹	39,0 x 10 ¹	61	6,1 x 10 ²	6,0 x 10 ²
18	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	40	6,5 x 10 ²	1,4 x 10 ²	62	14,5 x 10 ¹	14,0 x 10 ¹
19	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	41	< 1,0 x 10 ¹	1,0 x 10 ¹	63	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹
20	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	42	19,8 x 10 ²	17,7 x 10 ²	64	1,0 x 10 ³	8,6 x 10 ²
21	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	43	7,0 x 10 ¹	3,0 x 10 ¹	65	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹
22	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	44	3,0 x 10 ¹	15,0 x 10 ¹	66	5,0 x 10 ²	4,5 x 10 ²

Fonte: Própria (2020).

As contagens de *Escherichia coli* variaram de < 1,0 x 10¹ UFC g⁻¹ à 21,0 x 10⁴ para o método Petrifilm® EC e de < 1,0 x 10¹ UFC g⁻¹ à 21,6 x 10⁴ Compact Dry® (Tabela 01). A partir dos resultados apresentadas na Tabela 01, os dados foram transformados em logaritmo de base 10 (log₁₀) e a seguir foi realizada a análise de regressão linear e cálculo do coeficiente de correlação (R²) para a comparação dos resultados obtidos nos dois métodos rápidos avaliados (Figura 01).

Figura 01: Regressão linear dos dados obtidos nas análises de *Escherichia coli* por meio dos métodos Petrifilm®

Fonte: Própria (2020).

O coeficiente de 0,941 demonstra boa correlação entre os dois métodos avaliados indicando que os métodos avaliados são compatíveis para quantificação de *Escherichia coli* em carcaças de frango. Esses resultados são compatíveis com os achados de Casarotti et al. (2007) que comparou os métodos Petrifilm® EC e Compact Dry® EC para pesquisa de *Escherichia coli* em amostras de carne bovina moída.

As principais vantagens na utilização de métodos rápidos em relação aos convencionais referem-se principalmente a sua praticidade pois não necessitam de grandes preparos de meios de cultura, reagentes e vidrarias; são compactos e com isso ocupam menos espaço e geralmente desprendem menor tempo de análise (BERGAMO et al., 2018; SANT'ANA; CONCEIÇÃO; AZEREDO, 2002; SILVA; CAVALLI; OLIVEIRA, 2006).

Com base nos resultados apresentados, é possível afirmar que ambos os métodos avaliados podem ser utilizados com alternativas viáveis para quantificação de *Escherichia coli* em carcaças de frango. Esse estudo trata-se de uma pesquisa preliminar e as próximas etapas consistem na comparação de métodos rápidos e métodos tradicionais para quantificação de *Escherichia coli* em carcaças de frango e nos ambientes de produção.

CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho demonstram que os métodos Petrifilm® EC e Compact Dry® EC apresentaram boa correlação, podendo ser utilizados como uma alternativa viável para a quantificação de *Escherichia coli* em amostras de carcaça de frango. Ainda, esses resultados impulsionam futuros estudos visando à comparação destes métodos rápidos com

métodos tradicionais, ampliando a sua aplicação para mais etapas do processamento.

REFERÊNCIAS

AOAC. Método 991.14. **In Official methods of analysis to AOAC International**, 2000.

AOAC. Método 110402. **In Official methods of analysis to AOAC International**, 2004.

BERGAMO, G. et al. Comparison between the 3M MDS® method and phenotypic methods to detect *Salmonella* spp. in foods. **LWT**, v. 97, p. 693–696, 1 nov. 2018.

CARDOSO, A. L. S. P. et al. Pesquisa de *Salmonella* spp, coliformes totais, coliformes fecais, mesófilos, em carcaças e cortes de frango. **Higiene Alimentar**, v. 19, n. 128, p. 144–150, 2005.

CASAROTTI, S. N.; PAULA, A. T.; ROSSI, D. A. Correlação entre métodos cromogênicos e o método convencional na enumeração de coliformes e *Escherichia coli* em carne bovina moída. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 3, p. 278–286, 2 jan. 2007.

HOSOKAWA, S.; KODAKA, H. Efficacy of Compact Dry EC for coliform detection in seafood japanese. **Journal of Food Microbiology**. Disponível em: <<http://www.fda.gov/>>. Acesso em: 12 out. 2020.

KASNOWSKI, M. C. et al. *Escherichia coli*: uma revisão bibliográfica. **Higiene Alimentar**, v. 21, n. 154, p. 44–48, set. 2007.

MENEZES, L. D. M. et al. Caracterização microbiológica de carcaças de frangos de corte produzidas no estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 2, p. 623–627, ago. 2018.

PARK, Y. H. et al. Evaluation of the petrifilm plate method for the enumeration of aerobic microorganisms and coliforms in retailed meat samples. **Journal of Food Protection**, v. 64, n. 11, p. 1841–1843, 2001.

RODRIGUES, A. C. A. et al. Análise e monitoramento de pontos críticos no abate de frangos utilizando indicadores microbiológicos. **Ciencia Rural**, v. 38, n. 7, p. 1948–1953, out. 2008.

RUSSELL, S. M. Comparison of the traditional three-tube most probable number method with the Petrifilm, SimPlate, BioSys optical, and Bactometer conductance methods for enumerating *Escherichia coli* from chicken carcasses and ground beef. **Journal of Food Protection**, v. 63, n. 9, p. 1179–1183, 2000.

SANT'ANA, A. DE S.; CONCEIÇÃO, C. DA; AZEREDO, D. R. P. Comparação entre os métodos rápidos Simplate® Tpc-Ci e Petrifilm® AC e os métodos convencionais de contagem. **Food Science and Technology**, v. 22, n. 1, p. 60–64, 2002.

SILVA, M. P.; CAVALLI, D. R.; OLIVEIRA, T. C. R. M. Avaliação do padrão coliformes a 45°C e comparação da eficiência das técnicas dos tubos múltiplos e Petrifilm EC na detecção

de coliformes totais e *Escherichia coli* em alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 352–359, 2006.

**CAPÍTULO 24: DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE ALFACE (*Lactuca sativa*)
INOCULADAS COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (*Glomeromycota*)**

**CAPÍTULO 24: DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)
INOCULADAS CON HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (*Glomeromycota*)**

**CHAPTER 24: DEVELOPMENT OF LETTUCE SEEDLINGS (*Lactuca sativa*)
INOCULATED WITH ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI (*Glomeromycota*)**

Karine dos Santos de Santana¹; Ana Karoline Barbosa Cosme²; Luan Vital Pires³; João Luiz Coimbra⁴; Heliab Bomfim Nunes⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.254-259>

INTRODUÇÃO

A ocorrência e a diversidade de microrganismos no solo são de grande importância para a manutenção das características físicas, químicas e biológicas desse ambiente. Dentre esses microrganismos estão os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), que podem se associar em maior ou menor grau ao sistema radicular de plantas presentes nos ecossistemas terrestres, sejam eles naturais ou agrários (HOFFMANN & LUCENA, 2006). Essa associação geralmente forma uma relação simbiótica entre esses fungos e raízes de certas plantas, com reflexos positivos sobre seu desenvolvimento e estado nutricional.

Segundo Silvana *et al.* (2018) as associações micorrízicas exercem influência sobre os processos agroecológicos, melhorando a produtividade da cultura através do uso eficiente dos nutrientes do solo, aumentando a capacidade de suportar o estresse hídrico e promovendo uma maior proteção contra patógenos. Os FMAs são tolerantes a diferentes condições ambientais, além de serem considerados agentes de biocontrole (BHALE, 2018).

Os diferentes tipos de vegetações encontradas na região Oeste da Bahia podem possuir quantidades distintas de microrganismos no solo. Poucas combinações fungo-planta foram estudadas, razão pela qual as micorrizas arbusculares são consideradas sem especificidade hospedeira (POUYÚ ROJAS *et al.*, 2006). Contudo, a mesma possui um papel significativo na sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

¹ Engenharia Agrônoma, UNEB, karine_santos4@hotmail.com

² Engenharia Agrônoma, UNEB, anakarolinebcosme.agro@gmail.com

³ Engenharia Agrônoma, UNEB, luanvital@live.com

⁴ Doutor em Agronomia, UNEB, jcoimbra@uneb.br

⁵ Doutor em Agronomia, UNEB, heliabnunes@hotmail.com

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os benefícios da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares, coletados em solo da Região Oeste da Bahia, sobre o desenvolvimento de mudas de alface.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A alface (*Lactuca sativa*) é uma hortaliça da família Asteraceae, de origem Asiática. A planta cresce em forma de roseta, em volta do caule, podendo ser lisa ou crespa e formando ou não uma “cabeça”, com coloração em vários tons de verde ou roxa (FILGUEIRA, 2007). Dentre as hortaliças folhosas, a alface é a mais consumida no país, incluindo todos os diversos tipos, como crespa, lisa, romana, entre outras (ECHER *et al.*, 2016).

Ademais, os fertilizantes minerais são oriundos de fontes limitadas, muitos são extraídos de minas, como o fósforo e o potássio, ou derivados do petróleo. O uso indiscriminado de fertilizantes minerais, além dos inúmeros prejuízos ambientais, podem levar a escassez precoce em muitas reservas naturais, sendo necessário o desenvolvimento de estudos com o intuito de encontrar maneiras alternativas, que sejam capazes de substituir em parte ou totalmente os fertilizantes minerais (COSTA *et al.*, 2006; OLIVEIRA FILHO, 2014).

Desse modo, os FMAs são os mais importantes a nível agrônomo, pois são encontrados na grande maioria das plantas cultivadas, além de serem importantes para sua nutrição, favorecendo o crescimento e produtividade de um modo sustentável. Também, estão indiretamente relacionadas com a nutrição humana o que evidencia a importância do seu estudo e aproveitamento da sua eficiência em sistemas de produção como a agricultura biológica (HE, 2007).

METODOLOGIA

O experimento foi realizado no *Campus IX* da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Barreiras-BA. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw. As amostras de solo foram coletadas no entorno da cachoeira do Acaba-Vida localizada na APA do Rio de Janeiro, distante 58 km da cidade de Barreiras-BA. O solo da APA é caracterizado como Latossolo Vermelho Amarelo de textura arenosa (EMBRAPA, 2018).

Foram coletados solo próximo do sistema radicular em três tipos de vegetação, sendo Arbórea, Arbustiva e Gramínea, ambas com quatro repetições compostas por quatro pontos

distintos, com aproximadamente 20 metros de distância entre eles, na profundidade de 0 a 20cm.

As amostras foram identificadas e levadas para o laboratório de Fitopatologia e Microbiologia da UNEB para realização das extrações dos esporos e montagem das culturas armadilha. Para montagem da cultura armadilha foi utilizado, juntamente com o solo colhido na APA, areia autoclavada a 105°C e como planta multiplicadora foi utilizada a gramínea (*Brachiaria decumbens*), sendo a mesma cultivada por um período de quatro meses. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizados contendo cinco tratamentos com quatro repetições, sendo estes, arbórea, gramínea, arbusto, testemunha inoculada e testemunha absoluta.

Após esse período, foi realizada a extração de esporos micorrízicos, sendo os mesmos quantificados para serem inoculados nas mudas de alface. Os esporos foram extraídos de acordo com a metodologia de Gerdemann e Nicolson (1963), aliado à centrifugação em solução de sacarose (JENKINS, 1964).

Feito isso, com auxílio de uma pipeta, foram inoculados dois mililitros (mL) da suspensão de esporos na proporção de 100 esporos por mL nas mudas de alface. Além disso, na testemunha inoculada, foram adicionados dois mL do filtrado da suspensão de esporos, passado em peneira de 400 mesh, para se retirar os esporos, com o intuito de que na suspensão contivessem somente os demais microrganismos que poderiam estar presentes. As mudas foram mantidas em casa de vegetação e irrigadas diariamente durante 3 semanas.

Para quantificação do percentual de colonização radicular, as raízes passaram por clarificação com KOH (10%) por 24 horas em temperatura ambiente. Em seguida, as raízes foram lavadas em água corrente, acidificadas com HCl (5%) por 1 minuto e fez-se a coloração com azul de Trypan (0,05%) por 24 horas à temperatura ambiente (KOSKE & GEMMA, 1989).

Foram preparadas lâminas, com as raízes, e visualizou-se em microscópio com aumento de 40 vezes, com objetivo de visualizar estruturas do fungo.

As variáveis analisadas foram colonização radicular (presença ou ausência) e massa seca e fresca da parte aérea.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o cultivo em cultura armadilha (*Brachiaria decumbens*), obteve-se um aumento quantitativo nos números de esporos, obtendo-se sucesso na multiplicação, sendo que a elevação mais significativa, foi observada no solo do sistema radicular vindo das plantas arbustivas apresentando cerca de 72,97% de acréscimo, quando comparado com o número de esporos encontrados no momento da coleta. A gramínea teve um crescimento de 60,92% e o arbóreo obteve um aumento de 7,39%.

Condução da cultura armadilha

Tabela 1: Relação de esporos antes e depois da inoculação na cultura armadilha.

Tratamento	Esporos coletados na APA (g/solo)	Esporos cultivados na cultura armadilha (g/solo)
Arbusto	2,78 ab	4,82 a
Arbóreo	3,78 a	4,06 a
Gramínea	1,89 b	3,04 a
CV%	18,16	29,5 a

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

Fonte: Própria (2020).

Presença de colonização no sistema radicular

Foi observado a presença de estruturas dos FMAs em todas as plantas inoculadas, confirmando a interação entre fungo e planta.

Matéria seca e fresca

Como pode ser observado na Tabela 2, não ocorreu diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro para nenhuma das variáveis utilizadas, no entanto observou-se que para variável massa fresca os fungos provenientes do sistema radicular das gramíneas promoveram pequeno aumento, sendo o mesmo não significativo ao nível de probabilidade estudado. Trentin *et al.* (2014) também observaram que a utilização de FMAs não beneficiou o crescimento das plantas de alface.

Tabela 2: Massa seca e fresca da parte aérea de mudas de alface inoculadas com FMAs.

Tratamentos	Massa fresca (PA) g	Massa seca (PA) g
-------------	---------------------	-------------------

Arbusto	0,92 a	0,09 a
Arbóreo	1.26 a	0,08 a
Gramínea	1.28 a	0,09 a
Testemunha Inoculada (TI)	0.87 a	0,09 a
Testemunha Absoluta (TA)	1.19 a	0,10 a
CV%	45.44	39,22

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

Fonte: Própria (2020).

Segundo Alves & Silva Filho (2009), esses microrganismos, em certas circunstâncias, podem produzir substâncias tóxicas em níveis críticos para as plantas, os mesmos podem competir por nutrientes devido ao seu aumento populacional, não promovendo benefício para as plantas. Assim, devido ao dreno de carbono pelas raízes colonizadas, os FMA podem não contribuir, ou mesmo impedir o crescimento da cultura (SILVEIRA,2003).

CONCLUSÕES

A cultura armadilha tendo como planta multiplicadora a gramínea *Brachiaria decumbens*, demonstrou sucesso na multiplicação dos esporos.

Não se obteve resultado significativo no desenvolvimento da alface. Desse modo, necessita-se de estudos com outras populações de FMAs, visando uma interação que promova benefícios à planta.

REFERÊNCIAS

ALVES, Luciano; SILVA FILHO, Germano Nunes. **Produção de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) em presença de diferentes fontes fosfatadas e microrganismos solubilizadores de fosfatos**. Semina: Ciências Agrárias, v. 30, n. 3, p. 557-562, 2009.

BHALE, U. N.; BANSODE, S. A.; SINGH, Simranjeet. Multifactorial Role of Arbuscular Mycorrhizae in Agroecosystem. In: **Fungi and their Role in Sustainable Development: Current Perspectives**. Springer, Singapore, p. 205-220, 2018.

COSTA, N. E.; RIBEIRO, M. C. C.; LIMA, J. S. S.; CARDOSO, A. A.; OLIVEIRA, G. L. Utilização de biofertilizante na alface para o sistema hidropônico floating. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 1, n. 2, p. 41-47, 2006.

ECHER, R.; LOVATTO, P. B.; TRECHA, C. O.; SCHIEDECK, G. Alface à mesa: implicações socioeconômicas e ambientais da semente ao prato. **Revista Thema**, v.3, n.3, 2016.

EMBRAPA - Solos, 2018. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 5a ed., Brasília: EMBRAPA Solos, 356p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed. Viçosa: UFV. 412p. 2007.

GERDEMANN, J.W. e NICOLSON, T.H. Spore of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 46, n. 2, p. 235-244, 1963.

HE, Xinhua; NARA, Kazuhide. Element biofortification: can mycorrhizas potentially offer a more effective and sustainable pathway to curb human malnutrition. **Trends in Plant Science**, v. 12, N. 8, p. 331-333, 2007.

HOFFMANN, L. V.; LUCENA, V. S. **Para entender micorrizas arbusculares**. Embrapa Algodão Documentos (INFOTECA-E), 2006.

JENKINS, W. R. A. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease report**. v. 48, p. 692, 1964.

KOSKE, R.E.; GEMMA, J.N. A Modified procedure for staining roots to detect mycorrhizas. **Mycological Research**. v. 48, p. 486-488, 1989.

OLIVEIRA FILHO, F. S. **Adubação orgânica e mineral na cultura da melancia no semiárido paraibano**, 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. 2014.

POUYÚ-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J.O. & SANTOS, J.G.D. **Compatibilidade simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares com espécies arbóreas tropicais**. Rev. Bras. Ci. Solo, 30:413-424, 2006.

SILVANA, V. M.; CARLOS, F. J.; LUCÍA, A. C.; NATALIA, A.; MARTA, C. **Colonization dynamics of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in Ilex paraguariensis crops: Seasonality and influence of management practices**. Journal of King Saud University-Science, p.01-06, 2018.

SILVEIRA, Adriana Parada Dias da et al. Desempenho de fungos micorrízicos arbuscular Na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo, em diferentes substratos. Bragantia, v, 62, 1,89-99,2003

TRENTIN, N. d.; GARCIA, N. B.; PEDERSEN, A. C.; Nardi, F. S.; COSTA, R. C.; CECATTO, A. P.; NETO, C.T.O.; MINOSSO, M. P.; CALVETE, E. O. **Desempenho de cultivares de alface em resposta a inoculação**. XXIV MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTIFICA. Universidade de Passo Fundo, 2014.

CAPÍTULO 25: DOSES DE FÓSFORO NO TEOR CRÍTICO DE P FOLIAR E NA PRODUÇÃO DO QUIABEIRO

CAPÍTULO 25: DOSIS DE FÓSFORO EN EL CONTENIDO CRÍTICO DE P FOLIAR Y EN LA PRODUCCIÓN DEL OKRA

CHAPTER 25: PHOSPHORUS DOSES UPON CRITICAL CONTENT FOLIAR P AND PRODUCTION OF OKRA

Julia Karoline Rodrigues das Mercês¹; Maria José Yáñez Medelo²; Breno de Jesus Pereira³; Arilson de Jesus França Souza⁴; Arthur Bernardes Cecílio Filho⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.260-266>

INTRODUÇÃO

No Brasil, o quiabeiro encontra condições climáticas excelentes para seu desenvolvimento, em especial nas regiões Nordeste e Sudeste, uma cultura bastante cultivada por pequenos agricultores. (MOTA *et al.*, 2008). O Estado do Maranhão apresenta condições agroclimáticas favoráveis ao cultivo do quiabeiro, que vem desempenhando papel estratégico socioeconômico para a agricultura familiar, além de sua importância alimentar e nutricional.

No entanto, apesar da expressiva importância socioeconômica do quiabeiro, a forma de cultivo que ainda predomina é a familiar com baixo nível tecnológico, com escassez de informações sobre a fertilização da cultura. Praticada de forma empírica, a aplicação de corretivos e fertilizantes, geralmente, leva a mais desordens nutricionais, baixa eficiência, baixa produtividade, além de possível impacto ambiental.

Dentre os nutrientes, o fósforo desempenha papel importante na planta, sendo requerido em muitos dos processos metabólicos (transferência de energia) e também como componente estrutural dos ácidos nucleicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolípidos (GRANT, 2011).

Nesse sentido, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho agrônomo do quiabeiro e obter o teor crítico de P foliar para esta cultura em função de doses de fósforo.

¹ Mestranda em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), juliakaroline.j@hotmail.com

² Mestranda em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP, mariajoseym2@gmail.com

³ Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP, brenojp93@gmail.com

⁴ Mestre em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP, arilsondejesus@gmail.com

⁵ Doutor, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), arthur.cecilio@unesp.br

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Dentre os nutrientes, o fósforo é o segundo que mais limita a produtividade de culturas em solos tropicais. (GATIBONI, 2003). Isto acontece devido à grande capacidade que o elemento possui em formar compostos estáveis com os colóides do solo, sob fortes ligações, ou ainda, pela capacidade de ser adsorvido por óxidos de ferro e alumínio, e filossilicatos de camada 1:1, materiais estes que são comuns em solos intemperizados. (TIECHER, 2011).

O fósforo ocorre nas formas aniônicas H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} , ou PO_4^{3-} , as formas absorvidas de fósforo pelas raízes são H_2PO_4^- ou HPO_4^{2-} , entretanto, a primeira predomina, porque em solos tropicais, predomina a reação ácida ($\sim\text{pH}=5,5$), e com isso a forma iônica predominante na solução do solo, seria H_2PO_4^- , (PRADO, 2014).

A baixa disponibilidade de fósforo nos solos tropicais tem provocado, ao longo dos anos, um aumento considerável na adição de fertilizantes fosfatados, não apenas, para suprir a exigência das culturas, mas também para compensar as quantidades que se tornam indisponíveis pelos sítios de adsorção. Como consequência, grandes doses de fósforo são utilizadas nas fertilizações e o acúmulo do nutriente é inevitável. (SILVA, 2013).

Para adubação fosfatada do quiabeiro no Estado de São Paulo, Trani et al. (1997) recomendam aplicar, no plantio, 360, 180 e 120 kg ha⁻¹ de P_2O_5 quando os teores de P(resina) no solo estão nas faixas de 0 a 25, 26 a 60, e maior que 60 mgdm⁻³, respectivamente. Como o Estado do Maranhão não dispõe de pesquisas para este fim, agricultores e técnicos se baseiam em recomendações de outros Estados, como a de São Paulo.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado em campo, no Instituto Federal do Maranhão – Campus São Luís/Maracanã, localizado em São Luís - Maranhão. O experimento foi instalado em solo classificado, segundo critérios da EMBRAPA (2006), como um Argissolo Vermelho Amarelo Distrocoeso.

A área experimental foi amostrada na camada de 0 a 20 cm, e realizadas análises química e granulométrica, cujos resultados foram: areia = 660 g kg⁻¹, silte = 110 g kg⁻¹ e argila = 230 g kg⁻¹, pH(CaCl_2) 3,5; matéria orgânica = 11 g kg⁻¹; P = 14 mgdm⁻³; K = 0,7 mmolc dm⁻³; Ca = 9 mmolc dm⁻³; Mg = 6 mmolc dm⁻³; H + Al = 46 mmolc dm⁻³; CTC = 61,7 mmolc dm⁻³ e V = 25%. O teor de P no solo, segundo Trani e Raij (1997) é baixo.

Os tratamentos corresponderam às doses de fósforo (0, 80, 160, 240 e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅), em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela teve área de 3 metros de largura por 5 metros de comprimento, contendo três linhas de plantas e cada linha com 10 plantas.

As mudas do quiabeiro ‘Speedy’ foram produzidas em ambiente protegido do IFMA – campus São Luís/Maracanã, com substrato formado por composto orgânico oriundo de esterco de curral e restos vegetais. O transplântio das mudas ocorreu em espaçamento de 1,0m entre linhas e 0,50m entre plantas.

Foi aplicado, no dia do transplântio, 20 kg ha⁻¹ de N e 90 kg ha⁻¹ de K₂O, conforme a recomendação de Trani et al. (1997), e doses de P conforme tratamentos. As fontes de N, P e K foram uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente.

Em cobertura, foram aplicados 106 e 90 kg ha⁻¹ de N e K₂O, respectivamente, divididos em quantidades iguais aos 10, 17, 30 e 60 dias após o transplântio (DAT) para N e aos 17, 30 e 60 DAT para K, aplicados a 15 cm da linha de plantio. Foi aberto sulco para aplicação dos nutrientes.

Foram realizadas as seguintes avaliações: Teores foliares de N, P e K, conforme Trani e Raij (1997); número de frutos; comprimento do fruto. Posteriormente, realizou-se a análise de variância dos dados pelo teste F e o estudo de regressão. Optou-se pela equação com F significativo ($P \leq 0,05$) e de maior coeficiente de determinação. Para análise estatística dos dados utilizou-se o programa AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o teor de N foliar (Tabela 1) foi obtido ajuste linear decrescente em função da dose de P aplicada ($Y = 33,12 - 0,0183x$, $R^2 = 0,68$ $F = 44,91^{**}$). Dessa forma, com o aumento da dose observou-se redução no teor de N foliar, o que não caracteriza redução na absorção de N, mas sim um efeito de diluição.

Tabela 1. Valores de F, significâncias, médias, regressão polinomial e coeficientes de variação dos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (F) e potássio (K), comprimento dos frutos (CF), número de frutos (NF) e produtividade (PROD) de plantas de quiabeiro ‘Speedy’ em função de doses de fósforo.

Fósforo (kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅)	N ----- g kg ⁻¹ -----	P ----- g kg ⁻¹ -----	K	CF Cm	NF frutos/planta
0	34,6	3,4	34,4	16,6	19
80	29,1	3,4	32,0	17,4	28
160	30,3	3,5	49,2	17,4	23
240	29,8	3,5	37,2	17,4	25
320	26,9	4,2	37,3	17,0	23
Teste F	16,40**	3,62*	3,02 ^{ns}	10,35**	8,76**
Regressão					
1º grau	44,91**	9,81**	0,84 ^{ns}	6,53*	9,41**
2º grau	1,32 ^{ns}	3,21 ^{ns}	2,87 ^{ns}	32,39**	14,13****
CV (%)	4,58	9,96	20,04	1,24	10,23

^{ns}, *, e ** não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente. **Fonte:** Própria (2020).

Para a maior dose (320 kg ha⁻¹ de P₂O₅) o teor foliar atingiu 27,3 g kg⁻¹, enquanto sem aplicação de P, o teor foliar foi de 33,1 g kg⁻¹, equivalente a decréscimo de 17,6%. Os teores de N foliar, independentemente do tratamento, mostraram-se inadequados para a cultura do quiabeiro, segundo Trani e Raji (1997), que propõem a faixa de 35 a 50 g kg⁻¹. Provavelmente, a alta precipitação pluvial ocorrida no período de condução do experimento pode ter lixiviado o nitrogênio e, conseqüentemente, diminuído a recuperação em função do nutriente aplicado, levando aos baixos teores de N foliar.

Para o teor de P foliar, houve ajuste linear em função da dose de P aplicada (Tabela 1). A maior dose, 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅, apresentou teor de P foliar de 3,9 g kg⁻¹ e sem aplicação de P, via fertilizante mineral, obteve-se 3,2 g kg⁻¹ de P foliar na massa seca das folhas (Figura 1).

Figura 1. Teor de P na folha do quiabeiro ‘Speedy’, no início da frutificação, em função das doses de fósforo.

Fonte: Própria (2020).

Os teores de P foliar, independente da dose de P aplicada, estiveram dentro dos teores adequados para a cultura do quiabeiro, segundo Trani e Raji (1997), entre 3 e 5 g kg⁻¹. O teor

de P foliar adequado mesmo na ausência de aplicação de P pode ser atribuído ao P proveniente do esterco aplicado por ocasião do transplântio.

O comprimento dos frutos ajustou-se à equação de segundo grau (Tabela 3). Máximo comprimento (17,5 cm) foi obtido com 181,2 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 5), doses maiores diminuíram o comprimento dos frutos. Com a maior dose aplicada, 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅, foi obtido um comprimento de 17,0 cm.

Figura 2. Comprimento dos frutos do quiabeiro ‘Speedy’ em função das doses de Fósforo no cultivo.

Fonte: Própria (2020).

O número de frutos ajustou-se à equação de regressão de segundo grau (Tabela 1). Máximo número de frutos por planta (30) foi obtido com 199 kg ha⁻¹ de P₂O₅, obtendo-se incremento de 36% em relação ao mínimo de frutos por planta (22), sem aplicação de P (Figura 3). Dose maior que a máxima estimada, diminuiu o número de frutos por planta, com 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foi obtido 28 frutos por planta.

Oliveira et al. (2013), em solo semelhante ao do presente estudo, obtiveram 9,7 frutos de quiabo por planta com a dose máxima estimada de 167 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Diferente do encontrado por Firoz (2009), que obteve número máximo de frutos de quiabeiro por planta (18,4) obtido com aplicação de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Oliveira et al. (2007) observaram aumento linear no número de frutos por planta à medida que maiores doses de P foram utilizadas, obtendo máximo de 43 por planta aplicando a dose máxima de P no quiabeiro ‘Santa Cruz 47’ (176 kg ha⁻¹ P₂O₅).

