



Carlos Antônio dos Santos
Organizador

Grandes Temas em Agronomia

UNIEDUSUL
EDITORA

2019

CARLOS ANTÔNIO DOS SANTOS

Organizador

GRANDES TEMAS EM AGRONOMIA

Maringá – Paraná

2019

2019 Uniedusul Editora

Copyright da Uniedusul Editora
Editor Chefe: Profº Me. Welington Junior Jorge
Diagramação e Edição de Arte: André Oliveira Vaz
Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Alexandra Fante Nishiyama – Faculdade Maringá
Aline Rodrigues Alves Rocha – Pesquisadora
Ana Lúcia da Silva – UEM
André Dias Martins – Faculdade Cidade Verde
Brenda Zarelli Gatti – Pesquisadora
Carlos Antonio dos Santos – Pesquisador
Cleverson Gonçalves dos Santos – UTFPR
Constanza Pujals – Uningá
Delton Aparecido Felipe – UEM
Fabio Branches Xavier – Uningá
Fábio Oliveira Vaz – Unifatecie
Gilmara Belmiro da Silva – UNESPAR
João Paulo Baliscai – UEM
Kelly Jackelini Jorge – UNIOESTE
Larissa Ciupa – Uningá
Lourival Domingos Zamuner – UNINGÁ
Marcio Antonio Jorge da Silva – UEL
Márcio de Oliveira – UFAM
Pâmela Vicentini Faeti – UNIR/RM
Ricardo Bortolo Vieira – UFPR
Rodrigo Gaspar de Almeida – Pesquisador
Sâmilo Takara – UNIR/RM

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

G752 Grandes temas em agronomia [recurso eletrônico] / Organizador
Carlos Antônio dos Santos. – Maringá, PR: Uniedusul, 2019.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-80277-32-2

1. Agronomia – Pesquisa – Brasil. I. Santos, Carlos Antônio dos.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

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

www.uniedusul.com.br

Apresentação

A Agronomia é um vasto campo de estudo e atuação, caracterizado como um dos setores que mais investe em pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Estas inovações estratégicas, provenientes de exaustivos estudos que têm sido realizados, promovem avanços nos sistemas de produção agrícola e impulsionam a busca pela excelência na produção e o aumento da competitividade dos produtos brasileiros a nível global. Como resultado desses esforços, o Brasil é um dos maiores produtores agrícolas do planeta.

A necessidade de se compilar esses avanços provenientes da pesquisa agronômica resultou na idealização deste *e-book*, *Grandes Temas em Agronomia*. Em seus 13 capítulos, procura-se trazer uma abordagem multifacetada e explorar as diferentes vertentes desse importante campo do conhecimento.

No Capítulo 1 é apresentada uma revisão da literatura acerca dos métodos de preservação de fungos. Esse conhecimento é importante para subsidiar trabalhos na área de fitopatologia, e estudos de caráter biotecnológico. Na seção seguinte é tratado sobre a produção de culturas agrícolas e florestais de importância econômica, e que necessitam de cuidados quanto ao manejo nutricional (Capítulo 2) e fitossanitário. No Capítulo 3 é apresentado sobre a sintomatologia e etiologia de *Sclerotinia sclerotiorum*, agente causal do mofo-branco do feijoeiro, tratado com diferentes combinações químicas e biológicas. Em seguida, no Capítulo 4, é mostrado um estudo sobre combinações de fungicidas com ação sobre um complexo de doenças que acometem a cultura da soja (*Glycine max*). Atualmente, a soja é o principal produto do agronegócio brasileiro e representa uma grande oportunidade comercial, principalmente na região do Cerrado.

Outra vertente explorada nesta obra foi o uso do solo. Visto na agronomia como um ambiente dinâmico e complexo, o solo constitui-se como a base para a manutenção das atividades agrícolas. Nele, existe uma série de organismos (Capítulo 5) que desempenham diversas atividades de relevância, como a ciclagem de nutrientes. Os sistemas de preparo do solo e as práticas de manejo adotadas afetam a estrutura e influenciam em seus atributos (Capítulo 6). Associado a isso, o solo também está sujeito a sérios problemas como a erosão (Capítulo 7), que é um processo que traz degradação, prejuízos e inviabilização à produção.