Figura 3. Número de frutos por planta e produtividade do quiabeiro ‘Speedy’ em função das doses de fósforo.

Fonte: Própria (2020).

CONCLUSÕES

O teor crítico de P foliar no quiabeiro para 90% da produção é de 3,4 g kg⁻¹ na massa seca da folha padrão de avaliação do estado nutricional.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat- sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**, versão 1.1.0.626. 2016.

FIROZ, Z.A. Impact of nitrogen and phosphorus on the growth and yield of okra [*Abelmoschus esculentus*(L.) moench] in hill slope condition. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v. 34, n. 4, p. 713-722, 2009.

GATIBONI, L. C. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas**. 2003. 247f. Tese (Doutorado em Agronomia – Biodinâmica dos Solos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2003.

GRANT, C. A., FLATEN, D. N., TOMASIEWICZ, D. J., SHEPPARD, S. C. A. Importância do fósforo no desenvolvimento da planta. **Informações agrônômicas** Nº 95. Setembro de 2011. p. 1.

MOTA, W. F.; FINGER, F. L.; SILVA, D. J. H.; CORRÊA, P. C.; FIRME, L. P.; RIBEIRO, R. A. Composição mineral de frutos de quatro cultivares de quiabeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.762-767, 2008.

OLIVEIRA, A. P.; DORNELES, C. S. M.; ALVES, A. U.; ALVES, A. U.; SILVA, J. A. OLIVEIRA, A. N. P. Resposta do quiabeiro às doses de fósforo em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.2. p.180-183, 2007

OLIVEIRA, E. C. A.; SILVA, G. P.; OLIVEIRA, R. I.; CUNHA FILHO, M.; LIRA JÚNIOR, M. A.; FREIRE, F. J. Crescimento, produtividade e nível crítico de fósforo para o quiabeiro em relação à adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.8, n.4, p.589-594, 2013. Recife, PE, UFRPE.

PRADO, R. M. **500 perguntas e respostas sobre nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2014. 52 p.

SILVA, A.S.N. **Doses de fósforo e de potássio na produção da alface**. 2013. 50f. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal). Universidade Estadual Paulista, SP. – “Júlio Mesquita Filho, Jaboticabal, 2013.

TIECHER, T. **Dinâmica do fósforo em solo muito argiloso sob diferentes preparos de solo e culturas de inverno**. 2011. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo – Processos Químicos e Ciclagem de Elementos). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; NAGAI, H. Quiabo. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. **Boletim Técnico do IAC**. Campinas: IAC, n. 100, 1997. p. 183.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. V. Hortaliças. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: **Boletim Técnico do IAC**. Campinas: IAC, n. 100, IAC, 1997. p. 163.

CAPÍTULO 26: PRODUTIVIDADE DA RÚCULA EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO

CAPÍTULO 26: PRODUCTIVIDAD DE LA RÚCULA EN FUNCIÓN DE DOSIS DE NITRÓGENO

CHAPTER 26: YIELD OF ARUGULA IN FUNCION OF NITROGEN DOSES

Julia Karoline Rodrigues das Mercês¹; Maria José Yáñez Medelo²; Li Yanmei³; Paulo Henrique Soares Silva ⁴; Isaías dos Santos Reis⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.267-273>

INTRODUÇÃO

A rúcula (*Eruca sativa* Miller) é uma das hortaliças folhosas que mais ganhou importância econômica e maior espaço no mercado a partir da década de 90 (PURQUERIO et al., 2007). O sucesso da produção de hortaliças depende de diversos fatores ligados ao manejo da cultura, dentre esses fatores, a fertilização torna-se importante, pois o solo não é capaz de suprir, de forma adequada, as plantas com todos os elementos essenciais para seu desenvolvimento (PRADO, 2008).

O fornecimento de N por meio de adubações se faz necessário porque apenas 5% do N no solo encontra-se na forma inorgânico, ou seja, na forma que as plantas conseguem absorver (NH_4^+ e NO_3^-) (BRADY; WEIL, 2013). Após ser absorvido pelas plantas o N participa no processo de produção de proteínas, ácidos nucleicos, enzimas e muitos outros elementos essenciais para o crescimento e desenvolvimento vegetal.

A alta demanda por N pela maioria das hortaliças é um dos motivos pelo uso de altas doses de fertilizantes nitrogenados. A adubação com N é essencial para o bom desenvolvimento da rúcula e produtividade, isso porque esta cultura apresenta ciclo curto, com isso demanda grande quantidade do nutriente em curto espaço de tempo (CAVARIANNI et al., 2004).

Dada a dinâmica do N e suas interações com o ambiente, o estudo sobre a adubação nitrogenada em plantas de ciclo curto como as hortaliças folhosas torna-se imprescindível para que não ocorra uma aplicação excessiva de N no solo, o que pode levar à contaminação

¹ Mestranda em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), juliakaroline.j@hotmail.com

² Mestranda em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP, mariajoseym2@gmail.com

³ Graduação em Agronomia, UNESP, liyamei@gmail.com

⁴ Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP, phsoares18@yahoo.com.br

⁵ Mestre em Agronomia, UNESP, isaias.agro@hotmail.com

do lençol freático por causa da lixiviação de nitrato, além de perdas de volatilização. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade da rúcula submetida a doses de nitrogênio.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O N é um dos nutrientes que mais contribuem no metabolismo fisiológico das plantas e está ligado diretamente na formação de aminoácidos, enzimas, ácidos nucleicos, clorofila, além de participar da síntese hormonal (ZAGO et al., 2008).

Dentre todos os nutrientes, o N é o segundo mais acumulado pela rúcula (GRANGEIRO et al., 2011). Nas hortaliças folhosas, o efeito se reflete diretamente na produtividade, pois com o fornecimento de doses adequadas favorece o desenvolvimento vegetativo, expande a área fotossinteticamente ativa, além de proporcionar folhas com coloração mais atrativas e suculentas, elevando o potencial produtivo na cultura (NASCIMENTO et al., 2017).

A deficiência de N na rúcula resulta na redução de crescimento, além de apresentar pecíolos e nervuras com coloração arroxeada, ou um leve tom de rosa, e ainda um amarelecimento intenso em toda folha (SOUZA et al., 2011). Já o suprimento excessivo de N ocasiona crescimento demasiado da parte aérea em relação ao sistema radicular, deixando a planta mais suscetível à deficiência hídrica e nutricional.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista, UNESP, *campus* de Jaboticabal-SP. O clima da região é classificado como tropical chuvoso com inverno seco e mês mais frio com temperatura média superior a 18 °C, do tipo Aw segundo a classificação de Köppen-Geiger (ANDRÉ; GARCIA, 2015). O solo é caracterizado como solo Latossolo Vermelho-eutrófico de textura muito argilosa (SANTOS et al., 2013).

Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo na camada de 0-0,20 m e os resultados das análises foram: pH (CaCl₂) = 5,6; M.O.= 17 mg dm⁻³; P (Resina) = 31 mg dm⁻³; S = 9 mg dm⁻³; Ca = 22 mmolc dm⁻³; Mg = 10 mmolc dm⁻³; K = 3,3 mmolc dm⁻³; H+Al = 15 mmolc dm⁻³; V = 71%. O preparo de solo consistiu-se de gradagem e levantamento dos canteiros com o uso do roto-encanteirador. Foi realizada a calagem 45 dias antes da instalação do experimento, para elevar a saturação por bases a 80%, de acordo com

as recomendações de Trani et al. (2018), para a cultura da rúcula. A semeadura da cultivar de rúcula ‘Folha Larga’ foi realizada em sulcos espaçados de 0,25 m. Após a emergência realizou-se os desbastes para adequar o espaçamento entre plantas em 0,05 m.

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos (0, 50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹ de N) e quatro repetições, parcelados em duas coberturas aos 10 e 17 dias após a emergência das plântulas. As parcelas foram constituídas de 4,00 m de comprimento e 1,20 m de largura.

Foram avaliados os seguintes parâmetros produtivos: número de folhas por planta; área foliar (cm² planta⁻¹); massa seca da parte aérea (g planta⁻¹) e produtividade (kg ha⁻¹). Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial para determinar a resposta das plantas às doses de N com o auxílio do software AgroEstat versão 1.0 (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito significativo nas variáveis avaliadas em função das doses de N aplicada (Figura 1). Nota-se que o número de folhas por planta apresentou ajuste quadrático com máximo de 9,7 folhas por planta na dose de 156 kg ha⁻¹. A partir desta dose houve uma redução no número de folhas por planta. No tratamento que não recebeu adubação, foram verificadas 7,9 folhas. Comparando os dois, ocorreu um aumento de aproximadamente 23%.

Nesta variável a aplicação nitrogenada influenciou diretamente no crescimento das plantas, sendo este resultado esperado pela ação que o nutriente exerce na planta. Refletindo no bom desenvolvimento vegetativo da rúcula, e está associada no aumento da divisão e expansão celular, da área foliar e na fotossíntese (NASCIMENTO et al., 2017).

Figura 1. Folhas por planta de rúcula ‘Folha Larga’ em função de doses de nitrogênio.

Fonte: Própria (2020).

As doses de N influenciaram significativamente na área foliar (Figura 2). Nas doses de 0 e 250 kg ha⁻¹ N foram verificadas a menor e a maior área foliar, sendo de 211,6 cm² planta⁻¹ e 342,7 cm² planta⁻¹, respectivamente. A máxima área foliar foi verificada na dose de 170 kg ha⁻¹ N, com 381,6 cm² por planta.

Os resultados foram semelhantes aos encontrados por Aguiar et al. (2010), que observaram aumento da área foliar até a dose estimada de 180 kg ha⁻¹ N, em que acima dessa dose a área foliar reduziu, caracterizada como super dose de N. De acordo com Carlos Neto et al. (2002), pode ter acontecido diminuição do pH ocasionando possível liberação de H⁺ produzido durante o processo de nitrificação da uréia aplicada ou ter motivado um desequilíbrio nutricional pelo excesso de N nas plantas.

Figura 2. Área foliar da rúcula 'Folha Larga' em função de doses de nitrogênio.

Fonte: Própria (2020).

É possível verificar que houve aumento da área foliar devido a maior disponibilidade de N que coincide com o período de maior demanda nutricional. A rúcula apresenta

crescimento inicial lento e tem maior exigência nutricional no final do ciclo, coincidindo com o máximo de área foliar. Além disso, de acordo com a finalidade do uso da rúcula, é interessante que as folhas sejam maiores (tamanho da área foliar) para serem mais atraentes aos olhos dos consumidores (GRANGEIRO et al., 2011).

Houve aumento na produção de massa seca até a dose estimada de 167 kg ha⁻¹ (2,6 g planta⁻¹), e a partir dessa observou-se redução na produção de massa seca por planta (Figura 3). Uma vez que ocorre o excesso de N na planta o efeito do autossombreamento torna-se expressivo e a eficiência fotossintética das folhas inferiores torna-se baixa afetando a produção de matéria seca das plantas (LARCHER, 2004).

Figura 3. Massa seca da parte aérea da rúcula 'Folha Larga' em função de doses de nitrogênio.

Fonte: Própria (2020).

Na colheita, aos 35 dias após emergência, Silva (2017) verificou que houve aumento da massa seca até 250 kg ha⁻¹ de N; enquanto Aguiar et al. (2010) verificaram maior resposta com a dose de 190 kg ha⁻¹ de N. O incremento no fornecimento de N proporcionou maior disponibilidade do nutriente às plantas, o que estimulou maior produção de aminoácidos e assimilados de carbono pela fotossíntese e consequentemente ocorreu um aumento da massa seca na rúcula (PORTO et al., 2014).

Em relação a produtividade da rúcula, observa-se que a máxima estimada (16,461 t ha⁻¹) foi obtida com 213 kg ha⁻¹ de N (Figura 4). Produtividade maior que a média do Estado de São Paulo, que atingiu 8,27 t ha⁻¹ (CAMARGO FILHO e CAMARGO, 2019). No trabalho de Silva (2017) obteve 28,312 t ha⁻¹ com 223 kg ha⁻¹ de N.

De acordo com Aquino et al. (2006), o N contribui para o aumento da produtividade das culturas por promover a expansão foliar e o acúmulo de massa, o que foi observado para a rúcula, com o fornecimento de N. Essas respostas são devido a alta atividade metabólica,

influenciado pela presença de N, a qual influencia a maioria dos processos fisiológicos que ocorrem nas plantas, como fotossíntese e síntese proteica. Portanto, é definido como o nutriente que mais limita a produção de biomassa vegetal (YONG et al., 2010).

Figura 4. Produtividade da rúcula 'Folha Larga' em função de doses de nitrogênio.

Fonte: Própria (2020).

CONCLUSÕES

A planta de rúcula não responde de forma proporcional à aplicação de N aplicado em cobertura para as variáveis analisadas até a dose de 250 kg ha⁻¹ N. Doses de N de 156 a 213 kg ha⁻¹ promovem maior incremento em número de folhas por planta, área foliar, massa seca e produtividade na cultura da rúcula.

REFERÊNCIAS

AGUIAR JUNIOR, R. A.; GUISCEN, J. M.; SILVA, A. G. P.; FIGUEIREDO, R. T.; CHAVES, A. M.; PAIVA, J. B. P.; SANTOS, F. N. Interferência de doses de nitrogênio na produção de área foliar, biomassa fresca e seca de rúcula. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 2, p. S3970-S3974, 2010.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat**: sistema de análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2015.

CAMARGO FILHO, W. P.; CAMARGO, F. P.; IEA – Instituto de economia agrícola – PIB da produção de hortaliças no Estado de São Paulo, São Paulo, 14 de Fev. 2019. Disponível em: < <https://revistadeagronegocios.com.br/iea-instituto-de-economia-agricola-pib-da-producao-de-hortalicas-no-estado-de-sao-paulo-2017/>>. Acesso em: jun de 2019.

CARLOS NETO, A.; SIQUEIRA, D. L.; PERREIRA, P. R. G.; ALVAREZ, V. H. Crescimento de porta-enxertos de citros em tubetes influenciados por doses de N. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, p. 199-203, 2002.

CAVARIANNI, R. L.; CONRADI, M. M.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MAY, A.; CAZETTA, J. O. Acúmulo de nitrato em cultivares de rúcula em função da concentração de nitrogênio na solução nutritiva 2004. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE HORTICULTURA, 44., 2004, [S.l.]. **Anais [...]**. Campo Grande: SOB, 2004. 1 CD-ROM.

GRANGEIRO, L. C.; OLIVEIRA, F.; NEGREIROS, M.; MARROCOS, S.; LUCENA, R.; OLIVEIRA, R. Crescimento e acúmulo de nutrientes em coentro e rúcula. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 1, p. 11–16, 2011.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531 p.

NASCIMENTO, M. V.; SILVA JUNIOR, R. L.; FERNANDES, L. R.; XAVIER, R. C.; BENETT, K. S. S.; SELEGUINI, A.; BENETT, C. G. S. Manejo da adubação nitrogenada nas culturas de alface, repolho e salsa. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 1, p. 65–71, 2017.

PORTO, J. S.; AMORIM, Y. F.; REBOUÇAS, T. N. H.; LEMOS, O. L.; LUZ, J. M. Q.; COSTA, R. Q. Índice SPAD e crescimento do tomateiro em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Scientia Plena**, Itabaiana, v. 10, n. 11, p. 1–8, 2014.

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

PURQUERIO, L. F. V.; DEMANT, L. A. R.; GOTO R.; VILLAS BOAS, R. L. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, p. 464–470. 2007

SILVA, P. H. S. **Adubação nitrogenada em rúcula: efeitos no crescimento, produtividade e nutrição**. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2017.

SOUZA, L. F. G.; RODRIGUES, M. A.; PACHECO SILVA, M. L.; SILVA, G. S.; CECILIO FILHO, A. B. Caracterização de sintomas de excesso de micronutrientes e deficiência de macronutrientes em rúcula. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, p. 3932–3939, 2011.

YONG, J. W. H.; NG, Y. F.; TAN, S. N.; CHEW, A. Y. L. Effect of fertilizer application on photosynthesis and oil yield of *Jatropha curcas* L. **Photosynthetica**, Praga, v. 48, n. 2, p. 208–218, 2010.

**CAPÍTULO 27: PARÂMETROS PRODUTIVOS DE MILHO (*Zea mays* L.)
SUBMETIDOS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE *Azospirillum brasilense***

**CAPÍTULO 27: PRODUCTIVE PARAMETERS OF CORN (*Zea mays* L.)
SUBMITTED TO DIFFERENT CONCENTRATIONS OF *Azospirillum brasilense***

**CHAPTER 27: PARÂMETROS PRODUCTIVOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.)
SOMETIDOS A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE *Azospirillum brasilense***

Emanuel D' Araújo Ribeiro de Ceita¹; Julia Karoline Rodrigues das Mercês ²; Iuri Elivaldo Barbosa Coutinho³;
Joze Melisa Nunes de Freitas⁴; Cândido Ferreira de Oliveira Neto⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.274-281>

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) possui elevada importância econômica no cenário de produção agrícola mundial. Atualmente o Brasil é considerado o terceiro maior produtor precedido apenas pelo Estados Unidos e China, e também o segundo maior exportador desse grão (USDA, 2017). O milho é utilizado de diversas maneiras que vai desde a alimentação animal, na alimentação humana, à indústria de alta tecnologia, como na produção de biocombustível (SANTOS; AMARAL; NUNES, 2018).

A utilização de variedades melhoradas de milho, controle rígido de pragas e doenças, adubação equilibrada estão entre os principais fatores para o aumento do rendimento da cultura (KOTOWSKI, 2015). No quesito adubação, o milho é considerado uma das culturas mais exigentes em fertilizantes, principalmente os nitrogenados sendo que a utilização é essencial para o rendimento da cultura e possui efeitos expressivos no aumento da produção de grãos (COSTA, 2017).

Um método de fornecimento de N para as plantas de milho que vem sendo estudado recentemente é a utilização de bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum* em culturas de grande interesse econômico visto que são capazes de promover o crescimento vegetal e gerar incrementos no desenvolvimento e na produtividade das culturas (BALDANI et al. 1997).

¹ Mestrando em Agronomia (Ciência do Solo), UNESP/FCAV, emanuelceita@hotmail.com

² Mestranda em Agronomia (Produção Vegetal), UNESP/FCAV, juliakaroline.j@hotmail.com

³ Graduação em Agronomia, UFRA, iuricoutinho33@gmail.com

⁴ Profª. Dra., UFRA, jozemelisa@yahoo.com.br

⁵ Prof. Dr., UFRA, candidooliveiraneto@gmail.com

Dessa maneira, o objetivo do presente trabalho foi avaliar parâmetros produtivos em plantas de milho (*Zea mays* L.) submetidas a diferentes concentrações de *Azospirillum* brasiliense.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O nitrogênio tem papel fundamental na produtividade das culturas, principalmente das gramíneas onde a exigência por esse nutriente é maior. Sua importância no metabolismo das plantas em geral é enorme, pois atua de forma essencial nos processos bioquímicos da planta, constituindo as enzimas, proteínas, clorofila, coenzimas e ácidos nucleicos (LOURENTE et al. 2011).

Na natureza existe um grupo de bactérias que são capazes de transformar o N_2 atmosférico em uma forma assimilável pela planta, essa transformação chama-se fixação biológica de nitrogênio (FBN). Essas bactérias que formam apenas associações com as raízes das plantas são chamadas de BPCV – bactérias promotoras do crescimento vegetal. Elas fornecem nitrogênio assimilável em troca de outros nutrientes e carboidratos (TAIZ et al. 2017).

Vários benefícios para as plantas podem ser retirados dessa associação. O primeiro benefício destacado pelas BPCV é capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico e converter em amônio (NH_4^+), porém, diferentemente dos rizóbios que são simbioses fixadores de N e induzem a formação de estruturas especializadas (nódulos) nas raízes das plantas, estas bactérias são de vida livre, podendo ou não desenvolver relações simbióticas com as plantas (TAIZ et al. 2017), mas nessas associações não são produzidos os nódulos. As BPCV podem atuar ainda direta ou indiretamente no desenvolvimento das plantas, alterando características morfológicas, fisiológicas e bioquímicas (BRITO, 2019).

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no período de março a junho de 2019, por meio de um experimento conduzido na área experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) – *campus* Capitão Poço, localizada na Microrregião do Guamá, com coordenadas geográficas de 01°44'54" S e 47°03'42" W.

Foram realizadas coletas de solo de 0 a 20 cm de profundidade para análise química. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Amarelo distrófico (EMBRAPA,

2013) e apresenta as seguintes características químicas: N = 0,08%; P = 3 mg/dm³; K = 44 mg/dm³; Na = 11 mg/dm³; Al = 0,4 cmol_c/dm³; Ca = 0,7 cmol_c/dm³; Mg = 0,6 cmol_c/dm³; H+Al = 4,72 cmol_c/dm³; pH da água = 4,52; CTC total = 6,15 cmol_c/dm³; CTC efetiva = 1,81 cmol_c/dm³; V = 23,25%; m = 20,98%.

Para a correção do solo, foi realizada uma calagem dois meses antes do plantio com uso de calcário calcítico na quantidade de 2,45ton/ha, em seguida, deixado em um período de incubação de 45 dias. Adubação das plantas foi conforme análise de solo e conforme recomendação no Manual de Adubação do Estado do Pará (CRAVO; VIÉGAS; BRASIL, 2010). Foi aplicado 90kg/ha de P₂O₅ na forma de Super fosfato simples na semeadura, 60 kg/ha de K₂O na forma de cloreto de potássio e 100 kg/ha de N na forma de ureia em cobertura, parcelado em duas doses, uma aos 20 dias após a semeadura (DAS) e a segunda 45 DAS em todas as parcelas.

As sementes utilizadas no experimento pertencem à empresa KWS e a cultivar chama-se K9105 Vip3. As sementes de milho foram inoculadas dois dias antes do plantio com a bactéria *Azospirillum brasilense*, adquiridas da empresa Jardim de Minas, em diferentes concentrações. A bactéria foi pesada em balança analítica e misturada com as sementes de milho dentro de um saco plástico transparente. A proporção das doses das bactérias foi de 1g para mil sementes, considerando 1g como a dose 100% conforme recomendação do fabricante. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos (T0: 0% (0g), T1: 25% (0,187g), T2: 50% (0,375g), T3: 75% (0,562g) e T4: 100% (0,75g) de *Azospirillum brasilense*) e cinco repetições.

As coletas foram realizadas quando as plantas encontravam-se no estágio reprodutivo e foram feito dois pontos de coletas. A primeira análise foi realizada, à medida que os grãos atingiram o “ponto de milho verde”, ou seja, quando os grãos atingiram o estágio fenológico R3 e R4 (grão leitoso e pastoso respectivamente) e a segunda análise no estágio fenológico final, R6 (maturidade fisiológica).

Os parâmetros de produtivos avaliados foram: diâmetro da espiga, massa da espiga sem palha, comprimento da espiga sem palha, número de grãos, massa de 100 grãos e produtividade.

Os resultados foram testados quanto aos pressupostos de normalidade e submetidos à análise de variância (ANOVA), quando significativo $p < 0,05$, foi realizada análise de regressão com auxílio do software estatístico Agroestat (BARBOSA e MALDONARO, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis diâmetro da espiga (DE), massa da espiga sem palha (MES), comprimento da espiga sem palha (CES), número de grãos (NG), massa de 100 grãos (M100) e produtividade os tratamentos não diferiram entre si nos estádios fenológicos R4 e R6 (Tabela 1 e 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Marques (2018) que também não encontrou diferença para diâmetro da espiga, comprimento e número de grãos nos seus tratamentos com a bactéria associadas à adubação com nitrogênio assim como Cunha et al., (2014) nas variáveis comprimento, diâmetro, massa da espiga, massa de grãos e produtividade.

A produção e a produtividade da cultura do milho estão associadas ao número de grãos por fileira definidos por espiga, cujo comprimento máximo está interligado às boas disponibilidades hídricas e de nutrientes (principalmente nitrogênio) e à integridade das folhas (FANCELLI, DOURADO NETO, 2000). Com relação à massa das espigas e a massa dos grãos segundo Ohland et al., (2005) essas são características influenciada pelo genótipo, pela disponibilidade de nutrientes e pelas condições climáticas durante os estádios de enchimento dos grãos.

Tabela 1: Resumo da análise de variância conjunta e média do diâmetro da espiga (DE), massa da espiga sem palha (MES), comprimento da espiga sem palha (CES) e número de grãos (NG) de plantas de milho K9105 Vip3 submetidas a doses de *Azospirillum brasilense* no estágio fenológico R4 em Capitão Poço - PA.

Fontes de variação	Quadrado médio			
	DE (mm)	MES (g)	CES (cm)	NG grão/espiga
Tratamentos	7,19 ^{ns}	271,71 ^{ns}	6,95 ^{ns}	4864,21 ^{ns}
Blocos	94,40*	5675,02*	234,90*	27300,78*
Regressão Linear	5,10 ^{ns}	239,81 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,53 ^{ns}
Regressão Quadrática	17,49 ^{ns}	1,17 ^{ns}	5,26 ^{ns}	4015,46 ^{ns}
Desvios de Regressão	3,26 ^{ns}	799,15 ^{ns}	14,03 ^{ns}	475,54 ^{ns}
CV (%)	6,73	21,23	18,60	24,88
Média	51,99	158,59	17,38	321,90

CV: Coeficiente de variação, ^{ns} Não significativo a nível de 0,05 de probabilidade; *Significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F. **Fonte:** Própria (2020).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância conjunta e média do diâmetro da espiga (DE), massa da espiga sem palha (MES), comprimento da espiga sem palha (CES), número de grãos (NG), massa de 100 grãos (M100) e produtividade (PROD) de plantas de milho K9105 Vip3 submetidas a doses de *Azospirillum brasilense* no estágio fenológico R6 em Capitão Poço - PA.

Fontes de variação	Quadrado médio					
	DE (mm)	MES (g)	CES (cm)	NG grão/planta	M100 (g)	PROD (Mg/ha)
Tratamentos	0,72 ^{ns}	1065,40 ⁿ _s	2,30 ^{ns}	3654,37 ^{ns}	53,72 ^{ns}	2,42 ^{ns}
Blocos	70,48*	14878,4 ⁴ *	7,94*	39294,89*	149,71*	34,42*
Regressão Linear	0,58 ^{ns}	1431,37 ⁿ _s	0,29 ^{ns}	4691,56 ^{ns}	0,49 ^{ns}	3,26 ^{ns}
Regressão Quadrática	0,24 ^{ns}	2503,56 ⁿ _s	1,20 ^{ns}	8880,48 ^{ns}	7,71 ^{ns}	3,03 ^{ns}
Desvios de Regressão	0,02 ^{ns}	134,91 ^{ns}	6,54 ^{ns}	1006,25 ^{ns}	57,84 ^{ns}	0,01 ^{ns}
CV (%)	8,27	20,47	9,15	23,73	15,20	24,84
Média	50,21	168,64	14,54	349,06	43,14	7,46

CV: Coeficiente de variação, ^{ns} Não significativo a nível de 0,05 de probabilidade; *Significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F. **Fonte:** Própria (2020).

A forma de ação das bactérias do gênero *Azospirillum* ainda não foi totalmente compreendida. Apesar de se ter estudos comprovando a capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, como também da sua influência no crescimento das plantas, a associação com as plantas depende do genótipo do vegetal e de condições específicas do solo. Ferreira et al., (2013) relatam que a ausência de respostas significativas nos parâmetros produtivos pode estar mais relacionado ao fator genótipo das plantas do que práticas de manejo na cultura. Assim como fatores relacionados ao clima, solo, microbiota do solo também podem influenciar na resposta dos inoculantes (JAMES, 2000).

Dotto et al., (2010) testaram a bactéria associativa *Herbaspirillum seropedicae*, semelhante ao gênero *Azospirillum spp.* obtendo diferentes respostas da inoculação, que foram positivas ou nulas de acordo com o híbrido utilizado, atribuindo o resultado com a afinidade do material vegetal com a bactéria, ou seja, a capacidade dele em promover a simbiose.

A ausência de efeito entre os tratamentos sobre as variáveis de crescimento e produção não era esperada, uma vez que a fixação biológica do nitrogênio através das BPCV pode promover um aumento de hormônios de crescimento de plantas que são responsáveis pelo aumento celular, como por exemplo, as auxinas e giberelinas. Contudo, as condições experimentais como solo, condições climáticas influenciam diretamente na utilização de inoculantes e no crescimento das plantas.

Os sucessos encontrados na literatura com a utilização dessa bactéria estão relacionados, em sua maioria, a fatores da própria bactéria, como a escolha da estirpe, ou o número ideal de células para inoculação das sementes e sua viabilidade. Arsac et al., (1990) afirma que a correta escolha da estirpe e o número de células viáveis por semente podem resultar no sucesso ou insucesso da inoculação.