Partindo para uma escala macro, o uso da terra e as modificações das paisagens agrícolas também têm sido objeto de estudo na atualidade por meio de novas tecnologias como o geoprocessamento (Capítulo 8). Estas novas ferramentas, impensáveis há alguns anos atrás, têm ganhado destaque por permitirem o acompanhamento da agricultura e um maior planejamento de suas atividades, além de promover avanços na conservação ambiental.

No capítulo 9 é tratado sobre os riscos de incêndio florestal e sugestões para a minimização dos impactos causados.

O aproveitamento de resíduos orgânicos na agricultura também foi abordado (Capítulo 10). No Capítulo 11 são levantados alguns questionamentos sobre o uso da cama de aviário, um subproduto da avicultura que tem sido utilizado como adubo orgânico. No Capítulo 12 são abordadas

as potencialidades de uso da cinza de biomassa florestal, um subproduto proveniente da queima de madeira em indústrias de papel e celulose, e utilizado como fonte de nutrientes.

Estes novos desdobramentos demonstram que o caminho futuro das atividades agrícolas será alinhado à busca pela eficiência produtiva, sustentabilidade, rentabilidade, e obtenção de produtos com qualidade superior. Esta qualidade, por sua vez, será direcionada ao atendimento das exigências dos consumidores modernos e incluirá, inclusive, as características sensoriais (Capítulo 13). E por fim, as condições climáticas do sudeste paraense determinando o material mais adequado para região (Capítulo 14).

Agradecemos o empenho dos autores vinculados a 15 diferentes instituições de ensino e pesquisa, e provenientes das cinco regiões brasileiras, que viabilizaram a publicação desta obra. Esperamos, portanto, que este projeto possa ser um importante instrumento para a difusão do conhecimento na área de Agronomia.

Carlos Antônio dos Santos

Engenheiro-agrônomo formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ; Especialista em Educação Profissional e Tecnológica pela Faculdade de Educação São Luís, Jaboticabal, SP; Mestre em Fitotecnia (Produção Vegetal) pela UFRRJ; Doutorando em Fitotecnia (Produção Vegetal) na UFRRJ. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Produção Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: Olericultura, Cultivos Orgânicos, Manejo de Doenças de Plantas, Tomaticultura e Produção de Brássicas. E-mail para contato: carlosantoniokds@gmail.com

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	10
MÉTODOS DE PRESERVAÇÃO DE FUNGOS EM LABORATÓRIO	
REYLLIS KIEFER UNFER	
VALÉRIA ORTAÇA PORTELA	
NATIELO ALMEIDA SANTANA	
LETÍCIA MORO	
ÍISIS CAROLINE SIQUEIRA SANTOS	
ISAC AIRES DE CASTRO	
JOICE ALINE FREIBERG	
RODRIGO JOSEMAR SEMINOTI JACQUES	
Doi: 10.29327/511578-1	
CAPÍTULO 2	20
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE <i>Adenanthera pavonina</i> L. SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO	
RAISSA HOMEM GONÇALVES	
LAIANA DOS SANTOS TRINDADE	
LUISE TORRES OLIVEIRA	
JAMILE BRAZÃO LIMA SILVA	
JULIANA DE SOUZA PEREIRA	
LUCAS DE SOUZA ALVES	
AVETE VIEIRA LIMA	
PAULA ANGELA UMBELINO GUEDES ALCOFORADO	
Doi: 10.29327/511578-2	
CAPÍTULO 3	30
SINTOMATOLOGIA E ETIOLOGIA DE <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> EM CAMPO DE FEIJOEIRO TRATADO COM DIFERENTES COMBINAÇÕES QUÍMICAS E BIOLÓGICAS	
MILTON LUIZ DA PAZ LIMA	
MARCIEL JOSÉ PEIXOTO	
THAIS CARDOSO DE CASTRO	
CLEBERLY EVANGELISTA DOS SANTOS	
RAFAELA SOUZA ALVES FONSECA	
FLÁVIA DE OLIVEIRA BIAZOTTO	
PAULA RODRIGUES NEVES	
WESLER LUIZ MARCELINO	
Doi: 10.29327/511578-3	
CAPÍTULO 4	41
EFICÁCIA DE COMBINAÇÕES DE ESTROBIRULINAS E TRIAZÓIS SOBRE COMPLEXOS DE DOENÇAS E PRODUTIVIDADE DA SOJA (<i>Glycine max</i>)	
MARCIEL JOSÉ PEIXOTO	
CLEBERLY EVANGELISTA DOS SANTOS	
RAFAELA SOUZA ALVES FONSECA	
ANA PAULA NERES KRAEMER	
THAIS CARDOSO DE CASTRO	
FLÁVIA DE OLIVEIRA BIAZOTTO	
DALCIMAR REGINA BATISTA WANGER	
MILTON LUIZ DA PAZ LIMA	
Doi: 10.29327/511578-4	

CAPÍTULO 553

DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA MACROFAUNA EDÁFICA EM ÁREAS DE DOSSE E CLAREIRA
NO JARDIM BOTÂNICO DO RECIFE-PE

ROBERTO DE FREITAS MORAIS SOBRINHO

EMMANOELLA COSTA GUARANÁ ARAUJO

THIAGO CARDOSO SILVA

TARCILA ROSA DA SILVA LINS

LETÍCIA SIQUEIRA WALTER

CIBELLE AMARAL REIS

GABRIEL MENDES SANTANA

TARCÍSIO VIANA DE LIMA

Doi:10.29327/511578-5

CAPÍTULO 661

RELAÇÃO DA UMIDADE E RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM VERTISSOLO
HÁPLICO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO

CATIÚRSIA NASCIMENTO DIAS

ELTON DA SILVA LEITE

IAGO NERY MELO

ÍTALO LIMA NUNES

ALDAIR ROCHA ARAUJO

RAQUEL JANAINA AMORIM SILVA

THYERRE VINICIUS DOS SANTOS MERCES

CAMILLA SABRINE SILVA SANTOS

Doi: 10.29327/511578-6

CAPÍTULO 768

DETERMINAÇÃO DO FATOR LS ATRAVÉS DO GEOPROCESSAMENTO PARA A MICROBACIA
DO RIO DA DONA – BAHIA

LAIANA DOS SANTOS TRINDADE

LUISE TORRES OLIVEIRA

JAMILE BRAZÃO LIMA SILVA

RAÍSSA HOMEM GONÇALVES

AVETE VIEIRA LIMA

doi: 10.29327/511578-7

CAPÍTULO 877

MAPEAMENTO DA DINÂMICA DO USO DAS TERRAS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE – BA

JAMILE BRAZÃO LIMA SILVA

LAIANA DOS SANTOS TRINDADE

LUISE TORRES OLIVEIRA

RAÍSSA HOMEM GONÇALVES

JULIANA DE SOUZA PEREIRA

LUCAS DE SOUZA ALVES

AVETE VIEIRA LIMA

doi: 10.29327/511578-8

CAPÍTULO 983

RISCOS DE INCÊNDIO FLORESTAL NOS MUNICÍPIOS DE ALFREDO CHAVES, ECOPORANGA E PRESIDENTE KENNEDY (ES) POR DOIS MÉTODOS, EM COMPARAÇÃO COM OS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NATIVA