Além disso, as bactérias pertencentes a esse gênero fazem apenas associações com a rizosfera das plantas e por isso possuem uma taxa menor de fixação de nitrogênio quando comparadas com as leguminosas. As bactérias *Azospirillum* mesmo que consigam fixar o nitrogênio e disponibiliza-lo para as raízes, não conseguem suprir totalmente as necessidades das plantas desse nutriente (HUNGRIA, 2011) atuando como um complemento para a melhor absorção de N disponível no solo. A maioria dos estudos realizados com a *Azospirillum brasilense* sempre está associada a doses de nitrogênio, comprovando a importância da utilização simultânea desses microrganismos com esse nutriente essencial para o metabolismo e crescimento das plantas.

CONCLUSÕES

De acordo com as condições do experimento a inoculação com doses de *Azospirillum brasilense* não proporciona incrementos nos parâmetros produtivos avaliados da cultura. Portanto, para as condições experimentais descritas não se faz necessário à utilização da bactéria do gênero *Azospirillum* no cultivo do milho.

REFERÊNCIAS

- ARSAC, J.F. et al. Growth enhancement of maize (*Zea mays* L.) through *Azospirillum lipoferum* inoculation: effect of plant genotype and bacterial concentration. **Agronomie**, Paris, v. 10, p.640-654, 1990.
- BALDANI, J. I.; CARUSO, L.; BALDANI, V. L. D.; GOI, S. R.; DOBEREINER J. Recent advances in BNF with non-legume plants. **Soil Biology and Biochemistry**, v.29, p.911-922, 1997.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. 2015. AgroEstat - Sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. versão 1.1.0.712. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2010.
- BRITO, T. S. **Métodos de inoculação de *Azospirillum brasilense* e sua influência na promoção de crescimento do milho**. 2019. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós

Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, PR, 2019.

COSTA, M. N. F. et al. Desempenho e produtividade do milho em função do cultivar e da adubação de cobertura em regime de sequeiro no Cariri - Ce. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 26, n. 3, p.310-319, 2017.

CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. (Ed.). **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará**. Belém, Pa: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007. 262 p.

DOTTO, A. P.; et al. Produtividade do milho em resposta à inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* sob diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.3, p.376–382, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FERREIRA, V. E. N. et al. Inoculação de sementes com *Azospirillum brasiliense* e nitrogênio em cobertura no milho safrinha. In: **XII SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE MILHO SAFRINHA**. Dourados, MG. Anais. Embrapa, 2013.

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasiliense*: inovação em rendimento a baixo custo. Ed. Londrina: **Embrapa Soja**, 2011, 36 p.

JAMES, E. Nitrogen fixation in endophytic and associative symbiosis. **Field Crops Research**. v. 65, p. 197 209, 2000.

LOURENTE, E. R. P. et al. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 20-28, jan./mar. 2011.

MARQUES, J. B. **Inoculação via semente de *Azospirillum brasiliense* e aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no desempenho agrônômico do milho**. 2018. 25 p. Trabalho de conclusão de curso em Agronomia, Centro Universitário de Anápolis – Unievangélica, Anápolis, GO. 2018.

OHLAND, R. A. A. et al. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

SANTOS, L. R. P. M.; AMARAL, H. F.; NUNES, M. P. Desenvolvimento e assimilação de nutrientes de milho inoculado com *Azospirillum brasiliense* e diferentes doses de nitrogênio e fósforo. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, v. 34, n. especial, p. 140-159, 2018.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 856 p.

USDA. Commodity Forecasts | World Agricultural Supply and Demand Estimates. USDA, 2017. Disponível em: <<https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/>>. Acesso em: 02 de setembro 2019.

CAPÍTULO 28: PERFIL DE TUTORES E HÁBITOS COMPORTAMENTAIS DE CÃES NO ESTADO DE ALAGOAS

CAPÍTULO 27: PERFIL DE TUTORES Y HÁBITOS DE COMPORTAMIENTO DE PERROS EN EL ESTADO DE ALAGOAS

CHAPTER 28: PROFILE OF TUTORS AND BEHAVIORAL HABITS OF DOGS IN THE STATE OF ALAGOAS

Jordânia Kely Barbosa da Silva¹; Celso Felipe da Silva²; Yara de Almeida Araújo³; Cleyton de Almeida Araújo⁴

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.282-288>

INTRODUÇÃO

Os seres humanos são acompanhados pelos cães desde os primórdios e passaram a ser criados em todos os continentes. Foram os primeiros animais domesticados por volta de 5.400 a 16.300 anos atrás (PANG et al., 2009).

O relacionamento homem-animal de companhia promove benefícios à saúde humana, tanto em aspectos mentais, sociais e fisiológicos (BABÁ et al., 2015; FRIEDMANN e SON, 2009), fato que contribui para o aumento da adoção de cães que vivem em lares não somente no Brasil, mas no mundo todo. O vínculo humano-animal está sendo fortalecido e os cães estão deixando de ser apenas animais de companhia e passando a ser membros da família.

Entretanto, o aumento do abandono físico e emocional de cães também é uma realidade. Ao avaliar este contexto, pesquisadores identificaram como principal motivador o mau planejamento antes de se adotar um animal de estimação (divórcio, morte do tutor, problemas econômicos, falta de dedicação dos criadores), associado ao relacionamento ruim entre o cão e outros animais ou crianças da casa (WEISS et al., 2012).

Para ter a guarda de um animal de estimação o proprietário precisa estar consciente das suas responsabilidades para com o animal como vacinação, alimentação, castração, higiene, segurança e moradia (SANTANA e OLIVEIRA, 2006), ou seja, garantir que o animal tenha condições de sobrevivência e bem-estar.

No Estado de Alagoas-AL, pesquisas científicas que revelem o perfil e hábitos de

¹ Zootecnista, Mestre em Ciência Animal e Pastagens, Universidade Federal Rural de Pernambuco, jordania.kb@gmail.com

² Acadêmico em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Alagoas, celsomayan1999@gmail.com

³ Acadêmica em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Alagoas, alyaraaraujo@hotmail.com

⁴ Zootecnista, Doutorando em Ciência Animal, Universidade Federal do Vale do São Francisco, alcleytonaraujo@hotmail.com

cães e de seus tutores são escassas. Neste sentido, o objetivo com esse estudo é caracterizar o perfil de tutores de cães e os hábitos desses animais no estado de Alagoas, levando em consideração o comportamento quanto a posse responsável desses animais.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Pessoas adotam cães motivadas pelo impulso, pelo desejo e pelo fenótipo do animal (cor, tamanho, raça e pelagem) e os abandonam pelo mesmo motivo, pelo comportamento, que é resultado da genética animal, pelo ambiente no qual vivem entre outros fatores (ZANETTI, 2018). A falta de planejamento das famílias para receber um cão dentro do contexto familiar e a ausência de conhecimento sobre as necessidades biológicas da espécie, além da desatenção às demandas comportamentais dos cães resultam muitas vezes em indiferença ao contexto social em que o animal está inserido (D'AVILA e TORTELLY NETO, 2019).

Em diversas regiões é possível notar animais peridomiciliados, andando livremente pelas ruas, sem coleira e visivelmente maltratados. Os animais errantes são fruto da falta de cuidado de alguns proprietários que abandonam seus animais nas ruas, os quais passam a se reproduzir dando origem a proles, gerando um problema a sociedade (SILVA et al., 2009).

Muitos tutores, apesar de possuírem bom grau de escolaridade, não possuem informações suficientes ou não tem interesse sobre as formas corretas de cuidar de seus animais de estimação. Não sendo feitos os procedimentos básicos como: castração, utilização de antihelmíntico, controle de ectoparasitas e sendo observada uma grande quantidade de animais peridomiciliados, também não tendo o devido cuidado com os dejetos produzidos pelos animais (CORDOSO et al., 2016).

METODOLOGIA

O estudo foi realizado no estado de Alagoas que possui uma população de aproximadamente 3.120.494 habitantes, com uma área de 27.843,295 Km² (IBGE, 2017). A coleta de dados com o questionário eletrônico composto por perguntas com múltiplas respostas, foi realizada nos meses de setembro a outubro de 2020

O questionário continha dezessete perguntas, divididas em questões referentes à caracterização do perfil socioeconômico do criador, caracterização dos cães e aos seus hábitos comportamentais. Em relação ao perfil socioeconômico destacam-se as seguintes perguntas:

sexo, idade, escolaridade e renda familiar. O número de cães por residência, idade do animal, sexo do animal, qual a alimentação fornecida. Em seguida as questões seguiam em relação aos hábitos de comportamento como: se o cão tinha acesso à rua, em caso positivo com qual frequência. Os criadores foram questionados sobre a importância e forma adequada para o descarte das fezes dos cães, se os donos sabiam que as fezes poderiam transmitir doenças, em qual lugar os cães defecavam e se os tutores conheciam as leis que tratam dos dejetos produzidos pelos animais.

A amostra foi composta por 163 entrevistados. Foram elaborados gráficos para expressar os resultados com base no percentual de cada resposta diante do total de entrevistados. Para realização do presente estudo, foi utilizado o método de pesquisa do tipo Survey, descrita por Pinsonneault e Kraemer (1993), como “a obtenção de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de um determinado grupo de pessoas, indicado como representante de uma população-alvo, por meio de um instrumento de pesquisa, normalmente um questionário”. De acordo com Freitas et al. (2000), o presente estudo classifica-se como pesquisa tipo Survey de natureza descritiva, baseada em um corte transversal, com variáveis quantitativas e considerando o indivíduo respondente como a unidade de análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra final foi composta por 163 pessoas (Tabela 01), foi constituída por 49,7% de homens e 50,3% de mulheres. Sobre a faixa etária dos entrevistados, 41,7% apresentaram 18 a 20 anos de idade, 27% de 21 a 25 anos, 13,5% de 26 a 30 anos, 11,6% dos criadores apresentaram idade acima de 31 anos, uma explicação para mais jovens estarem adotando é a formação de novas famílias, e a sua saída da casa dos pais. Dos criadores 54% possuíam ensino médio, 20,2% com ensino superior. Sobre a renda familiar, 44,8% possuíam até um salário mínimo, 36,8% de dois a três salários mínimos e apenas 18,4% têm renda acima de três salários mínimos.

Tabela 01: Perfil socioeconômico dos tutores de cães do estado de Alagoas

Sexo do criador		Nível de escolaridade	
Masculino	49,70%	Sem escolaridade	0%

Feminino	50,30%	Fundamental completo	4,30%
Idade do criador		Fundamental incompleto	1,80%
18 a 20	41,70%	Médio completo	54%
21 a 25	27%	Médio incompleto	12,30%
26 a 30	13,50%	Superior completo	20,20%
31 a 35	4,90%	Pós graduação	7,40%
36 a 40	6,70%	Renda familiar	
Acima de 40	6,70%	Até um salário mínimo	44,80%
		2 a 3 salários mínimos	36,80%
		Acima de 3 salários mínimos	18,40%

Fonte: Própria (2020)

Quando questionados sobre o números de cães na residência, 59,5% dos entrevistados responderam ter apenas um e 36,8% tinham de dois a três animais. Sobre o sexo dos cães, 50,3% são machos e 49,7% fêmeas, desses cães 35,60% com idade de dois a três anos, sendo que 87,70% não eram castrados. A castração de cães como ferramenta no controle proliferativo de animais com acesso livre à rua ou sem tutores e mesmo os sob tutoria Responsável contribui muito ao processo prevenção/doença, reduz taxas reprodutivas destes animais que podem influenciar prevalência de zoonoses e situações agonísticas (SILVA et al., 2020).

Tabela 02: Perfil de cães do estado de Alagoas.

Número de cães por residência		Idade do animal	
1	59,50%	Até 1 ano	25,20%
2 a 3	36,80%	2 a 3 anos	35,60%
3 a 4	2,50%	4 a 5 anos	19,60%
Acima de 4	1,20%	6 a 7 anos	9,80%
Sexo do animal		Acima de 7 anos	9,80%
Masculino	50,30%	O animal é castrado?	
Feminino	49,70%	Sim	12,30%
		Não	87,70%

Fonte: Própria (2020)

Quanto aos hábitos comportamentais dos cães: 63,8% têm acesso restrito com guia à rua, 17,8% são criados em peridomicílio (acesso livre à rua) e 18,4% não saem à rua. A frequência com que os animais têm acesso à rua diariamente é de 30,7%, 44,7% têm acesso ao passeio de uma a três vezes por semana e 24,5% não passeiam com os cães. Um quarto dos tutores não passeiam com os cães, o que pode desencadear no aparecimento de enfermidades e transtornos psicossomáticos nesses animais (D'AVILA e TORTELLY NETO, 2019).

Dos criadores que passeiam com os cães 33,7% sempre recolhem as fezes dos animais e 35% nunca recolhem. Quando perguntados sobre a importância do descarte dos

dejetos 97,5% afirmam saber e 77,9% responderam afirmativamente que as fezes dos cães podem transmitir doenças. Cardoso et al. (2016) verificaram que apenas 11,11% dos entrevistados sempre recolhiam as fezes dos cães. Fato preocupante, uma vez que as fezes são fontes de infecção, podendo contaminar outros animais e o ser humano. A imensa maioria 66,3% dos criadores responderam que os cães defecam nos quintais das residências, 14,1% responderam vias públicas, praças e ruas.

Quando questionados sobre a alimentação dos cães: 33,7% se alimentam de ração industrial, 51,5% de ração industrial associada a comida caseira e 9,2% apenas de comida caseira. Halfen et al. (2017) verificaram em seu estudo que 78,1% dos cães que recebiam comida caseira apresentaram afecções como neoplasias, alterações no sistema tegumentar, complicações gastrintestinais, urinário, cardiovascular, locomotor, endocrinopatias e afecções multissistêmicas.

Tabela 03: Hábitos comportamentais de tutores e cães.

Animal com acesso à rua		Acesso do cão ao passeio	
Livre	17,80%	Diariamente	30,70%
Restrito com guia	63,80%	1x na semana	15,30%
Não sai	18,40%	2x na semana	15,30%
Porte do animal		3x na semana	14,10%
Pequeno	38,70%	Não passeia com o cão	24,50%
Médio	47,20%	Recolhimento dos dejetos dos animais durante o passeio	
grande	14,10%	Sempre	33,70%
Importância em saber como descarta as fezes do animal		Às vezes	31,30%
Sim	97,50%	Nunca	35%
Não	2,50%	As fezes dos cães podem transmitir doenças?	
Forma de descarte das fezes do cão		Sim	77,90%
Recolhimento e depositado em lixo doméstico	34,40%	Não	0%
Recolhimento e depositado em lixo urbano	17,80%	Não sei	22,10%
Descarte no vaso sanitário	9,80%	Alimentação do cão	
Não há coleta do dejetos	9,80%	Alimento completo industrial (ração)	33,70%
Lixo orgânico para compostagem	5,50%	Comida caseira	9,20%
Outros	22,70%	Alimento industrial mais comida caseira	51,50%
Local onde o cão faz suas necessidades		Ração denominada (natural)	4,90%
Vias públicas	3,10%	Outros	0,60%
Praças/ruas	11%		
Tapete higiênico	2,50%		
Quintal	66,30%		
Jornal	2,50%		
Outros	14,70%		

CONCLUSÕES

Existe necessidade de programas educativos para a população do estado de Alagoas sobre guarda responsável e cuidados básicos dos animais de companhia, disseminação de doenças e dos riscos de zoonoses. É possível concluir também que a maioria dos entrevistados apesar de possuírem um bom grau de escolaridade, não possuem informações suficientes sobre as formas corretas de cuidar de seus animais.

REFERÊNCIAS

- BABÁ, A. Y.; OBARA, A. T.; SILVA, E. S. Levantamento do conhecimento de proprietários de cães domésticos sobre zoonoses. UNOPAR - **Científica Ciências Humanas e Educação**, v. 14, n. 251-258, 2015.
- CARDOSO, D. P.; OLIVEIRA, R. P.; ESTRELA, D. S.; SARAIVA, L. A.; FARIAS, M. P. O.; SILVA, P. O. Perfil dos tutores de cão e gato no município de Bom Jesus-PI. **PUBVET**, v. 10, n. 8, p. 580-586, 2016.
- D'AVILA, A. J.; TORTELLY NETO, R. Relato de caso: cão com dermatite atópica

associado à síndrome de ansiedade de separação. **Arquivos Brasileiros de Medicina veterinária**, v. 2, n. 1, 2019.

FREITAS, H.; OLIVEIRA, M.; SACCOL, A. Z.; MOSCAROLA, J. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração** v.35, n. 3, p. 105-112, 2000.

FRIEDMANN, E.; SON, H. The human-companion animal bond: how humans benefit. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*; 2009.

HALFEN, D. P.; OBA, P. M.; DUARTE, C. N.; SANTOS, J. P. F.; VENDRAMINI, T. H. A.; SUCUPIRA, M. CLÁUDIA. A.; CARCIOFI, A. C.; BRUNETTO, MÁRCIO. Tutores de cães consideram a dieta caseira como adequada, mas alteram as fórmulas prescritas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 12, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama**, 2017. Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/panorama>> Acesso em 14 de outubro, 2020.

PANG, J. F.; KLUETSCH, C.; ZOU, X. J.; ZHANG, A. B.; LUO, L.Y.; ANGLEBY, H.; ARDALAN, A.; EKSTROM, C.; SKOLLERMO, A.; LUNDEBERG, J.; MATSUMURA, S.; LEITNER, T.; ZHANG, Y. P.; SYAOLAINEN, P. mtDNA Data Indicate a Single Origin for Dogs South of Yangtze River, Less Than Years Ago, from Numerous Wolves. **Molecular Biology and Evolution**; 2009.

PINSONNEAULT, A; KRAMER, K. L. **Survey research in mangament information system: an assensement. Jounal of Management information system**, 1993.

SANTANA, L. R.; OLIVEIRA, T. P. Guarda responsável e dignidade dos animais. **Revista Brasileira de Direito Animal**, v. 1, n. 207-230, 2006.

SILVA, F. A. N.; CARVALHO, R. L.; KLEIN, R. P.; QUESSADA, A. M. Posse responsável de cães no bairro Buenos Aires na cidade de Teresina (PI). **Ars Veterinaria**, v. 25, n. 14-17, 2009.

SILVA, G. M. FREITAS.; FURTADO, G. D.; TELES, J. A. A.; DUARTE, G. DINIZ.; SOBRAL, F. E. S. Importância da castração de cães nos programas de controle populacional de animais urbanos. **Environmental Smoke**, v. 3, n. 1, 2020.

WEISS, E.; MILLER, K.; MOHAN-GIBBONS, H.; VELA C. Why Did You Choose This Pet?: Adopters and Pet Selection Preferences in Five Animal Shelters in the United States. **Animals**, 2012.

**CAPÍTULO 29: INFLUÊNCIA DA NUTRIÇÃO MINERAL COM COBRE NA
PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE FEIJÃO-CAUPI, CULTIVAR CANAPU E BR3
TRACUATEUA**

**CAPÍTULO 29: INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION WITH COPPER ON THE
PRODUCTIVITY OF BEAN GRAINS, CULTIVAR CANAPU AND BR3
TRACUATEUA**

**CHAPTER 29: INFLUENCIA DE LA NUTRICIÓN MINERAL CON COBRE EN LA
PRODUCTIVIDAD DE GRANOS DE FRIJOL, CULTIVAR CANAPÚ Y BR3
TRACUATEUA**

Silvia Kalini dos Santos de Lima¹; Aline Oliveira da Silva²; Alasse Oliveira da Silva³; Diocléa Almeida Seabra Silva⁴; Ismael de Jesus Matos Viégas⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.289-293>

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é umas das cultivares de feijões que apresenta vasta variabilidade genética e potencial para produzir grãos, com quantidade superior a 6.000 kg ha⁻¹ (FREIRE FILHO; LIMA; RIBEIRO, 2005). Apesar de muito presente no Norte e Nordeste, a cultura vem sendo implantada à agricultura empresarial do Centro-Oeste respondendo com produtividade média de 960 kg ha⁻¹ (FREIRE FILHO *et al.*, 2011).

Visto tamanha importância, torna-se necessário compreender que para se ter um bom desempenho da cultura a campo, o fornecimento correto de todos os elementos nutricionais necessitados pela planta precisam estar disponibilizados de maneira equilibrada, mesmo aqueles exigidos em quantidades relativamente pequenas (SALIMPOUR *et al.*, 2010). Com isso, observa-se que os micronutrientes têm papel influente na produção das plantas, principalmente nos grãos, pois a partir da aplicação de elementos como o cobre, a produção de vagens de feijão pode ser aumentada de maneira satisfatória (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994). Dessa forma, o objetivo deste trabalho é avaliar a influência da nutrição mineral com cobre na produtividade de grãos de feijão-caupi, cultivar canapu e BR3 tracuateua.

¹ Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, kalinyl40@gmail.com

² Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, oliveiraaline141@gmail.com

³ Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, alasse.oliveira77@gmail.com

⁴ Professora Dra, Universidade Federal Rural da Amazônia, diocleaseabra85@gmail.com

⁵ Professor Dr, Universidade Federal Rural da Amazônia, matosviegas@hotmail.com

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os micronutrientes, mesmo requeridos em doses baixas, são de suma importância para as plantas, pois sua deficiência pode desencadear uma desordem nos processos metabólicos e influenciar a deficiência de um macronutriente (EMBRAPA, 1996). O cobre possui importância ímpar para plantas leguminosas, devido o mesmo auxiliar a fixação simbiótica de N_2 ; e participar da síntese de proteínas e metabolismo de carboidratos (MARSCHNER, 1995).

E por conta do rápido crescimento do feijoeiro devido a frequente adição de N e P, o teor Cu nesse curto período da planta, faz com que ele não esteja em concentrações suficientes para atender a demanda da mesma (FAGERIA *et al.*, 2011). Além do mais, informações sobre adubação de feijão-caupi com este nutriente ainda é muito limitada.

METODOLOGIA

A pesquisa teve desenvolvimento na casa de vegetação da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), na cidade de Capanema (latitude de 01°11'45" sul e longitude de 47°10'50" oeste), nordeste paraense. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado contendo arranjo fatorial 5x2, onde o primeiro fator é a utilização de cinco doses do micronutriente cobre e o segundo é a utilização de duas cultivares (Canapu e BR3 Tracuateua) com cinco repetições.

As doses tinham as seguintes quantidades de sulfato de cobre: 0 – 10 – 20 – 30 – 60 mg/kg. Os recipientes utilizados foram 50 vasos, divididos em partes iguais (25/25), cada vaso comportava 5 kg de Latossolo, seco ao ar e peneirado, os mesmos receberam 4 sementes que após a germinação receberam desbaste, restando duas plantas por vaso. As vagens foram coletadas, mensuradas e posteriormente separadas, casca dos grãos, os quais foram dessecados em estufa regulada para operar a 65 °C. Os dados foram submetidos à análise de variância contendo significância do teste F a 5%, bem como as equações de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as variáveis produtivas analisadas, o número de vagens demonstrou diferença significativa entre os tratamentos com cobre para Canapu, onde a dose ótima em 20,4 mg kg de cobre que propiciou 1,2 vagens. Sendo melhor explicada no gráfico por uma equação

quadrática (Figura 1). A cultivar BR3 Tracuateua não obteve diferença significativa entre as doses, no entanto observa-se um pico no gráfico na testemunha, demonstrando que a quantidade de Cu no solo é suficiente desta característica.

Fonte: Própria (2020)

A equação que demonstrou maior confiabilidade para explicar a relação entre as doses e a variável diâmetro da vagem foi a do segundo grau (Figura 2). A cultivar Canapu mostrou diferença entre os tratamentos com dose ótima estimada para esta característica em 17,4 mg kg que correspondeu ao valor estimado de 1,6 cm de diâmetro de vagem, enquanto para a BRS 3 Tracuateua a dose foi de 7,8 mg kg de cobre para 3,2 cm de diâmetro da vagem

Fonte: Própria (2020)

A avaliação do Peso do Grão seco, teve bons resultados com a quantidade de cobre existente no solo para ambas as cultivares (Figura 3). Assim como a tendência de decréscimo dessa produtividade conforme a adição de Cu ao solo. A Canapu apresentou alta sensibilidade ao cobre, a partir da diferença entre os tratamentos com acentuada queda no peso dos mesmos

em função do aumento das doses. Respostas altas foram obtidas na testemunha de BR3 com diferença significativa e forte diminuição de peso dos grãos com a elevação das doses.

Figura 3: Peso do grão seco de feijão-caupi, cultivar Canapu (●) e BR3 Tracueteua (■)

Fonte: Própria (2020)

CONCLUSÕES

Nessa conjuntura, é perceptível que a produtividade de grãos das duas cultivares de feijão-caupi é sensível à adição de cobre. A BR3 Tracueteua mostrou-se promissora em relação à quantidade de Cu presente no solo, enquanto a canapu pode ser uma opção para solos que concentrem o elemento até a quantidade de 20 mg kg⁻¹ de solo.

REFERÊNCIAS

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. Informações técnicas para o cultivo de feijão. Brasília: **EMBRAPA-SP**, 1996. 32p.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. Growth and mineral nutrition of field crops. 3rd edition. CRC Press: Boca Raton, 2011. 560p.
- FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi**: avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. p.29. cap 1=melhoramento genético-29-75.
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi no Brasil**: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. p. 18-27.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic press, 889 p. 1995.
- ROSOLEM, Ciro A.; MARUBAYASHI, Osvaldo M. Seja o doutor do seu feijoeiro. **Arquivo**

do Agrônomo, Brasil, v. 68, n. 1, p.1-18, dez. 1994. Mensal.

SALIMPOUR, S.; KHAVAZI, K.; NADIAN, H.; BESHARATI, H.; MIRANSARI, M. Enhancing phosphorous availability to canola (*Brassica napus* L.) using P solubilizing and sulfur oxidizing bacteria. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 4, n.5, p. 330-334, 2010.

CAPÍTULO 30: ANÁLISE DE CORRELAÇÃO E CAUSALIDADE À DADOS DE LEPTOSPIROSE NO RECIFE/PE, BRASIL

CAPÍTULO 30: ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y CAUSALIDAD DE DATOS DE LEPTOSPIROSIS EN RECIFE/PE, BRASIL

CHAPTER 30: CORRELATION AND CAUSALITY ANALYSIS OF LEPTOSPIROSIS DATA IN RECIFE/PE, BRAZIL

Jucarlos Rufino de Freitas¹; Leika Irabele Tenório de Santana²; Ruben Vivaldi Silva Pessoa³; Mickaelle Maria de Almeida Pereira⁴; Moacyr Cunha Filho⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.294-300>

INTRODUÇÃO

A leptospirose é uma doença bacteriana, infecciosa febril, aguda, potencialmente letal, causada pela *Leptospira interrogans*, que afetam os animais domésticos, silvestres e o ser humano (FAINE et al., 1999; CORRÊA et al., 2004). Trata-se de uma *zoonose* endêmica que ocorre no mundo inteiro, exceto nas regiões polares (SCHECHTER, MARANGONI, 1994), sendo transmitida através de ambientes aquáticos infectados pela urina de roedores e carnívoros (PIMENTEL et al., 2009).

A distribuição dos casos de leptospirose ocorre em indivíduos de todas as faixas etárias e ambos os gêneros (GONÇALVES et al., 2016). No entanto, apesar do aparente aspecto benigno (90% dos casos) (LEVETT, 2001), a doença está associada a quadro clínicos mais graves (COSTA et al., 2001; LARA et al., 2019). No Brasil, foram registrados casos nas cinco regiões do país, com uma média anual de 3.693 casos e incidência média de 1,95 casos por 100 mil habitantes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019). Tornando-se epidêmicas em períodos chuvosos, por ocorrências de enchentes e inundações (MATSUSHITA et al., 2018), associada ao intenso processo desordenado de urbanização gerando ambientes insalubres (BLASDELL et al., 2019).

Estudo extensivo realizado por VASCONCELOS et al. (2012), demonstram que os municípios com maior frequência de casos concentram-se na região litorânea do estado, principalmente, nos municípios de Recife e mesorregião metropolitana do Recife,

¹ Pós Graduação em Biometria e Estatística Aplicada, UFRPE, jucarlos123@hotmail.com

² Pós Graduação em Biometria e Estatística Aplicada, UFRPE, leikatenorio10@gmail.com

³ Pós Graduação em Biometria e Estatística Aplicada, UFRPE, rvspl@de.ufpe.br

⁴ Pós Graduação em Biometria e Estatística Aplicada, UFRPE, mickaellealmeida1@gmail.com

⁵ Doutor, UFRPE, moacyr.cunhafo@ufrpe.br

responsáveis por 73,1% do total dos casos no estado, devido ao aumento de chuvas ocorre um aumento na frequência de casos.

Uma vez que a disseminação dos casos de leptospirose está fortemente relacionada com variáveis ambientais, o estudo presente objetivou correlacionar e verificar a causalidade da doença no município Recife/PE com a variável precipitação, em busca de encontrar possíveis relações associativas e casuais através de técnicas estatísticas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico, descreve-se, sumariamente, as técnicas estatísticas utilizadas: o coeficiente de correlação de Pearson e o teste de causalidade de Granger. No teste, o nível de significância adotado foi de 5%.

Coefficiente de correlação de Pearson:

O coeficiente de correlação de Pearson (ρ) foi desenvolvido por Pearson (1896), em que quantifica a força de associação linear entre duas variáveis aleatórias X e Y, ou seja, descreve o quão bem uma linha reta se ajusta através de nuvem de pontos, variando entre 1 e -1. O coeficiente de correlação de Pearson é definido como:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \underline{x})(y_i - \underline{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \underline{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \underline{y})^2}} \quad (1)$$

em que x_i e y_i são as observações das variáveis X e Y e $\underline{y}$ e $\underline{x}$ representam as médias das variáveis.

Teste de Causalidade de Granger (TCG)

Uma série temporal é definida por um conjunto de observações ordenadas no tempo cuja notação é definida por $X_t = \{x_t \in R | t = 1, 2, \dots, N\}$ (ou $Y_t = \{y_t \in R | t = 1, 2, \dots, N\}$), não necessariamente igualmente espaçadas.

Supondo que uma variável é dita X causa-Granger uma variável Y, quando uma série temporal X fornece informações estatisticamente significativas sobre os valores futuros de Y, contribuindo em uma melhor previsão em Y (GRANGER, 1969). No mais, se duas séries são cointegradas de existe uma relação de casualidade em pelo menos uma direção GRANGER, 1988). Deste modo, representa-se a causalidade através das seguintes regressões:

$$X_t = a_0 + \sum_{i=1}^m a_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^m b_i X_{t-i} + u_{1t} \quad (2)$$

$$Y_t = c_0 + \sum_{i=1}^m c_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^m d_i X_{t-i} + u_{2t} \quad (3)$$

em que a_i , b_i , c_i , e d_i para $i = 0, 1, \dots, m$ representam os coeficientes do modelo autorregressivo que minimizam a norma quadrática dos erros; u_{1t} e u_{2t} são os erros aleatórios, assumindo serem não-correlacionados, com média zero e variância constante. Portanto, eq.1 postula que os valores presentes de X que estão relacionados aos valores passados de Y assim como os valores defasados de Y. De modo análogo, define-se a equação eq.2.

O TCG de X e Y pode ser facilmente testada através do teste de hipótese F, por intermédio das seguintes hipóteses: $H_0: a_1 = a_2 = \dots = a_m = 0$ versus $H_1: a_i \neq 0$, para algum $i = 1, \dots, m$. Segundo Carneiro (1997), demonstra após a estimação, pode-se distinguir quatro casos diferentes, a citar: (i) Causalidade unilateral de X para Y; (ii) Causalidade unilateral de Y para X; (iii) Bicausalidade; (iv) Independência.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa quantitativa, caracterizada como estudo epidemiológico observacional descritivo, no qual torna-se possível analisar os dados da leptospirose, sem intervenções na informação original. Sendo assim, visa determinar a distribuição da doença, examinando como o número de casos notificados está relacionada com a precipitação no município de Recife/PE, Brasil.

Os dados utilizados no presente estudo se referem a número de notificações mensais de leptospirose no Recife/PE, disponibilizadas através do Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN) e a confrontação com dados de precipitação da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2019.

Na base inicial de dados constavam 10 postos de precipitações, em que oito não puderam integrar a análise, pois para tais observações não foi possível ter acesso aos dados, inviabilizando a análise. Dos dois postos restantes (Posto 30 e 265), estávamos interessados em analisar e correlacionar o número de notificações mensais de leptospirose com a

precipitação no Recife/PE. Para a análise estatística dos dados, foram utilizados os softwares estatísticos *R Core Team* e *SPSS Statistics 20*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo revelou uma forte correlação entre a precipitação acumulada mensal dos postos 30 e 265 com o número de casos de leptospirose em Recife/PE, aproximadamente 0.747 e 0.679, isso é favorecido quando ocorre inundações e enchentes na região, tornando-se um ambiente propício à contaminação (DE ANDRADE MOREIRA et al., 2019). Contudo, é necessário relacionar a leptospirose em funções de outros fatores, a citar: saneamento básico e alta densidade demográfica.

Verifica-se que o número de casos mensais de leptospirose tem uma relação causal sobre as precipitações (Posto 30 e 265), captada tanto através da série original ($F = 55.73$ e 15.61 ; $p\text{-valor} < 0.05$). Por outro lado, a causalidade no sentido oposto não é captada ($p\text{-valor} > 0.42$), pois o número de casos não influencia na precipitação.

Figura 1. Correlação entre número de casos mensais e precipitação: posto 30 (a) e posto 265 (b), no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2019, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fonte: Própria (2020).

Ao analisar a distribuição do número de casos mensais de leptospirose no Recife/PE, conforme a Figura 2, nota-se que a distribuição da doença apresenta efeito sazonal, assim como para variável precipitação com maiores frequências entre os meses de maio e novembro. Observa-se que os meses que apresentaram maiores frequências de casos são os meses com maiores índices de chuva. Resultado similar ao estudo Duarte e Giatti (2019), demonstrando que o número de dias com precipitação no mês influenciou de forma significativa na ocorrência da doença, associado a um aumento de 4% na incidência mensal de leptospirose.

Figura 2. Distribuição do número de casos mensal de leptospirose e precipitação (posto 30 e 265), no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2019, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fonte: Própria (2020).

CONCLUSÕES

As técnicas aplicadas possibilitaram a integração de dados e podem produzir resultados satisfatórios, cabe na interpretação dos resultados ser considerado as limitações e restrições de cada procedimento. Ainda, esses resultados podem subsidiar o início de um processo de ações preventivas e norteadoras para agências reguladoras no município promovendo intervenções.

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); ao Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada (PPGBEA) e Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN).

REFERÊNCIAS

BLASDELL, K. R.; MORAND, S.; PERERA, D.; FIRTH, C. Association of rodent-borne *Leptospira* spp. With urban environments in Malaysian Borneo. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 13, n. 2, p. e0007141, 2019.

BOX, G.E.; JENKINS, G. M.; REINSEL, G. C.; LJUNG, G. M. *Time series analysis forecasting and control*. John Wiley & Sons, p. 790, 2015.

CORRÊA, S. H. R.; VASCONCELLOS, S. A.; MORAIS, Z.; TEXEIRA, A. D. A.; DIAS, R. A.; GUIMARÃES, M. A. D. B. V.; FERREIRA NETO, J. S.; NETO, J. F. S. Epidemiologia da leptospirose em animais silvestres na Fundação Parque Zoológico de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, n.3, p.189-193, 2004.

COSTA, E.; COSTA, Y. A.; LOPES, A. A.; Sacramento, E.; Bina, J. C. Formas graves de leptospirose: aspectos clínicos, demográficos e ambientais. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 34, n. 3, p. 261-267, 2001.

DE ANDRADE MOREIRA F. D. S.; FERREIRA, G. R. B.; DIAS, L. C.; VITORINO, M. I. Variabilidade espaço temporal da precipitação na Cidade de Belém-PA e sua relação com a incidência de Leptospirose (Variability temporal space of precipitation in the City of Belém-PA and its relation with the incidence of Leptospirosis). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 1, p. 071-080, 2019.

DUARTE, J. L.; GIATTI, L. L. Incidência da leptospirose em uma capital da Amazônia Ocidental brasileira e sua relação com a variabilidade climática e ambiental, entre os anos de 2008 e 2013. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 28, p. e2017224, 2019.

FAINE, S.; ADLER, B.; BOLIN, C.; PEROLAT, P. Leptospira and leptospirosis. Melbourne, **Australia: MediSci**, 2. 1999.

GONÇALVES, N. V.; ARAUJO, E. N. D.; SOUSA JÚNIOR, A. D. S.; PEREIRA, W. M. M.; MIRANDA, C. D. S. C.; CAMPOS, P. S. D. S.; MATOS, M. W. D.; PALÁCIOS, V. R. D. C. M. Distribuição espaço-temporal da leptospirose e fatores de risco em Belém, Pará, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, p. 3947-3955, 2016.

GRANGER, C. W. J. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. **Econometrica**, p. 424-438, 1969.

GRANGER, C. W. Some recent development in a concept of causality. **Journal of econometrics**, v. 39, n.1-2, p. 199-211, 1988.

LARA, J. M.; VON ZUBEN, A.; COSTA, J. V.; DONALISIO, M. R.; FRANCISCO, P. M. S. B. Leptospirose no município de Campinas, São Paulo, Brasil: 2007 a 2014. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, p. e190016, 2019.

LEVETT P. N. Leptospirosis. **Clinical Microbiology Reviews**, v.14, p. 296-326, 2001.

MATSUSHITA, N.; NG, C. F. S.; KIM, Y.; SUZUKI, M.; SAITO, N.; ARIYOSHI, K.; SALVA, E. P.; DIMAANO, E. M.; VILLARAMA, J. B.; GO, W. S.; HASHIZUME, M. The non-linear and lagged short-term relationship between rainfall and leptospirosis and the intermediate role of floods in the Philippines. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 12, n. 4, p. e0006331, 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância em saúde no Brasil 2003|2019: da criação da Secretaria de Vigilância em Saúde aos dias atuais. Bol Epidemiol [Internet]. 2019 set [2020]; 50(n.esp.):1-156. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/setembro/25/boletim-especial-21ago19-web.pdf>.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. *Análise de Series Temporais*. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, p. 535, 2004.

PEARSON, K. VII. Mathematical contributions to the theory of evolution. III. Regression, heredity, and panmixia. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, containing papers of a mathematical or physical character**, n. 187, p. 253-318, 1896.

PIMENTEL, J. S.; GENNARI, S. M.; DUBEY, J. P.; MARVULO, M. F.; VASCONCELLOS, S. A.; MORAIS, Z. M.; SILVA, J. C. R.; Evêncio Neto, J. Inquérito sorológico para toxoplasmose e leptospirose em mamíferos selvagens neotrópicos do Zoológico de Aracaju, Sergipe. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 29, n. 12, p. 1009-1014, 2009.

SCHECHTER, M.; MARANGONI, D. V. *Doenças infecciosas: conduta diagnóstica e terapêutica*. 2a ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan: Leptospirose. p. 145-152, 1994.

VASCONCELOS, C. H.; FONSECA, F. R.; LISE, M. L. Z.; ARSKY, M. L. N. S. Fatores ambientais e socioeconômicos relacionados à distribuição de casos de leptospirose no Estado de Pernambuco, Brasil, 2001-2009. **Cad Saude Colet**, v. 20, n. 1, p. 49-56, 2012.

CAPÍTULO 31: PRODUÇÃO DE MUDAS DE PIMENTÃO COM DIFERENTES SUBSTRATOS

CAPÍTULO 31: PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE PIMIENTO CON DIFERENTES SUBSTRATOS

CHAPTER 31: PRODUCTION OF PEPPER SEEDLINGS WITH DIFFERENT SUBSTRATES

Rivã Ribeiro do Nascimento França¹; Michel Lago Maia Duarte²; Franceli da Silva³; Cintia Armond⁴

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.301-307>

INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma hortaliça de grande importância socioeconômica no Brasil, seus frutos podem ser colhidos e comercializados no estágio verde ou maduro, com coloração variando de vermelho, amarelo, laranja creme ou roxa. É mais consumido na forma *in natura*, o pimentão é bastante utilizado em saladas e no processamento de condimentos, temperos, conservas, molhos, corantes, pastas, sopas de preparo instantâneo e embutidos. O valor nutricional é bem expressivo, pois possui alto teor de vitamina C e outras vitaminas (A, B1 e B2) e minerais como cálcio, ferro e fósforo (FILGUEIRA, 2008). A cultura do pimentão é bastante exigente nas características químicas, físicas e biológicas do solo, com boa resposta à adubação orgânica (ARAÚJO et al., 2013). A escolha do substrato adequado proporcionará a formação do sistema radicular, com melhor capacidade de adaptação ao novo local após o transplante. Além de apresentar boas condições de umidade, macroporos e microporosidade, disponibilidade de nutrientes e de água e ainda boa capacidade de troca de cátions e associação às raízes, isenção de patógenos e ter baixo teor de sais. (NADAI et al., 2015; COSTA et al., 2015). Contudo, visando à formação de mudas de melhor qualidade, o objetivo neste trabalho foi avaliar diferentes combinações de substratos na produção de mudas de pimentão.

¹ Agronomia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, rivfrana@yahoo.com.br

² Tecnologia em Agroecologia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, micheliagomaiaduarte@gmail.com

³ Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas, Franceli.silva@ufrb.edu.br

⁴ Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFC), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, cintiaarmond@ufrb.edu.br

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) destaca-se entre as principais hortaliças de importância econômica e é plantado e consumido em todo o Brasil. Estima-se que a área plantada é 19 mil hectares, com produção acima de 420 mil toneladas (FAO, 2017). É uma hortaliça de fácil adaptação sendo a maior concentração da produção está localizada nos estados da região Sudeste e Nordeste (NASCIMENTO, 2014). O sucesso na produção comercial de hortaliças está na formação de mudas de alta qualidade, portanto considerada etapa mais importante do sistema produtivo hortícola, pois dela depende o desempenho final das plantas nos canteiros de produção, quanto do ponto de vista nutricional e o ciclo da planta (PERREIRA et al., 2015). O sistema de produção de mudas de hortaliças tem se tornado atividade relevante no processo de produção devido aos cuidados com a germinação, à redução do choque no transplante com torrão das mudas e ao sistema de condução visando o melhor aproveitamento do potencial produtivo das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em casa de vegetação localizada na Fazenda de Produção Vegetal, nas dependências do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, no campus Cruz das Almas-BA. A semeadura do Pimentão cultivar Yolo Wonder foi realizada em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, onde foram semeadas 2 sementes por célula, preenchidas com substratos confeccionados com solo do tipo argissolo amarelo distrocoeso, retirado no Campus UFRB, constituído pelos seguintes tratamentos: T1 - substrato comercial Multiplant[®] (60% casca de *pinus*, 15% vermiculita e 25% húmus e terra vegetal); T2 - solo + composto orgânico (restos vegetais; esterco de bovinos; fosfato de rocha natural; cinza de madeira) (2:1 v/v); T3 - solo + húmus de minhoca (2:1 v/v); T4 - solo + esterco de caprino (2:1 v/v). Os substratos foram adquiridos; Multiplant[®] no comércio local; o esterco de caprino e o composto orgânico foram adquiridos na Fazenda de Produção Animal da UFRB, e o húmus de minhoca foi adquirido por produtor idôneo da região. Foram avaliadas as seguintes variáveis: índice de velocidade de emergência (IVE), baseada em contagens diárias, do número de plântulas emergidas, a partir da emergência da primeira plântula que ocorreu ao oitavo dias após a semeadura e o cálculo do IVE foi feito segundo a metodologia proposta por MAGUIRE

(1962); percentagem de emergência (%E) com avaliações diárias até a completa emergência das plântulas, adotando como critério de emergência o surgimento do hipocótilo. No cálculo da percentagem de emergência utilizou-se a fórmula $\%E = (N_i \times 100) / N_s$. Após 46 dias, após a semeadura foram avaliados o número de folhas definitivas (NFD), onde foram determinadas o número de folhas definitivas, considerando apenas as folhas maiores ou iguais a 1 cm; diâmetro do colo (DC) aferido com o auxílio do paquímetro do ponto de inserção entre o caule e a raiz; comprimento da parte aérea (CPA) aferida desde o colo até a inserção da última folha; comprimento da raiz (CR) e comprimento total (CT); massa fresca da parte aérea (MFPA); massa fresca da raiz (MFR); massa fresca total (MFT); massa seca da parte aérea (MSPA) massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST), sendo que pós as avaliações a parte aérea e raiz fresca foram acondicionadas em embalagens de papel, devidamente identificadas e levadas à secagem em estufa de ventilação forçada no período de 72 horas a 65° C, até atingir massa constante, sendo os valores expressos em g.planta.⁻¹ Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro tratamentos (substratos) e cinco repetições, contendo a parcela 15 plantas. A parcela experimental foi composta de 3 fileiras de 8 células, totalizando 24 células, sendo consideradas úteis 15 plantas centrais. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias (Tukey a 5% de probabilidade) utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emergência das plântulas de pimentão ocorreu a partir do oitavo dia após a semeadura. A avaliação final deu-se aos 46 dias, constatou-se que o substrato comercial Multiplant® (78,74%) causou maior percentagem de emergência comparado ao substrato solo + húmus (67,91%) e maior índice de emergência quando comparado ao substrato + esterco de caprino (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Araújo Neto et al., (2009) e Silva et al., (2019), que trabalhando com mudas de pimentão, verificaram que o substrato comercial Plantmax® promoveu maior velocidade de emergência e melhor qualidade das mudas de pimentão. De acordo com Silva et al., (2011) a emergência das plântulas, de maneira geral, pode acontecer em qualquer material que tenha reserva de água suficiente. Assim verificou-se que os quatro substratos orgânicos utilizados forneceram condições adequadas na emergência das plântulas de pimentão. De acordo com Gonçalves et al.(2016), ressaltam que o teor de

matéria orgânica nos resíduos animal, disponibiliza nutrientes beneficiando a germinação, consequentemente tendo uma muda mais vigorosa.

Tabela 1 - Porcentagem de emergência (% E) e índice de velocidade de emergência (IVE) das plântulas de pimentão em diferentes substratos. Cruz das Almas – BA, 2019.

TRAT	%E	IVE
Multiplant®	78,74 a	30,19 a
Solo + Composto Orgânico	71,66 ab	25,30 ab
Solo + Húmus	67,91b	25,90 ab
Solo + Esterco de Caprino	70,64 ab	21,84 b
CV(%)	6,73	11,30
Média geral	72,25	25,81

Fonte: Própria (2019); Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os substratos Multiplant®, solo + composto orgânico e solo + húmus causaram maior efeito no NFD comparado ao substrato solo + esterco de caprino que influenciou negativamente no número de folhas (Tabela 2). Segundo Souza et al., (2015), verificaram que dentre os fatores que interferem nas características das mudas está à fertilidade do substrato, que envolve componentes como a disponibilidade de nutrientes, água, aeração, reação do solo, microrganismos, textura e temperatura. O número de folhas definitivas apresentou valor mínimo de 2,33 e máximo de 3,08, com média de 3,16. De acordo com Finatto et al., (2013), o húmus se apresenta em forma de coloidal e pode influenciar em diversas propriedades físicas e químicas do solo melhorando sua estrutura e reduzindo a plasticidade e coesão, aumentando a capacidade de retenção água e troca catiônica. No tratamento solo + composto orgânico observou-se maior diâmetro do colo (0,07 cm) das plantas tornando-as mais vigorosas enquanto que no substrato solo + esterco de caprino causou menor diâmetro do caule (0,02 cm) nas plantas de pimentão em relação aos demais tratamentos que não diferiram entre si (Tabela 2). Os substratos Multiplant®, solo + composto orgânico e solo + húmus influenciaram no maior crescimento das plantas considerando as características CPA, CR e CT, sendo, que o substrato solo + esterco caprino afetou negativamente no crescimento das plantas de pimentão avaliadas (Tabela 2). Estudo realizado por Silva et al., (2019), avaliando diferentes compostos orgânicos e o substrato comercial Plantmax®, constataram maior efeito com o substrato comercial sobre dos compostos orgânicos, na produção de mudas de pimentão. Resultados encontrados por Nadai et al., (2015), verificaram que os substratos orgânicos causaram melhores efeitos na produção de mudas de tomate, em substituição aos substratos comerciais

testados. No entanto, no presente trabalho, pode ser observado que os substratos Multiplant, solo + composto orgânico e solo + húmus foram equivalentes quanto à eficiência no crescimento das mudas quando comparado ao substrato Solo + Esterco de caprino. De acordo com Costa et al., (2015), os principais efeitos dos substratos manifestam-se sobre as raízes, acarretando influências sobre o crescimento da parte aérea.

Tabela 2 - Médias dos parâmetros dos tratamentos (substratos) avaliados: número de folhas definitivas (NFD), diâmetro do colo (DC) em cm, comprimento da parte aérea (CPA) em cm, comprimento de raiz (CR), comprimento total (CT) em cm, na produção de mudas de pimentão, Cruz das Almas/BA, 2019.

TRAT	NFD	DC (cm)	CPA (cm)	CR (cm)	CT (cm)
Multiplant®	3,08 a	0,05 ab	18,16 a	8,01 a	13,09 a
Solo + Composto Orgânico	3,70 a	0,07 a	19,11 a	7,70 a	13,41 a
Solo + Húmus	3,52 a	0,05 ab	18,00 a	7,54 a	12,77 a
Solo + Esterco de Caprino	2,33 b	0,02 b	11,11 b	5,32 b	8,22 b
CV(%)	11,92	32,28	10,24	5,06	7,16
Média geral	3,41	0,036	16,60	7,15	11,87

Fonte: Própria (2019); Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os substratos Multiplant®, solo + composto orgânico e solo + húmus promoveram maior acúmulo de massa nas plantas de pimentão quando comparado ao solo + esterco de caprino que causou menor massa (Tabela 3). Resultados distintos foram encontrados por Maciel et al., (2017) e Costa et al., (2013), onde o substrato Plantmax® demonstrou eficiência na produção de hortaliças, como pimentão, proporcionando maior acúmulo de massa seca e de macronutrientes na parte aérea das mudas. De acordo com os mesmos autores a utilização de resíduos orgânicos na composição de substratos no cultivo de mudas contribui sensivelmente com a aeração, capacidade de retenção de água e formação da estrutura física adequada ao desenvolvimento das raízes. No entanto segundo Souza et al., (2015), apesar do esterco caprino apresentar na sua composição rica fonte de nutrientes como, o fósforo, ainda não se pode afirmar a quantidade adequada para usar na produção de substrato para mudas. Os resultados encontrados no presente trabalho apontam que os substratos com os diferentes resíduos orgânicos foram equivalentes ao substrato comercial Multiplant, exceto, o substrato solo+esterco caprino (Tabela 3). Portanto, o aproveitamento dos resíduos orgânicos disponíveis nas propriedades rurais, na produção de mudas, pode ser uma fonte de nutrientes economicamente viáveis e tem potencial na produção de mudas de pimentão de qualidade.

Tabela 3 - Médias dos parâmetros dos tratamentos (substratos) avaliados: massa fresca da parte aérea (MFPA) em g, massa fresca da raiz (MFR) em g, massa fresca total (MFT) em g, massa seca da parte aérea (MSPA) em g, massa seca da raiz (MSR) em g, massa seca total (MST) em g, na produção de mudas de pimentão, Cruz das Almas/BA, 2019.

TRAT	MFPA (g)	MFR (g)	MFT (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)
Multiplant®	0,82 a	0,31 a	1,13 a	0,05 a	0,03 ab	0,08 a
Solo + Composto Orgânico	0,94 a	0,28 a	1,22 a	0,06 a	0,04 a	0,10 a
Solo + Húmus	0,74 a	0,31 a	1,05 a	0,05 a	0,05 a	0,11 a
Solo + Esterco de Caprino	0,38 b	0,05 b	0,44 b	0,02 b	0,01 b	0,03 b
CV(%)	17,70	17,91	15,34	20,00	33,88	21,12
Média geral	0,72	0,24	0,96	0,04	0,033	0,08

Fonte: Própria (2019); Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES

Os substratos Multiplant®, solo + composto orgânico e solo + húmus têm potencial na produção de mudas de pimentão de qualidade, promovendo melhores resultados na maioria das características avaliadas, no entanto, o substrato solo + esterco de caprino produziu mudas de pior qualidade.

REFERÊNCIAS

- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna no produto e comercialização de hortaliças**. Viçosa, Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa, 2008.
- ARAÚJO, A.C.; ARAÚJO, A.C.; DANTAS, M.K.L.; PEREIRA, W.E.; ALOUFA, M.A.I. **Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de mamoeiro formosa**. Revista Brasileira de Agroecologia, v.8, n.1, p.210-216, 2013.
- NADAI, F. B.; MENEZES, J.B.C.; CATÃO, H.C.R.M.; ADVÍNCULA, T.; COSTA, C.A. **Produção de mudas de tomateiro em função de diferentes formas de propagação e substratos**. Revista Agro@mbiente On-line, v.9, n.3, p.261-267, 2015.
- COSTA, L.A.D.M.; COSTA, M.S.S.M.; PEREIRA, D.C.; BERNARDI, F.H.; MACCARI, S. **Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino**. Revista Ceres, v.60, n.5, p. 675-682, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000500011>>. Acessado em: 03 de novembro de 2018.
- PERREIRA, Leandro Barradas et al. **Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico**. Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics), 2015.

ARAÚJO NETO, S.E. AZEVEDO, J.M.A.; GALVÃO, R.O.; OLIVEIRA, E.B.L.; FERREIRA, R.L.F. **Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos**. Ciência Rural, v.39, n.5, p. 1408-1413, 2009.

SILVA L. P., OLIVEIRA A. C., ALVES N. F., SILVA V. L., SILVA, T. I. **Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão**. Colloquium Agrariae, v. 15, n.3, Mai-Jun, 2019, p. 104-115. Disponível em:< <http://journal.unoeste.br/index.php/ca/index>>. Acessado em: 26 de agosto de 2019.

GONÇALVES, F.C.M.; ARRUDA, F.P.; SOUSA, F. L. ARAÚJO, J.R. **Germinação e desenvolvimento de mudas de pimentão Cubanelle em diferentes substratos**. Revista Mirante (UFG), v.9, n.1, p.35-45, 2016.

MACIEL, T.C.M.; SILVA, T.I.; ALCANTARA, F.D.O.; MARCO, C.A.; NESS, R. L. L. **Substrato à base de pequi (Caryocar coriaceum) na produção de mudas de tomate e pimentão**. Journal of Neotropical Agriculture, v.4, n.2, p.9-16, 2017. Disponível em:< <https://doi.org/10.32404/rean.v4i2.1551>>. Acessado em: 25 de setembro de 2019.

CAPÍTULO 32: ÁCIDO SALICÍLICO E METIONA POTENCIALIZAM A ATIVIDADE DE ENZIMAS ANTIOXIDANTES EM FEIJÃO-CAUPI “BRS NOVAERA”

CAPÍTULO 32: EL ÁCIDO SALICÍLICO Y LA METHION POTENCIALIZAN LA ACTIVIDAD DE LAS ENZIMAS ANTIOXIDANTES EN EL CAUPÍ “BRS NOVAERA”

CHAPTER 32: SALICYLIC ACID AND METHIONE POTENTIALIZE THE ACTIVITY OF ANTIOXIDANT ENZYMES IN CAUPI BEANS “BRS NOVAERA”

Igor Enéas Cavalcante¹; Auta Paulina da Silva Oliveira²; Venâncio Eloy de Almeida Neto³; Yuri Lima Melo⁴; Alberto Soares de Melo⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.308-314>

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa amplamente cultivada nas regiões áridas e semiáridas de todo o mundo. No Brasil, o seu cultivo abrange cerca de 1.276,2 mil ha (CONAB, 2019), concentrando-se em grande parte na região Nordeste (1.047,7 mil ha), onde é cultivado principalmente por agricultores familiares, além de constituir um dos principais componentes da dieta alimentar da população (SILVA et al., 2019).

Nessa região, a produtividade média dessa leguminosa ainda é consideravelmente baixa (391 kg/ha) o que deve-se, principalmente, à ocorrência de déficit hídrico durante o período de cultivo (ARAÚJO et al., 2018). O déficit hídrico, a medida em que acomete as culturas vegetais, pode provocar estresse oxidativo devido à produção excessiva de espécies reativas de oxigênio (EROs), as quais podem danificar componentes fotossintéticos (MAIA et al., 2015) e diminuir a produtividade final do vegetal.

Para tanto, destaca-se que, submetidas à restrição hídrica, as plantas apresentam uma série de respostas, dentre as quais destaca-se os sistemas enzimáticos antioxidantes que,

¹ Programa de pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, igorencavalcante@gmail.com

² Programa de pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, autapaulina@outlook.com

³ Programa de pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, netove7@gmail.com

⁴ Programa de pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, yurimelo86@gmail.com

⁵ Professor Doutor, Universidade Estadual da Paraíba, alberto.melo@servidor.uepb.edu.br

assossariado ao uso de algumas substâncias, tais como o ácido salicílico (ANDRADE et al., 2020) e a metionina (MERWAD et al., 2018), podem atenuar os efeitos do déficit hídrico.

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a ação do ácido salicílico e da metionina como atenuadores de déficit hídrico em feijão-caupi “BRS Novaera”.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No Nordeste brasileiro, o feijão-caupi é cultivado predominantemente sob seca, estando sujeito à escassez de água pela má distribuição de chuvas (BASTOS et al., 2011). Nessas condições, a perda do turgor celular causa distúrbios no aparelho fotossintético, levando ao acúmulo de elétrons no metabolismo celular, que se ligam facilmente às moléculas de oxigênio, formando espécies reativas de oxigênio (EROS) (CAMPOS et al., 2019). Em altas concentrações, essas moléculas provocam estresse oxidativo, que pode danificar componentes fotossintéticos e ácidos nucleicos, intensificar a peroxidação lipídica nas membranas e desnaturar proteínas (MAIA et al., 2015).

Para controlar as EROS, as plantas possuem um sistema de defesa antioxidante sofisticado e altamente eficiente. Esse mecanismo é formado, dentre outras moléculas, pelas enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e ascorbato peroxidase (APX) (BARBOSA et al., 2014), as quais podem evitar a formação dessas substâncias, sequestrá-las ou promover sua degradação, prevenindo a ocorrência de danos celulares nas plantas (SERKEDJIEVA, 2011).

Aliado a isso, o uso de algumas substâncias, tais como o ácido salicílico (DUTRA et al. 2017; ANDRADE et al., 2020) e a metionina (ALI et al., 2018; MERWAD et al., 2018) podem colaborar na eficiência do uso da água e na melhoria das rotas metabólicas, resultando em adaptação das plantas às mudanças ambientais (ZHANG et al., 2017).

O ácido salicílico (AS) é um composto de ocorrência natural que apresenta funções de regulação no metabolismo vegetal, atuando na promoção de resistência e de adaptação (ANDRADE et al., 2020). Para Dutra et al. (2017), essa substância desempenha um papel importante na modulação das respostas do feijão-caupi contra a restrição hídrica.

Já a metionina (MET) é um aminoácido fundamental para a síntese proteica e sua ausência inviabiliza o processo de transcrição do mRNA. A função mitigadora desse aminoácido foi observada por Ali et al. (2018) e Merwad et al. (2018), em seus estudos com lichia e feijão-caupi, respectivamente, onde a aplicação dessa substância promoveu aumento

nas atividades de ascorbato peroxidase, catalase e superóxido dismutase.

Assim, considerando-se a importância da produção do feijão-caupi no Nordeste do Brasil, faz-se necessária a realização de pesquisas que visem a promoção de cultivares promissores com maior tolerância ao déficit hídrico e a caracterização fisiológica e bioquímica dos mecanismos antioxidantes, bem como o entendimento da atuação do ácido salicílico e da metionina como agente mitigadores do déficit hídrico.

METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado em uma área experimental da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) em Campina Grande-PB, no período de agosto a dezembro de 2019, sendo conduzido em vasos com capacidade para 3,6 L de solo (substrato).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), constituído por cinco tratamentos com cinco repetições, distribuídos em 25 unidades experimentais e parcela experimental representada por um vaso contendo 2 plantas. Os tratamentos para simular o déficit hídrico foram: W100 e W50, equivalentes a reposições hídricas de 100 e 50% da evapotranspiração diária, respectivamente, calculadas a partir da diferença entre o armazenamento máximo e atual do vaso (após 24 h); além da adição de ácido salicílico (AS) e metionina (MET) ao tratamento W50, correspondendo a: W50 + 1,5 mM de AS (W50 + AS), W50 + 6,0 mM de metionina (W50 + MET); e a combinação W50 + AS + MET, todos com aplicação via foliar até o ponto de escoamento, utilizando-se um surfactante.

Para a instalação do experimento, o solo foi previamente analisado e corrigido conforme resultados de sua análise. As sementes utilizadas foram triadas e submetidas a aplicação de fungicida (Captan®) na dose de 0,11 g 100 sementes g⁻¹, permanecendo em repouso por 24 h. Após esse período, cinco sementes foram semeadas por vaso, as quais seguiram com irrigação diária, com 100% de reposição hídrica. Aos 17 dias após a emergência, realizou-se o desbaste, deixando-se apenas duas plantas por vaso, as quais, ao atingirem o final do estágio de desenvolvimento V8 (55 DAS), foram submetidas a aplicação dos tratamentos.

Aos 63 DAS, 8 dias após a aplicação dos tratamentos, coletou-se uma planta por vaso, visando-se mensurar o potencial hídrico da folha (Ψ_f), utilizando-se a bomba de pressão de Scholander; o conteúdo relativo de água (IRIGOYEN et al., 1992); a atividade das enzimas

ascorbato peroxidase (APX), catalase (CAT) e superóxido dismutase (SOD) (ANDRADE, 2018); e o nível de proteínas solúveis totais (PST) (BRADFORD, 1976).

Os dados obtidos foram avaliados por análise de variância (teste F até 5% de probabilidade), seguidos por análises do teste de comparação de médias (Tukey, $P < 0,05$), utilizando-se o software SISVAR 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na ausência de atenuadores, a submissão ao estresse hídrico promoveu redução de 94% no potencial hídrico foliar, e de 13,33% no CRA (Tabela 01), em comparação com a lâmina W100, o que pode promover a ocorrência de distúrbios fisiológicos (ANDRADE et al., 2020). Para tanto, destaca-se que a aplicação de metionina de forma isolada, promoveu aumento de 72% no ΨW e de 17% no CRA dentro da lâmina W50 (W50+MET), em comparação com aquelas que não receberam essa substância (W50) (Tabela 01).

O conteúdo de proteínas solúveis totais (PST) apresentou redução de 6%, com a imposição ao estresse hídrico (W50), em comparação com a lâmina W100 (Tabela 01), o que pode ser consequência da redução do status hídrico, uma vez que sob baixa disponibilidade hídrica o metabolismo vegetal passa a degradar proteínas em aminoácidos para auxiliar no processo de recuperação do estresse (SOUZA et al., 2015). Com a aplicação dos atenuadores, observou-se aumento significativo dessa variável, onde as plantas apresentaram conteúdo de PST semelhantes a lâmina W100. Neste caso, destaca-se que o maior conteúdo de PST (10,03 mg PST g⁻¹ MF) foi observado com a aplicação de AS (W50+AS), resultados semelhantes aos encontrados por Vieira (2011) em feijoeiro, os quais podem ser explicados pelo fato de o AS ser responsável por regular a síntese de proteínas tolerantes ao estresse (NUNES et al., 2020).

Tabela 01: Potencial hídrico (ΨW); conteúdo relativo de água (CRA); proteínas solúveis totais (PST); atividade de superóxido dismutase (SOD); atividade de ascorbato peroxidase (APX) e atividade de catalase (CAT) em feijão-caupi BRS Novaera, condicionados a dois regimes hídricos (W100 e W50) e aplicação de dois atenuadores isolados (ácido salicílico – AS ou metionina – MET) e combinados (AS+MET). Campina Grande, PB, 2020.

TRATAMENTOS	ΨW (MPa)	CRA (%)	PST (mg PST g ⁻¹ MF)	SOD (UA SOD mg ⁻¹ Prot)	APX (μM Asc min ⁻¹ mg ⁻¹ Prot)	CAT (μM H ₂ O ₂ min ⁻¹ mg ⁻¹ Prot)
W100	-0,38 A*	86,52 A	8,32 AB	4,18 C	10,81 C	1,31 B
W50	-0,74 C	76,34 BC	7,85 B	9,09 BC	23,26 B	2,16 AB
W50+AS	-0,64 BC	71,66 C	10,03 A	13,16 B	31,20 A	2,49 A
W50+MET	-0,43 AB	85,72 A	8,95 AB	29,07 A	34,17 A	3,01 A
W50+AS+MET	-0,70 C	84,59 AB	8,50 AB	14,54 B	17,32 BC	2,66 A
DMS	0,243	8,352	1,934	6,335	7,359	0,878

* As letras comparam as médias dentro das colunas, onde as iguais não apresentam diferença significativa entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Própria (2020).

Com imposição do estresse hídrico, na ausência de atenuadores, observou-se aumento na atividade das enzimas SOD (118%), APX (93%) e CAT (66,15%), em comparação com o tratamento W100, o que demonstra a importância dos antioxidantes como mecanismos de defesa em resposta ao agravamento do déficit hídrico (NIKOLAEVA et al., 2017).

Com a aplicação dos atenuadores, observou-se um incremento na atividade dessas enzimas. Para tanto, destaca-se que a aplicação do AS promoveu incremento de 45; 34 e 15% nas atividades de SOD, APX e CAT, respectivamente, o que pode ser atribuído ao fato de o AS induzir adaptação, resistência e aumento da capacidade antioxidante de plantas submetidas ao déficit hídrico (MAZZUCHELLI et al., 2014). Já a aplicação de MET, aumentou em 220% a atividade de SOD, em 45% a atividade de APX e em 39% a atividade de CAT, enquanto que a associação entre os dois atenuadores (AS+MET), promoveu incremento apenas na atividade de SOD (59,90%) e CAT (23%). Melhorias proporcionadas pela MET em feijão-caupi também foram averiguadas por Meward et al. (2018), onde as doações de grupos metil para formação de enzimas e proteínas contribuem para o aporte energético do vegetal em condições de estresse oxidativo.

CONCLUSÕES

Na ausência de atenuadores, o déficit hídrico reduziu o status hídrico foliar das plantas de feijão-caupi, mas apesar da desnaturação das proteínas o aumento na atividade de enzimas antioxidantes sugere a minimização dos efeitos do estresse oxidativo.

A aplicação das substâncias eliciadoras recuperaram o status hídrico de plantas de feijão-caupi em condições de estresse, além de incrementar a atividade das enzimas antioxidantes, destacando-se a aplicação de metionina como a mais responsiva sob estresse.

REFERÊNCIAS

ALI, S.; KHAN, A. S.; MALIK, A. U.; SHAHEEN, T.; SHAHID, M.; Pre-storage methionine treatment inhibits postharvest enzymatic browning of cold stored 'Gola' litchi fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 140, s/n, p. 100-106, 2018.

ANDRADE, W. L. de.; MELO, A. S. de.; MELO, Y. L.; SÁ, F. V. da. S.; ROCHA, M. M. R.; OLIVEIRA, A. P. da. S; FERNANDES-JÚNIOR, P. I. Bradyrhizobium Inoculation Plus Foliar Application of Salicylic Acid Mitigates Water Deficit Effects on Cowpea. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 39, n. 1, p1-12, 2020.

ANDRADE, Wellerson Leite de. Aplicação de ácido salicílico e inoculação com Bradyrhizobium mitigam os efeitos da restrição hídrica em cultivares de feijão-caupi. 2018. 73f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2018.

ARAÚJO, E. D. D., MELO, A. S. D., ROCHA, M., SOCORRO, D., CARNEIRO, R. F., & ROCHA, M. D. M. Genotypic variation on the antioxidative response of cowpea cultivars exposed to osmotic stress. **Revista Caatinga**, v.30, n.4, p.928-937, 2017.

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JÚNIOR, W. Experimentação Agronômica & AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos. **Funep**, 2015. 260p.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram 4165 quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Chemistry**, v. 4166, n. 72, p. 248-254, 1976.

CAMPOS, C. N. et al. Melatonin reduces oxidative stress and promotes drought tolerance in young Coffea arabica L. plants. **Agricultural Water Management**, 211:37-47, 2019.

CONAB. Companhia nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: primeiro levantamento da safra 2018/2019**, Outubro 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?start=10>. Acesso em 07 Set. 2020.

DUTRA, W. F.; MELO, A. S. de.; SUASSUNA, J. F.; DUTRA, A. F.; SILVA-CHAGAS, D. da.; MAIA, J. M. Antioxidative Responses of Cowpea Cultivars to Water Deficit and Salicylic Acid Treatment. **Agronomy Journal**, v. 109, n. 3, 2017.

MAIA, J. M. et al. Seca e salinidade na resposta antioxidativa de raízes de feijão-caupi. **Biofarm**, 11(1):59-93, 2015.

MAZZUCHELLI, E. H. L.; SOUZA, G. M.; PACHECO, A. C. Rustificação de mudas de eucalipto via aplicação de ácido salicílico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n. 4, p. 443-450, 2014.

MERWAD, A. R. M. A.; DESOKY, E. S. M.; RADY, M. M. Response of water deficit-stressed *Vigna unguiculata* performances to silicon, proline or methionine foliar application. **Scientia Horticulturae**, v. 228, p. 132-144, 2018.

NIKOLAEVA, M. K.; MAEVSKAYA, S. N.; VORONIN, P. Y. Photosynthetic CO₂ /H₂O gas exchange and dynamics of carbohydrates content in maize leaves under drought. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 64, p. 536-542, 2017.

NUNES, L. R. L.; PINHEIRO, P. R.; SILVA, J. B. da.; DUTRA, A. S. Effects of ascorbic acid on the germination and vigour of cowpea seeds under water stress. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 2, p. 1-11, 2020.

SERKEDJIEVA, J. Antioxidant effects of plant polyphenols: a case study of a polyphenol-rich extract from *Geranium sanguineum* L. In: GUPTA, S.D. Reactive oxygen species and antioxidants in higher plants. Enfi eld: **Science Publishers**, 2011. Chap.13, p.275-293.

SILVA, P. C. C.; AZEVEDO-NETO, A. D.; GHEYI, H. R.; COVA, A. M. W.; SILVA, C. R. R. Avaliação e métodos de aplicação de H₂O₂ para aclimação de plantas de girassol à salinidade. **Water Resources and Irrigation Management**, v.8, n.1, p. 1-4, 2019.

VIEIRA, José Gustavo. Aplicação exógena de ácido salicílico em feijoeiro. 2017. 48f. Presidente Prudente. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2011.

ZHANG, W. et al. Beneficial effects of silicon on abiotic stress tolerance in legumes. **Journal of Plant Nutrition**, 40(15):2224-2236, 2017b.

**CAPÍTULO 33: ÁCIDO SALICÍLICO E METIONINA PROMOVEM A
MANUTENÇÃO DO STATUS HÍDRICO PELO AJUSTAMENTO OSMÓTICO EM
FEIJÃO-CAUPI “BRS-NOVAERA”**

**CAPÍTULO 33: EL ÁCIDO SALICÍLICO Y LA METIONINA PROMUEVEN EL
MANTENIMIENTO DEL ESTADO HÍDRICO MEDIANTE EL AJUSTE OSMÓTICO
EN HABAS CAUPÍ “BRS-NOVAERA”**

**CHAPTER 33: SALICYLIC ACID AND METHIONINE PROMOTE THE
MAINTENANCE OF THE HYDRIC STATUS THROUGH THE OSMOTIC
ADJUSTMENT IN CAUPI BEANS “BRS-NOVAERA”**

Autor Venâncio Eloy de Almeida Neto¹; Auta Paulina da Silva Oliveira²; Igor Enéas Cavalcante³; Yuri Lima Melo⁴; Alberto Soares de Melo⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.315-321>

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa que abrange, no Brasil, uma área produtiva total de 1.276,2 mil ha, sendo a maior parte na região Nordeste (1.047,7 mil ha) (CONAB, 2019). Além disso, o feijão-caupi constitui como um dos principais alimentos na mesa dos brasileiros, devido a seu alto valor nutricional. Todavia, a produção final dessa cultura no Brasil, principalmente na região de maior área produtiva, é considerada baixa, com 391 kg/ha (CONAB, 2019). Isso ocorre devido o manejo ser em condições de escassez hídrica, que por sua vez expõe a cultura ao déficit hídrico, situação que acarreta em problemas no crescimento e desenvolvimento da espécie, afetando diretamente a produtividade final (BASTOS et al., 2011).

Contudo, a aplicação de atenuadores vem se mostrando uma alternativa promissora em conjunto com os mecanismos internos do metabolismo do vegetal, como o ajustamento osmótico, na busca por mitigar os efeitos do déficit hídrico em espécies de interesse socioeconômico, como o feijão-caupi. O ácido salicílico e a metionina são dois exemplos desses atenuadores, atuando na regulação do metabolismo da planta, participando dos processos de defesa e resistência contra estresses biótico e abióticos (ANDRADE, 2020).

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, netove7.@gmail.com.br

² Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, autapaulina@outlook.com

³ Programa de pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, igorencavalcante@gmail.com

⁴ Programa de pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, yurimelo86@gmail.com

⁵ Professor Doutor, Universidade Estadual da Paraíba, alberto.melo@servidor.uepb.edu.br

A partir do exposto, tendo em vista a importância econômica do feijão-caupi para o Brasil, principalmente na região Nordeste, faz-se necessário a investigação de métodos e materiais que garantam melhor resposta dessa leguminosa ao déficit hídrico, resultando em maior produtividade final de grãos.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o ácido salicílico e a metionina como atenuadores do déficit hídrico em feijão-caupi BRS – Nova Era sob irrigação deficitária.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O déficit hídrico é um fator agravante para o desenvolvimento pleno do potencial genético da planta, afetando diretamente a produtividade final da cultura. Isso ocorre devido o déficit hídrico induzir uma série de consequências físicas, fisiológicas e bioquímicas nas culturas vegetais, como diminuição da área foliar, do crescimento e desenvolvimento, alteração nos processos fotossintéticos, diminuição do potencial hídrico celular, dentre outros efeitos negativos (FREITAS et al., 2017).

Ainda que estejam submetidas ao estresse, as plantas desenvolveram mecanismos evolutivos que tentam evitar os efeitos negativos da escassez hídrica. Uma dessas estratégias é a síntese e acúmulo de solutos orgânicos compatíveis no citosol celular, chamado de ajustamento osmótico. A molécula de prolina é um desses solutos orgânicos conhecidos por participar do ajustamento osmótico, reduzindo o potencial osmótico celular e aumentando o potencial de turgescência da célula, garantido a absorção de água e a manutenção do crescimento celular (MERWAD et al., 2018).

Na busca por mitigar os efeitos do déficit hídrico, aliado com os mecanismos endógenos das plantas, a aplicação de atenuadores vem sendo uma alternativa promissora. O ácido salicílico (AS), por exemplo, é um composto fenólico que tem função de defesa contra o déficit hídrico, alterando o conteúdo dos pigmentos fotossintetizantes, a massa seca da parte aérea e radicular, além de estimular o acúmulo de osmoprotetores como glicina-betaína e prolina (LOPES, 2017).

Já a metionina é um aminoácido fundamental participante da síntese proteica e sua ausência inviabiliza o processo de transcrição do mRNA. Nas plantas, é sintetizada a partir da expressão da enzima cistationina gama-sintase (CGS). Ainda, em trabalho feito por Merwad et al. (2018), a metionina exógena, auxiliou no crescimento e rendimento de plantas de feijão-

caupi, além do aumento no conteúdo relativo de água, do extravasamento de eletrólitos e participação nos mecanismos de ajustamento osmótico.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado nas dependências do Horto Florestal Lauro Pires Xavier em conjunto com o Laboratório de Ecofisiologia de Plantas Cultivadas (ECOLAB), ambos pertencentes à Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), campus I, em Campina Grande, PB. O trabalho foi realizado no período de agosto a dezembro de 2019, conduzido em vasos com capacidade de 3,6 litros de solo.

Foi usado delineamento inteiramente casualizado (DIC), constituído por cinco tratamentos com cinco repetições, distribuídos em 25 unidades experimentais, sendo a parcela experimental representada por um vaso contendo 2 plantas úteis. Os tratamentos para simular os controles foram: W100 e W50, equivalentes a reposições hídrica de 100 e 50% da evapotranspiração diária, respectivamente, calculadas a partir da diferença entre o armazenamento máximo e atual de água no vaso (a cada 24 h). Os tratamentos com atenuadores foram adicionados ao tratamento W50, correspondendo a: W50 + 1,5 mM de AS (W50 + AS), W50 + 6,0mM de metionina (W50 + MET) e a combinação W50 + AS + MET, todos aplicados via foliar até o ponto de escorrimento, utilizando-se um surfactante.

Para a instalação e condução do experimento, o solo foi previamente analisado e corrigido conforme resultados de sua análise. As sementes utilizadas foram do genótipo BRS – Novaera, que foram previamente triadas e submetidas a aplicação de fungicida (Captan®) na dose de 0.11g 100 sementes g⁻¹, permanecendo em repouso por 24 h. Foram semeadas cinco sementes por vaso, as quais foram irrigadas diariamente com 100% da reposição hídrica. Aos 17 dias após a emergência foi feito o desbaste, mantendo duas plantas úteis por vaso, as quais ao atingirem o final do estágio de desenvolvimento V8, 55 dias após a semeadura (DAS), foram submetidas a aplicação dos tratamentos.

Aos 63 DAS, 8 dias após a aplicação dos tratamentos, quando as plantas se encontravam no estágio de desenvolvimento R1, coletou-se uma planta por vaso, visando mensurar o potencial hídrico da folha (Ψ_f), usando a bomba de pressão de Scholander; o conteúdo relativo de água (CRA em %), de acordo com Irigoyen et al. (1992); a concentração de prolina (PRO) expressa em $\mu\text{mol PRO g}^{-1}$ de massa fresca (MF) (Bates et al., 1973); concentração de açúcares solúveis totais (AST) expressa em mg AST g⁻¹ MF (Dubois et al.,

1956); aminoácidos livres totais (AALT) expresso em $\mu\text{mol AALT g}^{-1}$ MF por Peoples et al. (1986).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (Teste F até 5% de probabilidade), seguidos por análises de comparação de médias (Tukey, $P < 0,05$), utilizando o software SISVAR 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a variável potencial hídrico para o genótipo BRS Novaera, houve redução significativa (94%) entre o tratamento controle com 100% da reposição hídrica (W100) e o tratamento em condições de déficit hídrico (W50) (Tabela 1). Quanto ao CRA, houve redução significativa na testemunha em déficit hídrico comparada a testemunha W100. Reduções nos valores das variáveis hídricas em condições de déficit de água são esperados, uma vez que a escassez hídrica reduz o potencial hídrico da planta, a condutância estomática, área foliar e interfere nos demais mecanismos fisiológicos, afetando a produtividade final da planta (ANDRADE et al., 2020).

Tabela 1: Potencial hídrico (Ψ_w); conteúdo relativo de água (CRA); concentrações de açúcares solúveis totais (AST), prolina (PRO) e aminoácidos livres totais (AALT) em feijão-caupi BRS Novaera, condicionados a dois regimes hídricos (W100 e W50) e aplicação de dois atenuadores isolados (ácido salicílico – AS ou metionina – MET) e combinados (AS+MET). Campina Grande, PB, 2020.

TRATAMENTOS	Ψ_w (Mpa)	CRA (%)	AST (mg AST g^{-1} MF)	PRO ($\mu\text{mol PRO g}^{-1}$ MF)	AALT ($\mu\text{mol AALT g}^{-1}$ MF)
W100	-0,38 a*	86,53 a	10,94 d	6,95 c	0,45 cd
W50	-0,74 c	76,34 bc	15,91 c	60,71 a	0,77 b
W50 + AS	-0,64 bc	71,66 c	20,01 b	32,82 b	0,40 d
W50 + MET	-0,43 ab	85,72 a	19,17 b	10,23 c	0,54 c
W50 + AS + MET	-0,70 c	84,6 ab	24,21 a	28,89 b	0,94 a
DMS	0,243	8,35	3,04	12,78	0,11

* As letras comparam as médias dentro das colunas, onde iguais não apresentam diferença significativa entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Própria (2020).

A aplicação dos atenuadores em condições de déficit hídrico manteve o status hídrico em condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas (Tabela 1). Notou-se que a aplicação de metionina isolada promoveu aumento de 42% no potencial hídrico e na variável CRA de 12,3% em relação a testemunha W50 (Tabela 1). A metionina atuou principalmente como doador de grupos metila, importantes na regulação do crescimento e desenvolvimento das plantas (MEWARD, 2018).

Quanto à variável de açúcares solúveis totais, ocorreu aumento de 45,42% no tratamento W50 em comparação com o tratamento controle W100. Além disso, quando comparados com o controle W100, observou-se aumentos significativos na concentração de AST nos tratamentos W50 + AS + MET (121,3%), W50 + MET (75,2%) E W50 + AS (83%) (Tabela 1). Aumentos na concentração de AST estão associados a manutenção do status hídrico da planta quando submetidas a condições de déficit hídrico, sendo um mecanismo osmorregulatório inerente ao vegetal. A ação da metionina incorporando compostos de carbono nos organismos vegetais para garantir melhor uso da água disponível para a planta, influenciou no aumento da concentração de AST (TAIZ et al., 2017).

Para a variável PRO, houve aumento de 10 vezes na sua concentração após submissão ao tratamento W50, em relação a testemunha W100 (Tabela 1). O acúmulo de prolina é um indicador de déficit hídrico, uma vez que esse aminoácido se acumula no interior do vacúolo celular, buscando manter a turgescência celular (ARAÚJO et al., 2017). Todavia, quando comparados a W50, os tratamentos W50 + AS, W50 + MET e W50 + AS + MET reduziram a concentração de prolina em 46%, 83,2% e 52,4%, respectivamente (Tabela 1). Esse comportamento é explicado pela função reguladora do AS, reduzindo a ação das moléculas sinalizadores, como a prolina; e a associação da metionina com o aumento na concentração de aminoácidos, visto que a MET pode ser usada para incrementar outros aminoácidos, doando grupos metil ou incorporar-se à proteínas (MEWARD et al., 2018).

No que tange a variável AALT, quando observado o valor referente ao tratamento W50 em comparação ao controle W100, houve aumento de 71% na concentração de aminoácidos livres totais (Tabela 1). Esse comportamento foi observado por Morando et al. (2014) analisando soja em déficit hídrico. Segundo os autores, os AALT são responsáveis por aumentar a capacidade de retenção da água pelas células vegetais, participando do mecanismo de osmorregulação das plantas. A aplicação de MET associada com o AS em condições de déficit hídrico garantiu ganho de 108% na concentração de AALT em relação ao W100. O maior acúmulo de AALT nas folhas é uma estratégia de defesa da planta, afim de realizar a posterior translocação para os grãos.

CONCLUSÕES

O déficit hídrico, na ausência dos atenuadores, promoveu redução no status hídrico foliar, porém houve a atuação do mecanismo de ajustamento osmótico por meio do acúmulo de prolina, açúcares solúveis totais e aminoácidos livres totais.

A aplicação conjunta dos eliciadores ácido salicílico e metionina nas plantas sob déficit hídrico promoveram a manutenção do conteúdo relativo de água por meio da atuação do acúmulo de açúcares e aminoácidos solúveis totais como ajustadores osmóticos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, W. L. de.; MELO, A. S. de.; MELO, Y. L.; SÁ, F. V. da. S.; ROCHA, M. M. R.; OLIVEIRA, A. O. da. S.; FERNANDES-JÚNIOR, P. L. *Bradyrhizobium* Inoculation Plus Foliar Application of Salicylic Acid Mitigates Water Deficit Effects on Cowpea. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 39, n. 1, p1-12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00344-020-10130-3>.

ARAÚJO, E. D. de.; MELO, A. S. de.; ROCHA, M. do. S.; CARNEIRO, R. F.; ROCHA, M. de. M. Genotypic variation on the antioxidative response of cowpea cultivars exposed to osmotic stress. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 928-937, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n413rc>

BASTOS, E. A.; RAMOS, H. M. M.; ANDRADE-JUNIOR, A. S. de.; NASCIMENTO, F. N. do; CARDOSO, M. J. Parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob déficit hídrico. **Water Resources and Irrigation Management**, v.1, n.1, p.31-37, 2012.

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for 4159 water-stress studies. **Plant and Soil**, v.39, p. 205-207, 1973.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. V. 7-safra 2019/2020, quarto levantamento, janeiro 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3371-levantamento-de-graos-confirma-producao-acima-de-250-milhoes-de-toneladas-na-safra-2019-2020>. Acesso em 11 jun. 2020.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric 4194 Method for determination of sugars and related compounds. **Analytical Chemistry**, v.28, n. 4195 3, p. 350-356, 1956.

LOPES, L. S. **Biorreguladores vegetais em plantas de feijoeiro**. Rio Paranaíba, MG, 2017. vi, 19f : il. ; 29 cm Dissertação/ (Mestrado em agronomia)-Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Produção Vegetal, Universidade Federal de viçosa.

MEWARD, A. R. M. A.; DESOKY, E. S. M.; RADY, M. M. Response of water deficit-stressed *Vigna unguiculata* performances to silicon, proline or methionine foliar application. **Scientia Horticulturae**, v. 228, p.132-144, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.10.008>

MORANDO, R.; SILVA, A. O. da.; CARVALHO, L. C.; PINHEIRO, M. P. A. Déficit hídrico: efeito sobre a cultura da soja. **Journal of Agronomic Sciences**, v.3, n. especial, p.114-129, 2014.

PEOPLES, M. B.; FAIZAH, A. W.; REAKASEM, B.; HERRIDGE, D. F. **Methods for 4318 evaluating nitrogen fixation by nodulated legumes in the field**. Camberra: Australian 4319: International Center of Agricultural Research, 1989.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Tillage And Conventional Tillage Systems. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 559-567, 2017.

CAPÍTULO 34: DETERMINAÇÃO QUALITATIVA DE ÁCIDOS ORGÂNICOS ALIFÁTICOS EM PÓLEN COMERCIAL: UM ESTUDO PRELIMINAR

CAPÍTULO 34: DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE ÁCIDOS ORGÁNICOS ALIFÁTICOS EN EL POLEN COMERCIAL: ESTUDIO PRELIMINAR

CHAPTER 34: QUALITATIVE DETERMINATION OF ALIFATIC ORGANIC ACIDS IN COMMERCIAL POLLEN: A PRELIMINARY STUDY

Silvana Katia Tischer Seraglio¹; Greici Bergamo²; Luciano Valdemiro Gonzaga³; Roseane Fett⁴; Ana Carolina Oliveira Costa⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.322-327>

INTRODUÇÃO

As abelhas *Apis mellifera* produzem dois tipos de méis, os quais se distinguem conforme o tipo de fonte sacarínica utilizada: os méis florais, elaborados a partir do néctar de flores; e o mel de melato, produzido utilizando excreções de insetos sugadores de plantas e/ou secreções de plantas (EUROPEAN COMMISSION, 2002). Ambos os tipos de méis são apreciados por consumidores e indústrias alimentícias, farmacêuticas e de cosméticos, os quais encontram nos méis um alimento versátil com características sensoriais, físico-químicas, nutricionais e terapêuticas diversificadas. Por esses motivos, o mel é considerado um alimento funcional e o interesse no seu uso e consumo tem aumentado constantemente (PITA-CALVO; VÁZQUEZ, 2017; SERAGLIO et al., 2019).

O mel é constituído principalmente pelos monossacarídeos, frutose e glicose, além da água. Mas também são encontrados centenas de outros compostos em menores concentrações, como os ácidos orgânicos alifáticos de baixa massa molar (AOA). Esses compostos são encontrados nos méis em concentrações em torno de 0,5 a 1% e são vinculados como os principais responsáveis pela acidez do mel. Os AOA podem ser oriundos da fonte sacarínica utilizada para a elaboração do mel, ou seja, do néctar, excreções e secreções açucaradas; do pólen, principal fonte protéica utilizada pelas abelhas; dos processos de elaboração e maturação do mel na colmeia; e das etapas pós-colheita do mel, que incluem o processamento

¹ Pós-doutoranda em Ciências dos Alimentos (bolsa CNPq - Brasil (160175/2019-4)), Universidade Federal de Santa Catarina, siluanaseraglio@hotmail.com

² Doutora em Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, greici.bergamo@hotmail.com

³ Graduando em Química, Universidade Federal de Santa Catarina, lvgonzaga@hotmail.com

⁴ Professora, Doutora em Química Orgânica, Universidade Federal de Santa Catarina, roseane.fett@ufsc.br

⁵ Professora, Doutora em Química Analítica, Universidade Federal de Santa Catarina, ana.costa@ufsc.br

e estocagem (BRUGNEROTTO et al., 2019; PITA-CALVO; VÁZQUEZ, 2017; SERAGLIO et al., 2019).

Em méis florais, o pólen é comumente encontrado em concentrações maiores do que em méis de melato, sendo inclusive o material investigado na análise melissopalínológica para a indicação da origem botânica de méis florais (REYES; SANCHÉZ, 2017). Portanto, o pólen é um importante constituinte presente em méis, especialmente méis florais, podendo contribuir no perfil de AOA nesses produtos (KALAYCIOĞLU et al., 2017). Além disso, o pólen é outro produto apícola com valor agregado, sendo comercializado para consumo direto como pólen comercial bem como ingrediente em suplementos, por exemplo. Entretanto, informações relacionadas a composição de AOA no pólen são escassas.

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo investigar qualitativamente o perfil de AOA em pólen comercial do município de Urupema, Santa Catarina, Brasil, utilizando eletroforese capilar acoplada a detector de arranjo de diodos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Considerando que o pólen está presente em méis, especialmente méis florais, e que este pode ser um importante carreador de AOA aos méis, torna-se necessário conhecer o perfil de AOA em pólen. Esse tipo de informação ainda é escasso na literatura, mas pode trazer relevantes dados relacionados a contribuição do pólen à composição de AOA em méis. A importância desses dados se torna evidente se considerarmos que muitos dos AOA quando presentes em méis são relacionados a uma possível perda de qualidade do produto pela ocorrência ou adoção de processos pós-colheita inadequados.

METODOLOGIA

Reagentes

Foram adquiridos da Sigma-Aldrich (Saint Louis, Missouri, Estados Unidos) os reagentes brometo de cetil trimetil amônio (CTAB), β -alanina e os ácidos 3,5-dinitrobenzoico, maleico, malônico, tartárico, fórmico, cítrico, málico, glicólico, láctico, succínico, acético, propiônico, glucônico e glutárico. Água ultrapura (Milli-Q, Millipore, Bedford, Massachusetts, Estados Unidos) foi utilizada em todos os experimentos.

Pólen comercial

Uma amostra de pólen comercial (115 g) proveniente do município de Urupema, Santa Catarina, Brasil, foi adquirida em um comércio local de Alfredo Wagner, Santa Catarina, Brasil, no ano de 2016. A amostra de pólen foi mantida congelada (-18 °C) até o momento das análises. Esta foi avaliada em até 4 meses após a data de fabricação, estando dentro do prazo de validade do produto.

Determinação de ácidos orgânicos alifáticos

A investigação do perfil de AOA em pólen foi realizada de acordo com o método proposto por Azevedo et al. (2014), com modificações, utilizando um sistema de eletroforese capilar acoplado ao detector de arranjo de diodos (CE-DAD). A separação eletroforética ocorreu a 25 °C empregando uma voltagem de -30 kV e em um capilar não revestido de sílica fundida (64,5 cm de comprimento efetivo e 75 µm de diâmetro interno; Polymicro Technologies, Phoenix, Arizona, Estados Unidos). O eletrólito de corrida (pH 3,6) utilizado na separação foi composto de 21 mmol L⁻¹ de β-alanina, 10 mmol L⁻¹ de ácido 3,5-dinitrobenzoico e 1,5 mmol L⁻¹ de CTAB, sendo esta solução também utilizada no condicionamento do capilar entre corridas (lavagem por 1 min). Amostra e padrões foram introduzidos no capilar por meio de pressão hidrodinâmica (50 mbar por 3 s) e os analitos detectados pelo modo indireto em 254 nm (referência em 360 nm para inversão dos picos).

A amostra de pólen devidamente homogeneizada e triturada (1,0 ± 0,1 g) foi misturada com água (1:2; m/v), agitada em vórtex por 2 min e centrifugada durante 10 min a 14.000 rpm (Thermo Fischer Scientific Inc., Massachusetts, Estados Unidos). O sobrenadante foi injetado diretamente no sistema de CE-DAD, sendo subseqüentes diluições realizadas quando necessário. Para a identificação dos analitos, foi utilizado o método de adição de padrão comercial à amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pólen é uma possível fonte de AOA aos méis, podendo carrear ao mel AOA que são comumente vinculados a fermentação do mel, como o ácido acético (CHIRIFE; ZAMORA; MOTTO, 2006), e ao aquecimento do mel, como os ácidos levulínico e fórmico (SHAPLA et al., 2018), por exemplo.

Assim, no presente estudo, uma investigação exploratória referente a identificação dos AOA presentes em pólen comercial do município de Urupema, Santa Catarina, foi realizada (Figura 01).

Figura 01: Perfil de ácidos orgânicos alifáticos de baixa massa molar em amostra de pólen comercial do município de Urupema, Santa Catarina, Brasil, diluído 1:44 (m/v). Identificação dos picos: (#) desconhecido; (1) ácido fórmico; (2) ácido cítrico; (3) ácido málico; (4) ácido glicólico; (5) ácido lático; (6) ácido glucônico.

Fonte: Própria (2020).

Na Figura 01 é possível observar o eletroferograma da amostra de pólen comercial investigada. A partir dessa análise qualitativa foi possível verificar que, dos 13 AOA investigados (ácidos maleico, malônico, tartárico, fórmico, cítrico, málico, glicólico, lático, succínico, acético, propiônico, glucônico e glutárico), seis foram detectados na amostra de pólen: ácidos fórmico, cítrico, málico, glicólico, lático e glucônico. O AOA glucônico seguido de um pico desconhecido com tempo de migração em torno de 6,5 min parecem ser os compostos majoritários.

A presença do ácido glucônico em elevada abundância na amostra de pólen comercial sugere que este AOA esteja em concentrações elevadas nas plantas nas quais os seus pólenes foram coletados pelas abelhas, assim como também pode estar associada a ação da enzima glicose-oxidase e/ou da bactéria *Gluconobacter* spp., ambos provindos da abelha, sobre a glicose presente no pólen (BRUGNEROTTO et al., 2019). Tanto a enzima como a bactéria podem ter sido adicionados ao pólen pela abelhas durante a transferencia desse produto da flor até a colmeia. Sendo assim, esses achados são relevantes, uma vez que o ácido glucônico é o principal AOA presente em méis e, portanto, sugerem que o pólen é uma potencial fonte desse AOA ao mel. Vale destacar também que os resultados encontrados no presente estudo estão em concordância com relatos na literatura, onde o ácido glucônico foi reportado como o AOA majoritário em amostras de pólen da Turquia (KALAYCIOĞLU et al., 2017).

Considerando o estudo conduzido por Brugnerotto et al. (2019) em méis florais Catarinenses, incluindo do município de Urupema, foram reportados 14 AOA, incluindo todos os seis AOA encontrados no pólen comercial investigado no presente estudo. No estudo de Brugnerotto et al. (2019) foi utilizado um método por CE-DAD muito semelhante ao empregado nesse estudo e não foi detectado nenhum pico desconhecido próximo ao ácido fórmico. Esse fato permite propor que o composto desconhecido detectado em elevada abundância no presente estudo na amostra de pólen comercial é possivelmente degradado durante os processos envolvidos na elaboração e maturação do mel. Essa hipótese justificaria a sua presença no pólen mas ausência nos méis.

Além disso, é importante destacar a presença do ácido láctico e do ácido fórmico no pólen comercial. Quando presentes no mel, esses AOA indicam a ocorrência de processos de fermentação ou manipulação inadequada com consequente comprometimento da qualidade e segurança do produto (BRUGNEROTTO et al., 2019; SHAPLA et al., 2018). No entanto, a presença desses AOA em méis não deve ser premeditadamente vinculada com o comprometimento da sua qualidade e segurança pois a origem desses AOA pode estar relacionada com o pólen presente no mel e não a processos ou vias de deterioração. Essa hipótese é reforçada pelo estudo conduzido por Kalaycioğlu et al. (2017), onde o ácido láctico foi reportado como o segundo AOA encontrado em maiores concentrações em pólenes da Turquia.

Portanto, os resultados desse estudo preliminar demonstram claramente que existe a contribuição de forma efetiva do pólen na composição de AOA em méis. Assim, a investigação das origens dos AOA no mel, com especial atenção às fontes sacarínicas e ao pólen, torna-se importante para a avaliação da qualidade desse produto.

CONCLUSÕES

A partir desse estudo qualitativo e exploratório foi possível confirmar a presença de seis AOA além de um composto desconhecido em elevada abundância em pólen comercial e vincular esse produto como uma potencial fonte de AOA em méis. Ainda, esses dados demonstram a importância da investigação do perfil de AOA no pólen para o rastreamento das possíveis origens dos AOA nos méis, assim como da necessidade de estudos futuros direcionados à investigação quantitativa e de um número representativo de amostras.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES; código de financiamento 001) pelas bolsas de estudo e suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. S. et al. Screening and determination of aliphatic organic acids in commercial Brazilian sugarcane spirits employing a new method involving capillary electrophoresis and a semi-permanent adsorbed polymer coating. **Food Research International**, v. 60, p. 123–130, 2014.

BRUGNEROTTO, P. et al. A capillary electrophoresis method to determine aliphatic organic acids in bracatinga honeydew honey and floral honey. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 82, p. 103243, 2019.

CHIRIFE, J.; ZAMORA, M. C.; MOTTO, A. The correlation between water activity and % moisture in honey: fundamental aspects and application to Argentine honeys. **Journal of Food Engineering**, v. 72, p. 287–292, 2006.

EUROPEAN COMMISSION. European Commission Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey. **Official Journal of the European Communities**, p. 10–47, 2002.

KALAYCIOĞLU, Z. et al. Characterization of Turkish honeybee pollens by principal component analysis based on their individual organic acids, sugars, minerals, and antioxidant activities. **LWT**, v. 84, p. 402–408, 2017.

PITA-CALVO, C.; VÁZQUEZ, M. Differences between honeydew and blossom honeys: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 59, p. 79–87, 2017.

REYES, E. S.; SANCHÉZ, J. S. Botanical Classification. In: **Bee Products - Chemical and Biological Properties**. Cham (Switzerland): Springer International Publishing, 2017. p. 3–19.

SERAGLIO, S. K. T. et al. An overview of physicochemical characteristics and health-promoting properties of honeydew honey. **Food Research International**, v. 119, p. 44–66, 2019.

SHAPLA, U. M. et al. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. **Chemistry Central Journal**, v. 12, p. 1–18, 2018.

CAPÍTULO 35: SILÍCIO NO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO *IN VITRO* E NA ACLIMATIZAÇÃO DE *Cattleya amethystoglossa* LINDEN & RCHB.F. (ORCHIDACEAE).

CAPÍTULO 35: SILICIO EN CRECIMIENTO Y DESARROLLO *IN VITRO* Y ACCLIMATIZACIÓN DE *Cattleya amethystoglossa* LINDEN & RCHB.F. (ORCHIDACEAE).

CHAPTER 35: SILICON ON *IN VITRO* GROWTH AND DEVELOPMENT AND ACCLIMATIZATION OF *Cattleya amethystoglossa* LINDEN & RCHB.F. (ORCHIDACEAE).

João Eliézer de Souza Batista¹; Cibele Mantovani²; Kássia Barros Ferreira³; Antonio Maricélio Borges de Souza⁴; Kathia Fernandes Lopes Pivetta⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.328-334>

INTRODUÇÃO

As plantas ornamentais são reconhecidamente capazes de proporcionar bem-estar e satisfação àqueles que as contemplam; dentre elas, as orquídeas se destacam como mais apreciadas e de maior valor comercial (LORENZI e SOUZA, 2001). *Cattleya amethystoglossa* Linden & Rchb.f. é uma orquídea endêmica do Brasil, muitíssimo bela, que ocorre com maior frequência no estado da Bahia, mas também no Espírito Santo e Minas Gerais. (CATTLEYA, 2019).

O cultivo *in vitro* têm auxiliado na preservação de várias espécies vegetais, dentre elas as orquídeas. Esta técnica possibilita o manuseio de grande número de indivíduos em espaço reduzido, com controle dos fatores do ambiente e sob condições assépticas, estimulando o crescimento, e assim adquirindo o controle sobre o cultivo dessas espécies. Estudos que tenham como finalidade dominar os processos de propagação das orquídeas tornam-se extremamente importantes para que seja possível viabilizar a sua multiplicação em coleções vivas e possibilitar tanto a reintrodução na natureza como também a conservação daquelas espécies ameaçadas de extinção (FERREIRA e SUZUKI, 2008).

A aplicação de silício tem sido reportada por aumentar o crescimento e o desenvolvimento de várias plantas, portanto, é recomendada a sua inclusão como elemento

¹ Engenharia Agrônômica, FCAV Unesp, joaoeliezer12@gmail.com

² Doutora em Agronomia (Produção Vegetal), FCAV Unesp, orquidariomantovani@gmail.com

³ Pós graduanda em Agronomia (Produção Vegetal), FCAV Unesp, kassiaferreiraps@gmail.com

⁴ Pós graduando em Agronomia (Produção Vegetal), FCAV Unesp, maricelio_@hotmail.com

⁵ Professora Assistente Doutora, FCAV Unesp, kathiaflpivetta@hotmail.com

benéfico no meio de cultura de tecidos para resolver vários problemas na micropropagação e para aumentar o sucesso da cultura de tecidos (SIVANESAN e PARK, 2014).

Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo, estudar os efeitos da suplementação do meio de cultivo Murashige e Skoog com ácido monossilícico, no crescimento e desenvolvimento *in vitro* e na aclimatização de plântulas da orquídea *Cattleya amethystoglossa* Linden & Rchb.f..

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As flores de *Cattleya amethystoglossa* são de coloração rósea ou creme, pintalgadas de magenta, com labelo róseo e lobo terminal róseo escuro. Uma única haste floral pode apresentar até 15 flores, com tamanho médio de sete centímetros por flor. Pode ser encontrada em distintos habitats, ocorrendo na Floresta Atlântica, mas também na Caatinga, tanto em florestas semi-decíduas e decíduas, ou até em áreas bastante degradadas como epífita sobre licurizeiros (*Syagrus coronata*) (CATTLEYA, 2019). Na natureza, as orquídeas sobrevivem graças às associações ecológicas. Portanto, o cultivo *in vitro* é uma prática laboratorial que visa suprir suas exigências, para produção em larga escala, sob condições artificiais.

Após as orquídeas se desenvolverem *in vitro* e se apresentarem vigorosas com parte aérea e raízes bem formadas, já podem ser “aclimatizadas”, assim, as plântulas são levadas para casa de vegetação e passam por algumas modificações, como espessamento da folha e desenvolvimento de cutícula, para que estas consigam alcançar a estabilização do seu potencial hídrico, ou seja, passam a desenvolver características adaptativas de resistência para suportarem estresse abiótico e biótico das condições *ex vitro*. Ademais, as plantas deixam de ser heterotróficas e passam a ser autotróficas (FARIA et al., 2012).

O silício quando absorvido pelo vegetal, tende a acumular-se nas folhas, formando uma barreira protetora e regulando a perda de água da planta por transpiração, auxiliando o processo de aclimatização das plantas micropropagadas. Ao serem transferidas para o ambiente *ex vitro*, a principal causa de mortalidade durante esse processo é devido à perda de água, pela baixa funcionalidade dos estômatos e camada delgada de cera epicuticular (BARROS et al., 2002). A suplementação com esse elemento benéfico pode significar total êxito da iniciativa, isto é, sobrevivência das plântulas no período de transição das condições *in vitro* para ambientais, em casa de vegetação.

METODOLOGIA

Foi realizada pesquisa de caráter experimental e quantitativo. Todas as operações do experimento ocorreram em Jaboticabal-SP (Latitude: 21° 15' 19" S; Longitude: 48° 19' 21" W), nos domínios do Departamento da Ciência da Produção Agrícola, da FCAV Unesp.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Foram cinco tratamentos (1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 mmol de Si por litro de meio de cultivo e ausência do ácido monossilícico - controle), quatro repetições e 22 plântulas por parcela.

Plântulas com 5 ± 1 cm de altura foram transplantadas para frascos de vidro contendo meio de cultivo MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) com 30 g L⁻¹ de sacarose, 2 g L⁻¹ de carvão ativado, 6 g L⁻¹ de ágar e as diferentes doses de ácido monossilícico (ácido monossilícico - Zumsil®, densidade = 1,25 e Si = 79,3 g L⁻¹), de acordo com o tratamento; com pH ajustado para 5,8.

Após seis meses foram avaliadas, em três plantas por parcela, as seguintes características: altura da planta; número de brotos; número de folhas; área foliar, determinada pelo medidor modelo LICOR®, modelo 3100; número de raízes; índice de cor verde, com auxílio de um aparelho ClorofiLOG (FALKER®, modelo CFL1030) e massa seca da parte aérea e das raízes, onde as plantas foram retiradas dos frascos (*in vitro*) e das bandejas (aclimatização) e separadas em sistema radicular e parte aérea, embaladas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação de ar forçada, a 65 °C até atingirem massa constante. Os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial a fim de verificar o comportamento das variáveis em função do aumento da concentração de silício, empregando o *software* estatístico AgroEstat® (BARBOSA e MALDONADO JÚNIOR, 2015). A partir das plantas restantes, foram selecionadas 10 plantas/parcela, que foram aclimatizadas em casa de vegetação. Houve alto índice de mortalidade, não sendo possível realizar análise estatística, anotando-se a porcentagem de final de sobrevivência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficácia da suplementação do meio de cultivo com uma fonte de silício (ácido monossilícico) é evidente na maior concentração utilizada, uma vez que a maior dose de Si demonstrou melhores resultados em todos os parâmetros biométricos analisados, o que embasa a maior taxa de sobrevivência, também deste tratamento, em fase de aclimação

(Figuras 01, 02 e 03).

Figura 01: Aspecto geral das plantas de *Cattleya amethystoglossa* representantes de cada tratamento.

Fonte: Própria (2020).

Figura 02: Altura da planta (A), Massa seca da parte aérea (B), Área foliar (C), Índice de cor verde (D), Número de raízes (E) e Massa seca das raízes (F) de *Cattleya amethystoglossa* em função do aumento de doses de silício (ácido monossilícico).

Fonte: Própria (2020).

Figura 03: Sobrevivência de plantas de *Cattleya amethystoglossa* tratadas com diferentes doses e ausência de silício (ácido monossilícico) após três meses de aclimatização.

Fonte: Própria (2020).

A ação do elemento no vegetal proporciona fortalecimento estrutural, observado no espessamento da folha, desenvolvimento de cutícula e comprimento de raiz (Figura 01). Soares et al. (2011) relataram que a adição de $5,0 \text{ mg L}^{-1} \text{ K}_2\text{SiO}_3$ e $20,0 \text{ mg L}^{-1} \text{ Na}_2\text{SiO}_3$ ao meio Knudson C modificado também aumentou o comprimento das raízes em plantas da orquídea *Cattleya loddigesii*. As modificações morfológicas conferidas pela adição do Si corroboram para o desenvolvimento de características adaptativas de resistência contra o estresse característico das condições *ex vitro*.

Neste estudo, a suplementação de Si na dose de 4 mmol no meio de cultivo, via ácido monossilícico, durante a fase *in vitro*, resultou em alterações nas plântulas que proporcionaram maior taxa de sobrevivência na fase de aclimatização, no entanto, dependendo da fonte e concentração pode ocorrer toxicidade que pode induzir prejuízos na fisiologia de plantas de orquídea. A aplicação via foliar de 39 e 18 mmol L^{-1} Si na forma de ácido monossilícico no cultivo de híbridos de *Phalaenopsis* e *Dendrobium*, respectivamente, causou prejuízos e diminuiu a sobrevivências das plantas (Mantovani et al., 2018). O ácido monossilícico em meio de cultivo, também foi tóxico, provocando danos fisiológicos em concentrações maiores do que $14,1$ e $11,2 \text{ mmol L}^{-1}$ de Si e diminuição da sobrevivência das plantas de *Cymbidium atropurpureo* e de *Dendrobium secundum*, respectivamente (Mantovani et al., 2020).

CONCLUSÕES

A suplementação de Si na dose de 4 mmol no meio de cultivo, durante a fase *in vitro*, resultou em alterações nas plântulas proporcionando maior taxa de sobrevivência na fase de aclimatização.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, R.W. **AgroEstat** - sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: Unesp, 2015. 396p.
- BARROS, L. U.; CUNHA, C. F.; MIGUENS, F. C. Structure, morphology, and composition of silicon biocomposites in the palm tree *Syagrus coronata* (Mart.). **Becc Protoplasma**, v. 220, p. 89- 96. 2002.
- CATTLEA in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB11331>>. Acesso em: 03 Mai. 2019.
- FARIA, R. T.; ASSIS, A.M.; UNEMOTO, L. K.; CARVALHO, J. F. R. P. Produção de orquídeas em laboratório, Londrina: Mecenaz, 2012, 124p.
- FERREIRA, W.M.; SUZUKI, R.M. O cultivo in vitro de orquídeas como alternativa para a preservação de espécies nativas ameaçadas de extinção. In: LOIOLA, M.I.B.; BASEIA, I.G.; LICHSTON, J.E. (Eds). **Atualidades, desafios e perspectiva da botânica no Brasil**. Natal: Imagem Gráfica, p.67-68, 2008.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas Ornamentais no Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2001.
- MANTOVANI, C.; PRADO, R.M.; PIVETTA, K.F.L. Silicon foliar application on nutrition and growth of Phalaenopsis and Dendrobium orchids. **Scientia Horticulturae**, v.241, p.83-92. 2018.
- MANTOVANI, C.; PIVETTA, K.F.L.; PRADO, R.M.; SOUZA JÚNIOR, J.P.; NASCIMENTO, C.S.; NASCIMENTO, C.S.; GRATÃO, P.L. Silicon toxicity induced by different concentrations and sources added to in vitro culture of epiphytic orchids. **Scientia Horticulturae**, v.265, 2020 (on line).
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for a rapid growth and biossays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v.15, n.3, p.473-497, 1962.
- SIVANESAN, I.; PARK, S. **The Role of Silicon in Plant Tissue Culture**. Front. Plant Sci. v.5, p.571. 2014.

SOARES, J. D. R., PASQUAL, M., RODRIGUES, F. A., VILLA, F., ARAUJO, A. G. D.
Silicon sources in the micropropagation of the *Cattleya* group orchid. **Acta Scientiarum**. v.33,
p. 503-507, 2011.

CAPÍTULO 36: DIA DE CAMPO: PRÁTICAS NO SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA, PECUÁRIA, FLORESTA

CAPÍTULO 36: DÍA DE CAMPO: PRÁCTICAS EN EL SISTEMA DE INTEGRACIÓN LABRANZA, GANADERÍA, BOSQUE

CHAPTER 36: FIELD DAY: PRACTICES IN THE INTEGRATION SYSTEM FARMING, LIVESTOCK, FOREST

Danilo Dantas da Silva¹; Liliane Pereira Santana²; Maria do Socorro de Caldas Pinto³

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.335-339>

INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos naturais, em resposta a ação antrópica nos diferentes biomas, é um dos maiores problemas ambientais enfrentados na atualidade. Milhões de hectares de florestas foram desmatados ao longo dos anos para implantação de monocultivos ou pastagens, porém, muitas dessas áreas apresentaram rápido e acentuado declínio na capacidade de produção (FERREIRA et al., 2008).

Em se tratando da região Nordeste, o problema torna-se maior em decorrência das secas e da pecuária extensiva na Caatinga, que são fatores de alteração ambiental pelo uso de elevadas taxas de lotação, com sobrecarga animal em função da oferta de forragem (PARENTE; PARENTE, 2010). Como alternativa têm sido proposta a implantação de sistemas integrados, visando à produção sustentável por meio da interação entre atividades agrícolas, pecuária e floresta (BALBINO et al., 2011).

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e parceiros têm trabalhado no planejamento e disseminação de informações sobre esses sistemas, a exemplo da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), que pode trazer resiliência para produção agropecuária no Semiárido brasileiro. Assim, o objetivo deste trabalho é expor a experiência vivenciada em um dia de campo sobre práticas do sistema iLPF, ocorrido em Alagoinha, PB.

RELATO DE EXPERIÊNCIA

¹ Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, danilo20silva@hotmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, lilisantana48@gmail.com

³ Departamento de Agrárias e Exatas, Universidade Estadual da Paraíba, caldaspinto2000@yahoo.com.br

O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar), em parceria com a Embrapa e a Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regulação Fundiária (Empaer) realizaram o Dia de Campo sobre Práticas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF). O objetivo foi apresentar e discutir as principais metodologias, inovações e soluções tecnológicas do sistema, visando divulgar conhecimentos que promovam o manejo deste modelo de produção.

O Dia de Campo ocorreu em 13 de setembro de 2019 na Estação Experimental da Empaer, em Alagoinha, no Agreste paraibano e contou com a participação de técnicos da Assistência Técnica Gerencial do Senar, produtores rurais, pesquisadores, estudantes e técnicos de outras instituições. Participaram da cerimônia de abertura autoridades locais, convidados e o público em geral. O evento prosseguiu com visitas as estações montadas dentro dos módulos do sistema iLPF, conforme a programação (Tabela 01).

Tabela 01. Programação do Dia de Campo Sobre Práticas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF).

Programação	
8:00 – 8:30 h	Cerimônia de Abertura
9:00 – 9:30 h	Estação 1: Forrageiras e a importância da qualidade das sementes na produção de carne e leite na região do Brejo paraibano.
9:30 – 10:00 h	Estação 2: Classificação dos solos; Recomendação de adubação, correção e a evolução da atividade biológica dos solos.
10:00 – 10:30 h	Estação 3: Uso da cerca elétrica: garantindo aumento na área das pastagens e fornecendo a melhor parte das forrageiras para os animais; Ganhos de PDM no período da seca e das águas.
10:30 – 11:00 h	Estação 4: Planejamento da propriedade e custo na implantação do iLPF e seus diferentes arranjos produtivos.

Fonte: Senar-PB (2019)

A princípio ocorreu a recepção dos participantes, o credenciamento e a entrega de material de divulgação das ações desenvolvidas na Estação da Empaer de Alagoinha. Na solenidade de abertura, o presidente do Sistema Faepa/Senar, Mário Borba, destacou a união entre as instituições da Rede iLPF e a importância da ciência para o desenvolvimento da agropecuária.

O primeiro contato entre os participantes possibilitou um momento de interação e troca de conhecimentos acerca dos temas abordados posteriormente. Na primeira estação ocorreu um debate sobre a importância da qualidade de sementes de plantas forrageiras e a produção de forragem no Brejo paraibano. Os técnicos da Embrapa apresentaram a cv. BRS Zuri (*Panicum maximum*) como recomendada para pastejo em lotação rotacionada, de elevado valor nutricional e resistência a praga da cigarrinha (Figura 01.A).

Figura 01. Tecnologias para escolha de sementes forrageiras (A) e trincheira aberta no perfil do solo (B)

Fonte: Própria (2019)

A segunda estação tratou da classificação dos solos, recomendação de adubação, correção e a evolução da atividade biológica no sistema iLPF. Foi demonstrado a resposta do sistema radicular ao tipo de manejo e aberto uma trincheira no solo que possibilitou observar o perfil, assim como os horizontes (Figura 01.B).

A estação seguinte abordou o uso de cercas elétricas, que apresentam custo elevado na implantação, porém, maior durabilidade quando comparado às cercas convencionais. O custo é compensado pelos lucros futuros advindos da diversidade de atividades (Figura 02.A). Em seguida os técnicos trataram do ganho de peso/dia dos animais no período seco e das águas. Outro destaque foi a presença de árvores na pastagem que favorecem o conforto térmico, com variação de 34,0 a 41,8°C de temperatura, entre animais na sombra de árvores e animais expostos ao sol, respectivamente (Figura 02.B).

Figura 02. Secas elétricas no sistema iLPF (A) e conforto térmico proporcionado pelas árvores (B).

Fonte: Própria (2019)

A última estação discutiu a necessidade de planejamento da propriedade e o custo na implantação de um sistema iLPF. A gerência das atividades agropecuárias não pode ser desconsiderada ou relegada a segundo plano, sendo necessário o produtor saber o quanto pode ganhar com um determinado negócio. Nesse sentido, o Senar trabalha de forma sistêmica em cinco passos para que a propriedade rural produza mais e melhor, que são: diagnóstico produtivo individualizado; planejamento estratégico; adequação tecnológica; capacitação profissional complementar e avaliação sistemática de resultados.

Os resultados ambientais e econômicos, difundidos durante o dia de campo e decorrentes do sistema iLPF em Alagoinha - PB, favorecem a utilização desse modelo integrado no Brejo Paraibano. Por outro lado, questões como a aplicabilidade dessa integração para diferentes climas, solos, topografias e condições sociais dos envolvidos de outras regiões, devem ser consideradas.

CONCLUSÕES

O Dia de Campo possibilitou conhecer e divulgar entre os produtores rurais, pesquisadores e estudantes os benefícios do sistema iLPF. Proporcionou consolidar o papel da extensão rural e difundir tecnologias apropriadas ao homem do campo para o desenvolvimento de suas atividades.

REFERÊNCIAS

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; SILVA, V. P. et al. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1-12, 2011.

FERREIRA, L. R.; SANTOS, M. V.; FONSECA, D. M. et al. Plantio direto e sistemas integrados de produção na recuperação e renovação de pastagens degradadas. In: Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem, 4, 2008, Viçosa, MG. **Anais...Viçosa: UFV; DZO**, 2008. p. 373-399.

PARENTE, H. N.; PARENTE, M. O. M. Impacto do pastejo no ecossistema caatinga. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 13, n. 2, p. 115-120, 2010.

SENAR - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. Dia de Campo sobre iLPF reúne técnicos, pesquisadores e produtores rurais em Alagoinha. Disponível em: <<https://www.senarpb.com.br/noticia/dia-de-campo-sobre-ilpf-reune-tecnicos-pesquisadores-e-produtores-rurais-em-alagoinha/>> Acesso em: 19 de set de 2019.

CAPÍTULO 37: SETOR DIDÁTICO DE PLANTAS FORRAGEIRAS NA FORMAÇÃO ACADÊMICA DE PROFISSIONAIS DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CAPÍTULO 37: SECTOR DIDÁCTICO DE PLANTAS FORRAJERAS EN LA FORMACIÓN ACADÉMICA DE PROFESIONALES DE LAS CIENCIAS AGRARIAS

CHAPTER 37: EDUCATIONAL SECTOR OF FORAGE PLANTS IN THE ACADEMIC FORMATION OF AGRICULTURAL SCIENCE PROFESSIONALS

Danilo Dantas da Silva¹; Maria do Socorro de Caldas Pinto²

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.340-343>

INTRODUÇÃO

Atualmente, no Brasil, a área total de pastagens (naturais e cultivadas) é de aproximadamente 180 milhões de hectares, ocupando 20% do território nacional. Uma característica importante da pecuária brasileira é ter o pasto como alimento quase que exclusivo para o rebanho, que se constitui como uma forma econômica e prática de produzir, garantindo competitividade de preços no mercado e a sustentabilidade econômica da atividade (FERRAZ; FELÍCIO, 2010).

Apesar da importância das plantas forrageiras na produção animal, o descaso com as áreas de pastagens é histórico e decorre de uma mentalidade extrativista que domina até os dias atuais. A principal consequência é a alta incidência de pastagens em algum nível de degradação, caracterizada pela acentuada diminuição da produtividade agrícola, podendo implicar na capacidade de manter a produtividade do ponto de vista biológico, ou seja, acumular biomassa (DIAS-FILHO, 2011).

Neste sentido, Silva e Botelho (2018), acreditam que a difusão de conhecimentos teóricos e práticos sobre espécies forrageiras possa promover mudanças na forma de gerir as pastagens e as novas gerações de profissionais contribuir com avanços no sistema de produção a pasto. O objetivo deste trabalho é expor a importância da manutenção de um Setor Didático de Plantas Forrageiras na formação acadêmica de profissionais das Ciências Agrárias.

RELATO DE EXPERIÊNCIA

¹ Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, danilo20silva@hotmail.com

² Departamento de Agrárias e Exatas, Universidade Estadual da Paraíba, caldaspinto2000@yahoo.com.br

A área destinada ao Setor Didático de Plantas Forrageiras pertence ao Departamento de Agrárias e Exatas da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus IV, no município de Catolé do Rocha, PB (6°20'38''S e 37°44'48''W). Antecedendo a revitalização do setor, foi realizado o planejamento e a escolha de espécies forrageiras relevantes, considerando a importância e a qualidade para a região.

Quanto a implantação, primeiramente foi realizado o preparo do solo com limpeza, a fim de retirar plantas indesejáveis, seguida de adubação com esterco bovino. Fez-se a divisão da área em 28 canteiros nas dimensões de 3,00 x 3,00 m (9 m²) (Figura 01.A). Com os canteiros devidamente prontos, os alunos da disciplina Forragicultura do Curso Técnico em Agropecuária da Escola Agrotécnica do Cajueiro (EAC) realizaram a semeadura e/ou plantio de 20 espécies forrageiras (Figura 01.B).

Figura 01. Vista parcial do Setor Didático de Forragicultura após construção dos canteiros (A) e alunos

participando das atividades de revitalização do setor (B).

Fonte: Própria (2019)

Os alunos realizaram semanalmente o acompanhamento das plantas, verificando a ocorrência de pragas e controlando as espécies espontâneas por meio de capina manual ou com auxílio de enxadas. O setor passou a contar com seis canteiros de gramíneas, cinco com leguminosas, quatro canteiros com cactáceas, dois de espécies convolvuláceas, dois com euforbiáceas e um canteiro com uma moringaceae (Tabela 01). Confeccionou-se placas para identificação com o nome científico e comum das espécies, que foram devidamente posicionadas nos canteiros.

Tabela 01. Lista de espécies nativas e exóticas cultivadas no Setor Didático de Forragicultura.

Nome científico	Nome Comum	Família botânica
-----------------	------------	------------------

<i>Aristida adscensionis</i> L.	Capim panasco	Poaceae
<i>Cenchrus Ciliaris</i> L.	Capim-buffel	Poaceae
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Capim colônia	Poaceae
<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.	Capim elefante	Poaceae
<i>Saccharum officinarum</i> L.	Cana de açúcar	Poaceae
<i>Urochloa mosambicensis</i> (Hack.) Dandy	Capim-corrente	Poaceae
<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Batata doce	Convolvulaceae
<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	Jitirana peluda	Convolvulaceae
<i>Arachis hypogaea</i> L.	Amendoim	Fabaceae
<i>Arachis pintoi</i> Krapov. & WC Greg.	Amendoim forrageiro	Fabaceae
<i>Gliricidia sepium</i> Kunth ex Steud.	Glirícia	Fabaceae
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucena	Fabaceae
<i>Macroptilium lathyroides</i> (L.) Urb.	Feijão de rolinha	Fabaceae
<i>Manihot pseudoglaziovii</i> Pax & K. Hoffm.	Maniçoba	Euforbiaceae
<i>Cnidocylus quercifolius</i> Pohl	Faveleira	Euforbiaceae
<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringa	Moringaceae
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Mandacaru	Cactaceae
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Mandacaru sem espinho	Cactaceae
<i>Opuntia stricta</i> Haw	Palma orelha de elefante	Cactaceae
<i>Pilosocereus gounellei</i> (A. Webw. ex K. Schum.)	Xiquexique	Cactaceae

Fonte: Própria (2019)

O Setor Didático de Plantas Forrageiras tem contribuído com os cursos de Licenciatura Plena em Ciências Agrárias, Agronomia e Técnico em Agropecuária, possibilitando aos discentes conhecer espécies forrageiras nativas ou exóticas (Figura 02.A) e colocar em prática o conhecimento teórico adquirido, traçando caminhos para o futuro campo de atuação (Figura 02.B). As ações de extensão necessitaram de reuniões semanais com a equipe envolvida para programar a execução de atividades relacionadas ao manejo das culturas tais como plantio, irrigação, adubação e as atividades práticas.

Figura 02. Canteiro com palma forrageira (A) e atividades práticas no Setor de Forragicultura (B).

Fonte: Própria (2019)

O setor tem apresentado extrema importância para formação dos discentes, dando-lhes oportunidade de realizar o estágio de Conclusão do Curso Técnico em Agropecuária. Os

alunos demonstraram maior interesse nas aulas teóricas, melhorando o desempenho acadêmico nas disciplinas correlatas à forragicultura. Além disso, o setor tem atendido a demanda de outras instituições como o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR/PB) e o Instituto Federal da Paraíba, que trazem os seus alunos para realizarem atividades práticas.

CONCLUSÕES

A revitalização e manutenção de um Setor Didático de Plantas Forrageiras é uma ferramenta indispensável na difusão de conhecimentos e no processo de formação acadêmica de profissionais das Ciências Agrárias. A realização de atividades práticas proporcionaram relacionar com o conteúdo teórico a cerca de espécies forrageiras, melhorando o desempenho dos discentes.

REFERÊNCIAS

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4. ed. rev., Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 215p.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. D. Production systems - an example from Brazil. **Meat Science**, v.84, n.2, p. 238-243, 2010.

SILVA, M. S. J.; BOTELHO, R. F. Implantação de campo agrostológico: vivência e aprendizado prático na formação dos futuros profissionais das ciências agrárias. In: IX Seminário Regional de Extensão Universitária da Região Centro-Oeste, 2018, Rio Verde - MS. **Anais** do IX Seminário Regional de Extensão Universitária da Região Centro-Oeste, 2018.

CAPÍTULO 38: (RE) APROVEITAMENTO DE ALIMENTOS: UMA NOVA VISÃO DE SAÚDE PARA COLETIVIDADE DA TERCEIRA IDADE

CAPÍTULO 38: (RE) USO DE ALIMENTOS: UNA NUEVA VISIÓN DE SALUD PARA LA COLECTIVIDAD DE LA TERCERA EDAD

CHAPTER 38: (RE) FOOD USE: A NEW VISION OF HEALTH FOR THE THIRD AGE COLLECTIVITY

Eurídice Alencastro¹; Antônio Nantes²; Aline Henz³; Cristina Shiota⁴; Isabel Silva⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.344-347>

INTRODUÇÃO

Como forma de ampliar sua missão institucional e abranger a Educação pelo Ensino, a Pesquisa e a Extensão, contemplando as bases das instituições universitárias de Ensino Superior (IES), através do desenvolvimento de ações sociais, com foco direcionado à população adulta e/ou idosa, na faixa etária a partir dos 55 (cinquenta e cinco) anos, em específico de Foz do Iguaçu e dos municípios limítrofes, a Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), no campus de Foz do Iguaçu, deu início no ano de 2008 ao projeto de extensão denominado Universidade aberta à terceira Idade (UNATI).

O Programa UNATI com esse formato/estrutura se faz presente em 13 (treze) Estados brasileiros, na forma de educação não formal onde desenvolve projetos com objetivos de criar espaços de convivência para essa faixa etária e a promoção da saúde, através de atividades físicas, manuais, artísticas e intelectuais, além de atualizar os conhecimentos do dia a dia nos mais diversos temas, onde se inclui: informática, línguas, nutrição, educação financeira, entre outros.

O Programa UNATI não tem caráter assistencial, nem expectativa de retorno lucrativo de investimento, e sua base é voltada com a finalidade de reduzir a carência de conhecimento das famílias cadastradas. O Programa se faz em um processo de educação

¹ Professora Doutora do Curso de Hotelaria, Universidade Estadual do Oeste do Paraná- Unioeste- Foz do Iguaçu- PR, calencastro@yahoo.com.br

² Professor Mestre do Curso de Administração, Universidade Estadual do Oeste do Paraná- Unioeste- Foz do Iguaçu- PR, acnantes@yahoo.com.br

³ Professora Doutora do Curso de Turismo, Universidade Estadual do Oeste do Paraná- Unioeste- Foz do Iguaçu- PR, alinepatriciah@yahoo.com.br

⁴ Bacharel em Hotelaria do Curso de Hotelaria da Universidade Estadual do Oeste do Paraná- Unioeste- Foz do Iguaçu- PR, cristinashiota2@gmail.com

⁵ Bacharel em Hotelaria do Curso de Hotelaria da Universidade Estadual do Oeste do Paraná- Unioeste- Foz do Iguaçu- PR, xiquinha1959@gmail.com

permanente de ações conjuntas que assegurem a essa faixa etária seus direitos sociais, autonomia, integração e participação social, conforme declarado no texto da Lei 8.842/94 relativa à Política Nacional do Idoso. Além disso, o Programa se insere nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), apresentados pela Organização das Nações Unidas (ONU) como indispensáveis para garantir prosperidade e qualidade de vida.

Neste contexto, diversos projetos são ofertados a esse público alvo, divididos em módulos, e dentre eles, um voltado à área da alimentação saudável, intitulado: “(Re) Aproveitamento de Alimentos: uma nova visão de saúde para coletividade da terceira idade”, tema desse relato de experiência.

O Programa UNATI neste módulo em específico, teve o objetivo de implantar através da educação alimentar o aproveitamento e reaproveitamento de alimentos, de forma a enfatizar a importância e destinação de seus resíduos orgânicos produzidos dentro da cozinha doméstica, além de mostrar o valor funcional e nutritivo dos alimentos, sem perda de nutrientes e manutenção da saúde corporal.

RELATO DE EXPERIÊNCIA

O Projeto em questão foi inicialmente idealizado pelo Professor Mestre Antônio Carlos Nantes, onde o mesmo atuou até o ano de 2019 no mais completo brilhantismo e divulgação, o que o fez Presidente da ABRUNATI - Associação Brasileira das Universidades Abertas à Terceira Idade (ABRUNAT), na Gestão 2012 a 2016, com a mesma metodologia atuante na cidade de Toledo-PR, ao qual está vinculado.

A metodologia aplicada no projeto na época deste relato de experiência foi através de seminários e aulas expositivas e práticas, além de vídeos e discussão em grupo do tema em questão.

Como forma a conscientizar o público-alvo e melhor captação do tema foram aplicadas práticas na cozinha-escola do Laboratório de Alimentos e Bebidas do Curso de Hotelaria da Unioeste, onde foram identificados e quantificados alguns alimentos desperdiçados e trazidos da cozinha doméstica dos mesmos, sendo aplicadas dinâmicas de combate ao desperdício de alimentos, a importância dos alimentos funcionais e de destinação dos resíduos.

Alguns dos tópicos apresentados nas metodologias usadas foram: A importância de reciclagem e não desperdiçar; Classificação e destinação de resíduos e lixo e Higiene

adequada para o aproveitamento e reaproveitamento de alimentos; Tabus, mitos e simbolismo alimentares; Alimentos: Características ideais, alimentos funcionais sua conservação para utilização; Organização de geladeira: minimizando contaminações alimentares, e por fim, foram elaborados cardápios com (re)aproveitamento de alimentos, em receitas fornecidas pela ministrante e pelo público discente, além de dicas e custos. Vale lembrar que o reaproveitamento das sobras de alimentos no momento da elaboração dos pratos, sempre obedeciam às normas das boas práticas da ANVISA, em sua normativa NR 216/ 2004.

Para Kakitani, *et al* (2014), o reaproveitamento de sobras pode ser feito com alimentos prontos que não foram colocados para exposição, e estes devem ser monitorados quanto ao tempo e temperatura de armazenamento, evitando o crescimento microbiano até o consumo e a ocorrência de DTA's. Esperança (1999) relata que podem ser elaborados alimentos com sobras e define os alimentos prontos, os que não foram distribuídos, como sobras limpas e não como restos. As imagens a seguir mostram alguns momentos do projeto de extensão em sua atuação:

Figura 01 e 02: Aula expositiva do tema Aproveitamento e Reaproveitamento de Alimentos ministrada pela Prof. Dra. Eurídice Alencastro e entrega de certificado à uma das alunas de graduação em Hotelaria, colaboradora.

Fonte: Própria (2019).

Figura 03: Aula prática no laboratório de A&B do Curso de Hotelaria- Produção de bife de casca de banana e finalização das aulas com coffee break de reaproveitamento de alimentos preparados pelos alunos

Fonte: Própria (2019).

CONCLUSÕES

Considerando que num mundo em que há aproximadamente 870 milhões de pessoas

sofrendo de desnutrição, e que ao mesmo tempo, 1,3 bilhão de toneladas de alimentos é desperdiçado anualmente (de acordo segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO), propor a redução e uma correta destinação dos resíduos orgânicos produzidos na cozinha doméstica, tendo como consequência, maior economia, melhor nutrição e menor impacto ambiental se faz extremamente necessário.

Foi, e porque não dizer, é notória a satisfação do público alvo no momento que se aplica o projeto UNATI. Percebe-se o sentimento de prazer no desempenho dos participantes em todos os módulos aplicados. No caso do módulo de nutrição, vê-se que alimentar-se, pra eles, tornou-se mais que simplesmente comer. Tornou-se nutrir-se, além da união de suas idéias, com o convívio entre eles, e da captação dos conhecimentos necessários para os mesmos. Como contribuição, existe a possibilidade de desenvolver um livro com as receitas que os participantes criaram nas atividades de (re) aproveitamento dos alimentos. Seria interessante publicar tais receitas desse público tão seletivo e aplicado, que são os discentes da UNATI.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, T. F.S; MONTEIRO, J. B.R.; ORNELAS, A.P.R.C. **Fatores que afetam o consumo alimentar e a nutrição do idoso.** Rev. Nutri., Campinas, V. 13, n 3 set./Dez. 2000.

ESPERANÇA, Leila.M.B. **Estudo comparativo do desperdício alimentar observado em hospitais público e privado.** Cadernos, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 68-69, jan./jun. 1999.

KAKITANI, Rafael; DA SILVA, Tenório Itiro Fukushima Feliciano; SHIINO, Eline Tiemi. **Desperdício de alimento no pré-preparo e pós-preparo em um refeitório industrial.** Revista Ciências do Ambiente On-Line Junho, 2014 Volume 10, Número 1. Disponível em:< <http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/viewFile/407/328>> Acesso em: 19 out. 2020.

TEICHMANN, Ione Teresinha Mendes, **Cardápios: técnicas e criatividade;** Caxias do Sul; Editora EDUCS; 2000.

CAPÍTULO 39: EFICIÊNCIA NO USO DE ÁGUA EM PRODUTORES DE MORANGO NA LOCALIDADE DE SÃO PEDRO, MELIPILA, REGIÃO METROPOLITANA, CHILE

CAPÍTULO 39: EFICIENCIA EN EL USO DE AGUA EN PRODUCTORES DE FRUTILLA DE LA LOCALIDAD DE SAN PEDRO, MELIPILLA, REGIÓN METROPOLITANA, CHILE

CHAPTER 39: EFFICIENCY IN THE USE OF WATER IN STRAWBERRY PRODUCERS IN THE LOCALITY OF SAN PEDRO, MELIPILLA, METROPOLITAN REGION, CHILE

Andrea Pilar Baeza Villarroel¹; Natalia Ovalle²; Néstor Salas³; Ronald Sánchez⁴; Sebastian Martínez⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.348-352>

INTRODUCCIÓN

La producción de frutillas en Chile se concentra principalmente en las regiones del Maule y Metropolitana, las cuales abarcan el 80% de la superficie cultivada en el país (Pefaur Lepe, 2014). En San Pedro, comuna ubicada en la Provincia de Melipilla, Región Metropolitana, se encuentra el principal nicho productivo de frutillas para mercados internacionales y nacionales de la zona central del país (Municipalidad de San Pedro, 2019), principalmente en manos de pequeños agricultores que en promedio cuentan con 0,5 a 2 hectáreas productivas, lo que constituye la base del ingreso monetario para una gran cantidad de agricultores de la comuna (Consultorías Profesionales Agraria Ltda., 2015).

La comuna se caracteriza por tener un clima semiárido, con influencia costera, la información climatológica de la zona en los últimos 30 años, nos indica que la temperatura media es de 13,9 °C, con una humedad relativa de 79%, precipitaciones anuales de 396 mm, evapotranspiración potencial de 1230 mm y un déficit hídrico acumulado de 987 mm, evidenciando los efectos del cambio climático y aumento en la escases del recurso hídrico de la zona (Santibañez, y otros, 2014). La provincia de Melipilla ha sido declarada “zona de escasez hídrica” durante varios años consecutivos, indicando la fuerte falta del recurso y la sequía que afecta a la zona en los últimos 10 años, es por esta razón que es vital realizar un manejo eficiente del recurso hídrico, implementado técnicas de eficiencia de uso de agua y

¹ Ingeniera agrónoma, Docente INACAP, andrea.baeza03@inacapmail.cl

² Estudiante Ingeniería Agrícola INACAP, natalia.ovalle02@inacapmail.cl

³ Estudiante Ingeniería Agrícola INACAP, nestor.salas@inacapmail.cl

⁴ Estudiante Tecnología Agrícola INACAP, ronald.sanchez02@inacapmail.cl

⁵ Estudiante Ingeniería Agrícola INACAP, sebastian.martinez58@inacapmail.cl

teniendo en consideración que más del 70% del reservorio de agua del país es destinado al rubro agropecuario.

INFORME DE EXPERIENCIA

Metodología: El objetivo de esta experiencia fue determinar la eficiencia del uso de agua en los productores de frutilla de la comuna de San Pedro, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana, de tal forma de fortalecer el ámbito productivo de la zona. Para poder cuantificar el uso de agua en los predios de frutillas, se elaboró una encuesta y lista de verificación, que abarcó los principales usos de agua directos dentro de la producción primaria de frutillas. La encuesta abarcó los ítems de mayor relevancia, como: variedades utilizadas superficie de cultivo, características de suelo, tipo de riego, uso de agua de riego y de otras labores agrícolas, entre otras. Las encuestas fueron realizadas entre mayo y septiembre del año 2019. Se aplicaron 4 encuestas a agricultores que trabajan coordinadamente con la empresa Agrofrutillas San Pedro S.A., que agrupa más de 30 productores de frutilla de la zona.

Caracterización de las zonas productivas: Los productores corresponden principalmente a pequeños agricultores, con menos de 5 hectáreas cultivadas. Dentro del universo de agricultores entrevistados el promedio de superficie con frutillas fue de 1,93 hectáreas y las variedades utilizadas por los encuestados son Monterey, Cabrillo y Portola (Tabla 1). Las variedades utilizadas son de día neutro, es decir, que no requieren de fotoperiodo para fructificar, proceso que sucede cuando las temperaturas están por sobre los 12°C. Estas variedades se pueden plantar en distintos meses del año, como en verano (enero – febrero), inicios de invierno (mayo) y primavera (septiembre – octubre), la fecha de plantación determinará la etapa productiva de las variedades, abarcando desde septiembre hasta abril (Undurraga & Vargas, 2013).

Tabla 1. Características generales de los predios encuestados en San Pedro, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana, Chile.

Características del cultivo	Predio			
	1	2	3	4
Superficie cultivada (ha)	1	2	4	0,72
Variedades	Monterey	Monterey	Portola / Cabrillo	Portola / Cabrillo
Fecha plantación	Marzo 2019	Octubre 2018	Junio 2019	Junio 2019
Rendimiento (ton/ha)	20	80	84	60

Fuente. Elaboración propia (2019).

El suelo es uno de los recursos clave para la productividad y manejo del agua en el cultivo de frutilla. La textura del suelo es un componente físico que permite retener o almacenar agua en el suelo para ser utilizada por los cultivos. Los agricultores encuestados presentan suelos del tipo franco arcilloso a arcillo arenoso. Los cuales presentan un contenido entre 20 a 65 % de arena, 15 a 50% de limo y entre 27 a 55% de arcilla, lo que los hace suelos con una buena retención de agua, porosidad y drenaje, adecuados para frutillas (Ferreyra & Sellés, s.a.). La profundidad de suelo en los predios encuestados variaba entre 100 y 120 cm, mientras que la profundidad de raíces puede llegar hasta los 50 cm en cultivos en plena producción.

Huella hídrica: Dentro de las actividades que utilizan agua en la producción primaria de frutillas, se evaluó su uso en agua de riego, limpieza de implementos de cosecha, aplicación de productos fitosanitarios y finalmente uso en servicios higiénicos y agua de bebida del personal de trabajo de cada predio. En la Tabla 2 se observan los valores obtenidos para determinar la eficiencia en el uso de agua, en m³ de agua utilizada por tonelada de fruta producida.

Tabla 2. Uso de agua directa en m³ por temporada y eficiencia en el uso de agua (EUA) en 4 predios encuestados de San Pedro, Provincia de Melipilla, Región Metropolitana, Chile.

Ítems	Uso de agua (m ³ / temporada)					Participación
	Predio 1	Predio 2	Predio 3	Predio 4	Promedio	
Servicios higiénicos	15,0	20,0	17,0	ND	17,3	0,27%
Agua bebida	2,0	1,0	0,5	ND	1,2	0,02%
Lavado bandejas	4,0	2,5	2,0	8,4	4,2	0,06%
Aplicaciones Agroquímicos	3,6	12,0	6,0	11,2	7,2	0,11%
Riego	16.933,3	12.692,3	6.095,2	ND	11.907,0	99,75%
Total (m ³ /Ha/temporada)	16.957,9	12.727,8	6.120,7	ND	11.936,9	100,00%
Producción temporada (Ton/Ha)	20,0	80,0	84,0	60	61,0	
EUA (m³/Ton fruta)	847,9	159,1	72,9	ND	195,7	

Fuente: Elaboración propia (2019).

La huella hídrica o agua consumida que pasa a formar parte del producto ha sido

estudiada en numerosas investigaciones. Estudios realizados en Córdoba Argentina, determinan que se requieren 106,1 m³ de agua para producir una tonelada de frutillas, bajo las condiciones de mulch plástico y microtúneles (Domínguez & Chauvet, s.a.). Mientras que ensayos llevados a cabo en España durante la temporada 2014/15 demuestran que se necesitan 47 m³ de agua por tonelada de fruta producida (Aguilar & Orlando, 2018). Existe gran diferencia entre distintos estudios realizados a nivel mundial, principalmente debido a que en el uso de agua influyen fuertemente las condiciones edafoclimáticas de la zona y los manejos agronómicos del cultivo, es así como cada país o sistema productivo local debiese calcular y manejar sus propios valores de uso de agua, para generar las medidas de mitigación. Esta misma variabilidad se puede observar en los datos recolectados en San Pedro, en donde los valores de uso de agua van desde los 73 a los 857 m³ de agua por tonelada de frutilla producida, con un promedio de 196 m³/ton, valores superiores a los consultados en la literatura. Las principales pérdidas de agua encontradas fueron correspondientes al riego, el cual no cuenta con una programación calculada específicamente para la zona y cultivo. Las diferencias entre cada agricultor encuestado fueron importantes y se debe proponer una alternativa para disminuir esta brecha.

CONCLUSIONES

La comuna de San Pedro, ubicada en la Provincia de Melipilla, es la principal zona productiva de frutillas de la Región Metropolitana, destinando su producción directamente al mercado fresco y agroindustrial nacional e internacional. La localidad ha sido declarada con escasez hídrica, presentado cerca de 10 años continuos de sequía, con un déficit hídrico promedio de 1000 milímetros. El uso eficiente de agua se hace primordial, para poder mantener el sustento productivo de la comuna, que está principalmente en manos de pequeños agricultores. Los cuales a lo largo de los últimos años han disminuido la superficie cultivada, debido a la sequía. Dentro del uso de agua directo en la producción primaria de frutillas, un 99,75% corresponde al agua utilizada para riego, siendo el principal componente que marca la eficiencia del sistema productivo. En general, el sector no cuenta con tecnologías y cálculos agronómicos para la programación del riego, haciendo un uso excesivo del recurso, en una zona de escasez hídrica. Se hace imperativo aplicar tecnologías, programación predictiva y control de los métodos de riego, acompañado con capacitaciones directas a los agricultores.

REFERENCIAS

AGUILAR, T., & ORLANDO, D. Utilidades y limitaciones del indicador Huella de agua de riego aplicado al cultivo de fresa en el entorno del Parque Nacional Doñana. Universidad de Córdoba, España. 2018.

CONSULTORÍAS PROFESIONALES AGRARIA LTDA. Diagnóstico Planes Marcos de Desarrollo Territorial (PMDT): Territorio 1 San Pedro. Santiago, Chile: Gobierno de Chile. 2015.

DOMÍNGUEZ, V., & CHAUVET, S. (s.a.). Huella de agua: un punto de partida para la reducción de agua en un empaque de frutillas. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

FERREYRA, R., & SELLÉS, G. Manual de riego para especies frutales: uso eficiente del agua de riego y estrategias para enfrentar períodos de escasez. Santiago, Chile: Boletín INIA N°278. 2013.

MORALES, C. Manual de manejo agronómico de la frutilla. 17. Municipalidad de San Pedro. (Diciembre de 2019). <https://www.munisanpedro.cl>. Obtenido de <https://www.munisanpedro.cl/comuna/#1514403822675-f982e675-d631>. 2017.

SANTIBAÑEZ, F., SANTIBAÑEZ, P., CAROCA, C., MORALES, P., GONZÁLEZ, P., GAJARDO, N., MELILLÁN, C. Atlas del cambio climático en las zonas de régimen árido y semiárido: Regiones de Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana, Chile. Santiago: Centro AGRIMED, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 2014.

UNDURRAGA, P., & VARGAS, S. (2013). Manual de Frutilla. Boletín INIA, 262.

CAPÍTULO 40: DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM CARRINHO AUTÔNOMO PARA A PROSPECÇÃO DE VARIÁVEIS PRODUTIVAS NO CULTIVO DE MORANGO DE PEQUENOS AGRICULTORES DA BACIA DE YALI (REGIÃO METROPOLITANA)

CAPÍTULO 40: DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UN CARRO AUTÓNOMO PARA PROSPECCIÓN DE VARIABLES PRODUCTIVAS EN CULTIVO DE FRUTILLAS DE PEQUEÑOS AGRICULTORES DE LA CUENCA DEL YALI (REGIÓN METROPOLITANA)

CHAPTER 40: DEVELOPMENT AND EVALUATION OF AN AUTONOMOUS TROLLEY FOR PROSPECTING PRODUCTIVE VARIABLES IN STRAWBERRY CULTIVATION OF SMALL FARMERS IN THE YALI BASIN (METROPOLITAN REGION)

Ninrod Mena Zumarán¹; Andrés Honeyman²; Rubén Moreno³; Cecilia Gutiérrez⁴

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.353-357>

INTRODUCCIÓN

En el contexto del Acuerdo Voluntario para la Gestión de Cuenca (AVGC) impulsado por el Ministerio del Medio ambiente y la Agencia de sustentabilidad y Cambio Climático, estudiantes de INACAP, del área de Informática y Telecomunicaciones, de la carrera de Telecomunicaciones, Conectividad y Redes, en conjunto con las áreas de Agroindustria y Medio Ambiente y Mecánica, se encuentran desarrollando un prototipo a escala real de un vehículo automatizado que permitirá realizar pruebas en terreno para verificar el vigor vegetativo de plantaciones de frutillas de agricultores localizados en la Comuna de San Pedro de la Provincia de Melipilla, Región Metropolitana, Santiago, Chile. Específicamente el trabajo se desarrolla en la Cuenca de El Yali, sector de la provincia históricamente reconocido por la producción de esta especie y actualmente en tramitación del Sello de origen de las Frutillas de San Pedro, sector muy afectado por la mega sequía de los últimos 10 años que hace cada vez más difícil la producción de esta especie y la subsistencia de sus agricultores. El objetivo del carro es utilizar tecnologías de la información y comunicaciones para el envío de datos y posterior análisis, es importante la selección de los softwares para el control de los equipos de red que serán utilizados, y pensando en prevenir posibles ataques de malware y

¹ Telecomunicaciones Conectividad y Redes, INACAP, ninrod.mena@inacapmail.cl

² Ingeniería Agrícola, INACAP, andres.honeyman@inacapmail.cl

³ Mecánica, INACAP, INACAP, ruben.romero@inacapmail.cl

⁴ Vicerrectoría académica, INACAP, cguti@inacap.cl

otros de este tipo se deberán establecer políticas de seguridad y monitoreo remoto.

El uso de cámara multiespectral sobre carro autónomo se utiliza para la determinación del índice de vigor NDVI, generando mapas de vigor sitio específico, que, con registros del manejo de fertilización y riego, permitirán implementar una estrategia sustentable para los cultivos. En su primera etapa se espera contar con este carro para poder implementar y montar los equipos necesarios que permitan obtener muestras de las plantas de frutillas, es decir, el sensor NDVI, un GPS para geolocalización, un equipo móvil y antenas que permitan el enlace con un servidor de almacenamiento de datos.

La metodología utilizada es el aprendizaje a través de metodologías activas (Nel, 2017; INACAP, 2018), cuya estrategia metodológica es el ABPro y se inserta en una asignatura de la Carrera Telecomunicaciones, Conectividad y Redes (Aksela and Haatainen, 2018).

Los docentes que participan fueron seleccionados según las asignaturas que dictan y las necesidades del proyecto. Los estudiantes, de cuarto semestre, que participan lo hacen de manera voluntaria y eligen un proyecto en el contexto de su asignatura de Taller de Integración I. Los estudiantes son invitados por cada docente usando 3 criterios: i) por invitación del respectivo docente, ii) por interés personal del estudiante y/o iii) por su progresión académica.

INFORME DE EXPERIENCIA

El Objetivo general del Proyecto es desarrollar y evaluar un vehículo autónomo para apoyar la toma de decisiones asociadas a variables productivas en cultivo de frutillas de pequeños y medianos agricultores. Los objetivos específicos son: 1) Desarrollar un vehículo autónomo capaz de transportar los equipos de prospección de parámetros productivos a través del cultivo de frutilla, en forma rápida y segura, 2) Desarrollar una estructura de telecomunicación que permita, tanto el control del vehículo como la transmisión de los datos recolectados, 3) Evaluar el desempeño del vehículo y su capacidad de adaptación a las diferentes realidades de los agricultores beneficiarios y 4) Transformar los datos recolectados en información útil para la toma de decisiones por parte de los agricultores beneficiarios, mediante agricultura de precisión.

Fases desarrolladas en el Proyecto. Objetivo específico 1: “Desarrollar un vehículo autónomo capaz de transportar los equipos de prospección de parámetros productivos a través del cultivo de frutilla, en forma rápida y segura.” Al respecto este objetivo está parcialmente

logrado, el carro se ha diseñado (v3) y se tiene un modelo a escala que requiere el cableado eléctrico y la instalación de los motores. Respecto de los motores se realizó la programación a escala en motores paso a paso para un carro de juguete y se controló a través de una placa Arduino. Objetivo específico 2: “Desarrollar una estructura de telecomunicación que permita, tanto el control del vehículo como la transmisión de los datos recolectados.” Propuesta desarrollada con configuración, lograda y probada, se ve en la figura 02 y la configuración utilizada en prototipo a escala en la figura 03. Para ello es necesario el uso de programación de Arduino y hoy se utilizarán facilidades otorgadas por la nube de AWS para la configuración de bases de datos que alojen la información recopilada, además se agregará seguridad a las conexiones remotas de modo prevenir modificaciones accidentales o intensionales en los datos almacenados.

Figura 01: Cultivo de frutilla,

Fuente: Propia (2019).

Figura 02: Diseño general de Carro autónomo y prototipo escala

Fuente: Propia (2019).

Fuente: Propia (2019).

Figura 03: Topología de conexión Arduino como propuesta de control del carro.

Fuente: Propia (2019).

Las pruebas del carro a escala están funcionando según lo programado, falta avanzar a los objetivos específicos 3 y 4, que por problemas de la pandemia COVID19 y la imposibilidad de entrar a los campus para trabajar en el montaje de los motores, no ha sido posible llevar a cabo en este período de tiempo. Se requiere contar con el carro y sus motores ya instalados, para poder realizar:

- a) Evaluación del desempeño del vehículo y su capacidad de adaptación a las diferentes realidades de los agricultores beneficiarios.

- b) Transformar los datos recolectados en información útil para la toma de decisiones por parte de los agricultores beneficiarios, mediante agricultura de precisión.

Esperamos durante la P2020 poder llevar a terreno y realizar pruebas de campo y verificar su funcionamiento a escala real, esto permitirá ajustar variables y otros antes de entregar el producto terminado.

CONCLUSIONES

Esta experiencia de aprendizaje en vínculo con las necesidades de los agricultores ha sido una nueva experiencia para los estudiantes de las carreras de Conectividad y Redes y especial desafío ya que ellos normalmente no se relacionan con el medio rural y los cultivos. A la fecha han participado en este carro dos grupos de estudiantes de cuarto semestre del área de Telecomunicaciones, Conectividad y Redes, cada uno de tres personas; dos alumnos del área de mecánica, dos de electricidad y cuatro de Ingeniería agrícola, de manera multidisciplinaria han compartido interés y motivación, aplicando sus conocimientos y competencias en el desarrollo de sus proyectos de taller. La metodología ABPro a demostrado ser la adecuada para el abordaje de los objetivos planteados.

Los alumnos del área de Telecomunicaciones, Conectividad y Redes em conjunto con sus compañeros de Ingeniería Agrícola, Mecánica y Electricidad aceptan el desafío de aplicar sus conocimientos teóricos en un caso real, lo que los lleva a buscar las mejores soluciones em cada una de sus áreas.

En particular se observa que los grupos del área de Telecomunicaciones aceptan el proyecto y basados em el desarrollo del grupo anterior buscan mejorar las prestaciones del carro y proponen el uso de un equipo notebook que permita la configuración del software **SMS Mobile** para la recolección de datos (este se utiliza en conjunto con sensor Ag Leader OptRx modelo ACS430) y conexión a internet. Haciendo uso de tecnología 3G se propone la instalación de una antena Yagi Air802 para realizar un enlace de respaldo, sin embargo, esto último queda a la espera de tener el carro funcional y poder realizar las primeras pruebas para comenzar con el ciclo de Deming.

REFERENCIAS

Nel, L. (2017). Students as collaborators in creating meaningful learning experiences in technology -enhanced classrooms: an engaged scholarship approach. Available in: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/bjet.12549>

INACAP. (2018). Congreso Internacional Active Learning: Aprendizaje Activo en Educación Superior en el siglo XXI. Libro de Proceedings. Sede La Serena, Chile. 197p.

Aksela, M. and Haatainen, O. (2018). Project-based Learning (PBL) in practice: Active Teachers view of its Advantages and Challenges. In: 5th International STEM in Education Conference Proceedings: Integrated Education for the Real World, Queensland, University of Technology, Australia.

**CAPÍTULO 41: COMPREENSÃO DA RELAÇÃO ENTRE O MEIO BIOFÍSICO
AMAZÔNICO E O COMPONENTE HUMANO NO SÍTIO APARECIDA,
MEDICILÂNDIA, PA**

**CAPÍTULO 41: ENTENDIENDO LA RELACIÓN ENTRE EL AMBIENTE
BIOFÍSICO AMAZÓNICO Y EL COMPONENTE HUMANO EN EL SITIO
APARECIDA, MEDICILÂNDIA, PA**

**CHAPTER 41: UNDERSTANDING THE RELATIONSHIP BETWEEN THE
AMAZON BIOPHYSICAL ENVIRONMENT AND THE HUMAN COMPONENT IN
THE APARECIDA SITE, MEDICILÂNDIA, PA**

Vera Queiroz de Souza¹; Alex Paulo Martins do Carmo²; Gabriel Garreto dos Santos³; Maciel Garreto dos Santos⁴; Louise Ferreira Rosal⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.358-361>

INTRODUÇÃO

Em decorrência do crescimento populacional mundial e da diminuição constante dos recursos naturais utilizados nos processos de produção de alimentos, surge a necessidade de pensar uma lógica de produção de alimentos que seja mais sustentável, mais harmônica com a natureza, sobretudo através de processos naturais, que possibilitem melhor aproveitamento e maior racionalidade na utilização desses recursos. Nesse cenário, o conhecimento agroecológico aparece como um importante meio de disseminação de técnicas que incentivem e viabilizem esse tipo de produção, tornando-as sustentáveis e viáveis economicamente. O processo de construção do conhecimento agroecológico se dá na troca de experiências dos saberes agroecológicos, que provêm principalmente de agricultores familiares e camponeses, e sua interação com os conhecimentos acadêmicos construídos na academia ou em vivências nas comunidades rurais.

No IFPA Campus Castanhal, uma forma de diminuir a distância entre a teoria e a prática acontece no estágio de campo do curso de agronomia e é o que trata esse relato técnico. Assim, a experiência foi realizada por discentes do 3º semestre, durante o período de 16 a 26 de outubro de 2018, na comunidade rural denominada Imaculado Coração de Maria,

¹ Graduando em Agronomia, Instituto Federal do Pará (IFPA), veraqueirozsouza95@gmail.com

² Mestrando em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), alex.taa97@gmail.com

³ Graduando em Agronomia, Instituto Federal do Pará (IFPA), gabryelgarreto@gmail.com

⁴ Graduando em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão (UFMA), macielgarreto@hotmail.com

⁵ Doutora em Agronomia, Instituto Federal do Pará (IFPA), louiserosal@gmail.com

especificamente no sítio Aparecida, que possui área total de 192 hectares, pertencente a um casal de agricultores, no município de Medicilândia. A cidade está localizada às margens da BR 230 – Rodovia Transamazônica, Km 90 Altamira/Itaituba, região Sudoeste do Pará. Faz limite com os municípios de Altamira, Brasil novo e Uruará e está a 1000 km da capital Belém. Seu território totaliza 8.273 km² e está localizado a 03° 26’ 45” de latitude Sul e 52° 53’ 20” de longitude Oeste, a uma altitude de 151 m e com uma população de 27.328 habitantes (IBGE, 2010).

Este município tem grande importância no cenário nacional, pois é considerado o maior produtor de cacau em amêndoas do país. Segundo dados da produção agrícola municipal de 2010, foi responsável por aproximadamente 9% da produção nacional. Atualmente, existem mais de 25 mil hectares com lavouras de cacau, que envolvem aproximadamente 1.870 agricultores (CEPLAC, 2010).

O objetivo da experiência foi promover a imersão dos discentes na realidade do meio rural de Medicilândia, orientados pelo eixo norteador “Meio Biofísico Amazônico e o Homem”. Portanto, teve como intuito compreender a relação dos elementos bióticos e abióticos dos agroecossistemas com os sujeitos viventes do sítio Aparecida.

RELATO DE EXPERIÊNCIA

O estágio de campo I foi realizado na área rural do município de Medicilândia. Foram selecionadas 20 famílias para receberem os discentes em suas propriedades. Os estudantes permaneceram nos estabelecimentos agrícolas das famílias que os acolheram por 10 dias.

As ferramentas aplicadas para a coleta de dados durante a vivência foram selecionadas a partir da construção em sala de aula com os discentes e professores, que consistiram de caminhada transversal, mapa falado, observação participante e entrevista semiestruturada, que contava com questionamentos acerca da composição familiar, mão de obra utilizada, fluxograma de produção, além de conversas informais e registros fotográficos (VERDEJO, 2006).

Durante o período de vivência, as estudantes acompanharam a rotina diária da família, participando de todas as atividades. Nas atividades do campo, participaram do processo de colheita e quebra do cacau, atividade em que todo o núcleo familiar tem participação. A força de trabalho existente na propriedade, atualmente, concentra-se no casal de agricultores e no

filho mais novo, porém no auge da safra do cacau, faz-se necessária a contratação de mão-de-obra temporária para ajudar no processo.

De acordo com as informações dos agricultores em relação ao histórico de produção na propriedade, pôde-se observar a mudança gradativa da principal atividade econômica desenvolvida. Inicialmente trabalhavam com a pecuária semi-intensiva, em seguida, a cafeicultura passou a ser a atividade principal. Apesar da boa lucratividade na época com a produção de café, em dado momento houve um excesso desse produto no mercado e uma redução na demanda, resultando na queda do preço, dessa forma provocando desânimo nos produtores. Esse fato, aliado à boa fertilidade do solo, levou os agricultores a investirem na produção de cacau, que se adaptou muito bem à região, se tornando a cultura principal da propriedade utilizada como fonte de renda da família.

Além do cultivo do cacau (*Theobroma cacao*), existem outras frutíferas que são utilizadas para o consumo da família, como café (*Coffea sp.*), abacaxi (*Ananas comosus*), laranja (*Citrus x sinensis*), manga (*Mangifera indica*), açaí (*Euterpe oleracea*), jabuticaba (*Plinia cauliflora*) e tangerina (*Citrus reticulata*). Além dos recursos vegetais, há uma pequena criação de aves caipiras (*Gallus gallus domesticus*) e bovinos (*Bos taurus*), ambos para o consumo da família. Entretanto, o gado destina-se também à comercialização quando se faz necessário, contribuindo em parte para a renda familiar.

A produção para autoconsumo é responsável pela geração da autonomia reprodutiva do agricultor familiar, diante do contexto social e econômico, principalmente, pelo princípio da alternatividade produtiva e da importância do papel deste tipo de produção (SILVA et al., 2018).

O sítio dispõe de três fontes de água - o poço da propriedade, o poço da comunidade e uma pequena barragem feita para a criação de peixes, que não foi adiante e é utilizada atualmente apenas para o consumo dos animais.

Os agricultores descreveram o fluxograma de produção do cacau até a fase de comercialização. Inicialmente, é feito o preparo da área para a implantação da cultura, seguido de adubação, plantio e capina. Os tratos culturais são efetuados até o momento da colheita, que é sucedida pelo beneficiamento. O produto beneficiado é comercializado pelos atravessadores locais.

De acordo com os agricultores, existem algumas dificuldades enfrentadas na região que limitam o escoamento da produção, como a falta de infraestrutura das estradas e falta de assistência técnica. Dessa forma, sentem a necessidade de uma organização social, cooperativa ou associação, que facilitasse a comercialização das amêndoas, tendo em vista que dependem dos atravessadores para a venda da matéria prima. A ausência de organização coletiva tende a diminuir a renda, uma vez que são levados à comercialização por preços inferiores, comprometendo a renda e qualidade de vida dos produtores (RODRIGUES; RIBEIRO; SILVA, 2015).

CONCLUSÕES

Portanto, o estágio de campo foi um importante elemento construtivo na formação acadêmico-profissional dos discentes do curso de agronomia. Permitiu o estreitamento entre a academia e o campo e, também, que os profissionais formados sejam capazes de compreender, de forma ampla, as diferentes realidades que podem se deparar na vida profissional. Adicionalmente, as especificidades de cada localidade permitem uma maior compreensão e concepção sobre a realidade vivida pela agricultura familiar, e as relações existentes entre os sujeitos do campo e o meio biofísico em que estão inseridos.

REFERÊNCIAS

- CEPLAC - COMISSÃO EXECUTIVA DE PLANEJAMENTO DA LAVOURA
CACAUUEIRA. **Área com cacau e produção em 2010**. SUPOR / SEREX - SISCENEX
2010. Disponível em: http://ceplacpa.gov.br/site/?page_id=229. Acesso em: 28 jun .2019.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia Estatística**. 2010. Disponível em:
<https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-medicilandia.html> Acesso em: 24 jun. 2019.
- RODRIGUES, E. C. N.; RIBEIRO, S. C. A.; SILVA, F. L. **Não padronização de procedimentos operacionais em agroindústria familiar de polpa de frutas e seus efeitos na renda e satisfação dos associados**. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana. Brasil, 2015. Disponível em: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/2015/polpa-frutas.html>. Acesso em: 25 jun. 2019.
- SILVA, Y. L. et al. A produção animal na economia da agricultura familiar: estudo de caso no semiárido brasileiro. **Cadernos de ciência & Tecnologia**, v. 35, n 1, p. 53-74, 2018.
- VERDEJO, M. E. **Diagnóstico rural participativo: guia prático DRP**. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria da Agricultura Familiar, 2006.

CAPÍTULO 42: FLORESTA DO BODE: UMA VIVÊNCIA PRÁTICA AGROECOLÓGICA

CAPÍTULO 42: BOSQUE DE BODE: UNA EXPERIENCIA PRÁCTICA AGROECOLÓGICA

CHAPTER 42: BODE FOREST: AN AGROECOLOGICAL PRACTICAL EXPERIENCE

Cícero Aparecido Ferreira Araújo¹; Cicero Cordeiro Pinheiro²; Jucivânia Cordeiro Pinheiro³; Selton David Cavalcante Sobral⁴; Janailton Coutinho⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-88970-07-2.362-366>

INTRODUÇÃO

O estágio de vivência é um período em que os alunos vivem em comunidades rurais e assentamentos com o objetivo de discutir a necessidade de profundas reorientações dos padrões de organização socioeconômica da agricultura para alcançar o desenvolvimento sustentável, caminhando para a produção de alimentos de melhor qualidade, livre de pesticidas e produzido de forma mais ecológica e segura. (CAPORAL, 2002)

Embora a agroecologia e o consumo sustentável estejam diretamente relacionados, o simples ato de consumir produtos agroecológicos não garante que o consumo seja sustentável, assim como o consumo sustentável não basta para que se estabeleçam processos de aprendizado coletivo em tal atividade econômica. (SANTOS e CHALUB-MARTINS, 2011).

Até há pouco tempo, a maioria das pessoas imaginavam que a agricultura orgânica, também chamada de agricultura sustentável, natural, biológica, ecológica ou agroecologia era coisa de sonhadores, de hippies ou mesmo de loucos. Entretanto, nos últimos anos, no mundo inteiro, esta agricultura dita alternativa deixou de ser um sonho, um ideal de poucos e passou a ser uma realidade, um negócio como qualquer outro, porém com um diferencial social (TAGLIARI et al. 2002). Com intuito de elevar a produção de alimentos surgiu entre o final da segunda guerra mundial e o início da década de 1960 a revolução verde, a agricultura convencional aumentou significativamente a produtividade, dobrando a produção de

¹ Agronomia, Universidade Federal do Cariri, nino1178@live.com

² Agronomia, Universidade Federal do Cariri, cicerocordeiro99@gmail.com

³ Agronomia, Universidade Federal do Cariri, jucivaniacordeiro98@gmail.com

⁴ Agronomia, Universidade Federal do Cariri, sobralcdc@gmail.com

⁵ Doutor, Universidade Federal do Cariri, janailton.coutinho@ufca.edu.br

alimentos entre os anos de 1950 e 1984 (SOUZA & RESENDE, 2006).

Com o mesmo propósito teve início a produção dos produtos orgânicos na Índia, a agricultura orgânica surgiu de trabalhos do pesquisador Sir Albert Howard entre as décadas de 20 a 40 na Índia. Sua base mestra é a manutenção da fertilidade do solo e da sanidade geral das plantas e animais pela adubação orgânica, diversificação e rotação de culturas (PENTEADO, 2000). No entanto, ganhou forma apenas no início do século XXI quando o modo de produção vinha sofrendo duras críticas e a preocupação com a saúde aumentou em conjunto com o consumo de alimentos livres de produtos sintéticos (DIAS et al. 2015). As vendas de alimentos orgânicos nos Estados Unidos aumentaram de aproximadamente US \$11 bilhões em 2004, para cerca de US \$27 bilhões em 2012. Visto isso, este relato tem como ponto fulcral demonstrar a importância do convívio prático de alunos de agronomia com comunidades e família de cunho agroecológico, possibilitando uma maior interações entre o saber científico e o empírico.

RELATO DE EXPERIÊNCIA

A proposta do estágio de vivência surgiu a partir da necessidade de uma formação para os integrantes do Programa de educação tutorial - PET Agronomia, do curso de Agronomia da Universidade Federal do Cariri - UFCA. O foco central desta vivência foi vivenciar o cotidiano de agricultores que usam da Agroecologia para o manejo de suas lavouras. O local escolhido foi a Floresta do Bode, no sítio Cajazeira, distante 12 km da sede Lavras da Mangabeira-CE.

As atividades ocorreram entre os dias 14 e 17 de janeiro de 2020. No decorrer desse período, foram avaliados os aspectos sociais, culturais, técnicos e ambientais de uma família residente na propriedade mencionada acima.

A metodologia utilizada para o estágio de vivência foi um questionário semiestruturado aplicado ao dono da propriedade e seu sócio e a observação participante como técnica de investigação social. (LÜKDE e ANDRÉ, 1986)

Na pesquisa participante, o pesquisador pode ter acesso a uma gama variada de informações, até mesmo confidencial, com a cooperação do grupo. Sendo o principal instrumento, o observador pode recorrer aos conhecimentos e experiências pessoais como auxiliares no processo de compreensão e interpretação do fenômeno estudado. As técnicas de observação são extremamente úteis para descobrir aspectos novos de um problema. Isto se

torna crucial em situações onde não existe uma base teórica sólida que oriente a coleta de dados (LÜKDE E ANDRÉ (1986) apud BATISTA,2017)

A floresta do bode é um espaço de vivência do processo agroecológico que se aporta na ciência da Agroecologia como oportunidade de construir uma proposta de uma agricultura integral, socialmente justa, economicamente viável e ecologicamente sustentável.

A pesquisa seguiu a abordagem qualitativa, a fim de compreender o agroecossistema em estudo e as relações sociais estabelecidas na comunidade. Na propriedade, os alunos bolsistas foram recebidos por José Ivo, antropólogo e morador local. Ivo relatou um pouco da história da floresta do bode e sobre as tradições locais. Em seguida, a conversa teve continuação com o proprietário José Neto Machado (Zé Neto), que nos propôs um cronograma de atividades que deveriam ser executadas naquela semana. Além disso, o mesmo nos relatou toda a sua experiência com agroecologia, abordando a importância de uma transição agroecológica.

No decorrer daquela semana, foi realizado pelos bolsistas as mais variadas atividades da “roça”. Desde atividades simples como limpar os estábulos até as que mais exigiam paciência e esforço físico como a roçagem da trilha. Dentre as atividades realizadas, as que mais se destacaram foram: roçagem do mato na área de Banana, cana- de- açúcar; limpeza de dreno plantio de capim, organização da propriedade para a visita e dentre outras atividades (foto 1).

No estágio, foi possível observar como as relações sociais se estendiam além de um simples trabalho no campo. A partir da socialização das experiências, observou-se que a agroecologia influi diretamente na vida das pessoas que vivem na comunidade. O não uso do fogo, produtos fitossanitários (agrotóxicos) e outras práticas convencionais na agricultura permitem um equilíbrio com a natureza. Esse equilíbrio, denominado sintropia, na agricultura, possui um importante papel para a produção de alimentos em harmonia com a natureza, respeitando todos os seres vivos do sistema.

Na floresta do bode, o manejo das mais diferentes atividades agrícolas se dá com o uso de práticas conservacionistas (uso de matéria orgânica, roçagem, cobertura morta e viva, conservação da mata nativa, dentre outras). Esse tipo de atividade é denominada como agricultura sintrópica que, segundo Götsch, envolve conceitos simples e complexos ao mesmo tempo. Simples porque ela prega trabalhar em harmonia com a natureza, seguindo sua lógica.

Complexos porque, para praticá-la, é preciso se desprender de conceitos tradicionais. (TAGUCHI,2016).

Foto 01: Atividades realizadas durante o estágio de vivência na Floresta do Bode, Lavras da Mangabeira-Ce

Fonte: Própria (2020).

CONCLUSÕES

A partir da vivência agroecológica, conclui-se que a mesma possui relevante importância como instrumento de formação. Os bolsistas puderam acompanhar o cotidiano das pessoas que trabalham diariamente em busca de uma agricultura socialmente justa e ambientalmente correta. São formações como esta que promovem a experiência de se viver melhor com os demais seres do agroecossistema. Os resultados dessa experiência trazem um modelo atual de agricultura sustentável, inclusiva, produtiva, segura, econômica e respeitosa com todos os seres vivos do agroecossistema. Um modelo no qual o mundo deverá se inserir em um curto espaço de tempo para a garantia de produção de alimentos saudáveis e da saúde humana daqueles que produzem e daqueles que consomem.

REFERÊNCIAS

- SANTOS, F. P.; CHALUB-MARTINS, L. **Agroecologia, consumo sustentável e aprendizado coletivo no Brasil**. Educação e Pesquisa (USP. Impresso), v. 37, p. S1517-970220110, 2011.
- BATISTA, G. (2017). **Estágio de vivência no curso de Engenharia Agrônômica do IFPA– Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Pará, campus Conceição do Araguaia:**

relação entre o teórico e o prático. Dissertação programa de pós-graduação e educação agrícola

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. 2 ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 843p.

TAGLIARI, P. S.; Hernandes Werner; Adriano Martinho de Souza. **Situação Atual e Perspectivas da Agroecologia**. Florianópolis: Epagri, 2002 (Capítulo de Apostila para capacitação de técnicos e produtores)

PENTEADO, S. R. Introdução à agricultura orgânica – normas e técnicas de cultivo. Campinas-SP. Editora Grafimagem, 2000, 110 p.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

CAPORAL, F. R. **Superando a revolução verde: a transição agroecológica no RS**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, v. 3, n. 3, p 70-85, 2002.