CAIO HENRIQUE UNGARATO FIORESE

ISABEL SILVA MACHADO

PAULA VALADÃO CAETANO

RAYANNE ABREU ESTEFANATO

HERBERT TORRES

GILSON SILVA-FILHO

doi: 10.29327/511578-9

CAPÍTULO 1094

ESTUDO DE MACRONUTRIENTES DE RESÍDUO SÓLIDO DA AVICULTURA PARA UTILIZAÇÃO COMO FERTILIZANTE AGRÍCOLA NATURAL

CAIO HENRIQUE UNGARATO FIORESE

FAGNER PEREIRA DEZIDÉRIO

HELIMAR RABELLO

ADRIANA FIOROTTI CAMPOS

MICHAELA PICOLI SCOLFORO GOUVÊA

LARA FRANCISCA POLONINI VALIATI

GILSON SILVA-FILHO

OTONIEL DE AQUINO AZEVEDO

doi: 10.29327/511578-10

CAPÍTULO 11105

RESPOSTA DA FAUNA EDÁFICA AO USO DA CAMA DE AVES: UMA PRÁTICA NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

NATIELO ALMEIDA SANTANA

TAILINI BEATRIZ LENHARDT JAGNOW

NICOLY PASQUALON

VALÉRIA ORTAÇA PORTELA

REYLLIS KIEFER UNFER

IGOR SULZBACKER SCHARDONG

JOICE ALINE FREIBERG

CEDINARA ARRUDA SANTANA MORALES

doi: 10.29327/511578-11

CAPÍTULO 12 115

DOSES DE CINZA DE BIOMASSA FLORESTAL E SEU EFEITO NOS TEORES NUTRICIONAIS FOLIARES E NO DESENVOLVIMENTO DA AVEIA

MAURICIO VICENTE ALVES

CRISTIANO NUNES NESI

JAQUELINE GAIO SPRICIGO

ANDRESSA CHAGAS

GABRIELA NAIBO

WHELYTON EDUARDO CANDIDO

GILBERTO LUIZ CURTI

EVERTON SKORONSKI

doi: 10.29327/511578-12

CAPÍTULO 13128

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CULTIVARES DE ALFACE (*Lactuca sativa L.*), PRODUZIDAS SOB CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO SUDESTE PARAENSE

RHAIANA OLIVEIRA DE AVIZ

LUCIANA DA SILVA BORGES

MICHELANE SILVA SANTOS LIMA

MARIA DO BOM CONSELHO LACERDA MEDEIROS

HUDSON PIERRE DA SILVA CUNHA

TAYNA AMARO DE CARVALHO

TAYLANE SANTOS SANTOS

FELIPE SOUZA CARVALHO

doi: 10.29327/511578-13

CAPÍTULO 14141

ADAPTAÇÃO DE CULTIVARES DE ALFACE (*Lactuca sativa L.*) ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO SUDESTE PARAENSE

RHAIANA OLIVEIRA DE AVIZ

LUCIANA DA SILVA BORGES

MADSON JONHNSTON SOUZA SILVA

LUANA KESLLEY NASCIMENTO CASAIS

ANDREZA SOUSA CARMO

DENILZE SANTOS SOARES

FABIANA DAS CHAGAS GOMES SILVA

FELIPE SOUZA CARVALHO

doi: 10.29327/511578-14

MÉTODOS DE PRESERVAÇÃO DE FUNGOS EM LABORATÓRIO



REYLLIS KIEFER UNFER

Universidade Federal de Santa Maria - Campus
Santa Maria

VALÉRIA ORTAÇA PORTELA

Universidade Federal de Santa Maria - Campus
Santa Maria

NATIELO ALMEIDA SANTANA

Universidade Federal de Santa Maria - Campus
Santa Maria

LETÍCIA MORO

Universidade Federal de Santa Maria - Campus
Santa Maria

ÍSIS CAROLINE SIQUEIRA SANTOS

Universidade Federal de Santa Maria - Campus
Santa Maria

ISAC AIRES DE CASTRO

Universidade Federal de Santa Maria - Campus
Santa Maria

JOICE ALINE FREIBERG

Universidade Federal de Santa Maria - Campus
Santa Maria

**RODRIGO JOSEMAR SEMINOTI
JACQUES**

Universidade Federal de Santa Maria - Campus
Santa Maria

armazenamento. A ocorrência de mutações pode causar a perda das capacidades metabólicas e inviabilizar o uso do organismo. Para evitar estas perdas, existem diversos métodos de preservação dos microrganismos, cada um com aplicações específicas para determinadas situações. Por isto, se faz necessário conhecer os métodos de preservação para escolher o mais adequado. A utilização de um método inadequado resulta na perda do microrganismo ou da sua capacidade biotecnológica. Este trabalho traz uma revisão da literatura sobre os principais métodos utilizados para preservação de fungos em laboratórios. Os métodos estudados foram divididos em três categorias: de curto, de médio e de longo prazo de preservação. Os métodos de preservação por repicagem contínua e em planta hospedeira são opções de curto prazo; os métodos da água destilada ou solução salina estéril, óleo mineral, papel-filtro e sílica-gel são considerados de médio prazo; e a liofilização e a criopreservação são métodos de longo prazo. A escolha do método mais adequado dependerá do tempo que se deseja armazenar e da espécie fúngica, por isto é recomendado que sejam realizados testes prévios com os métodos disponíveis e com o fungo a ser preservado.

PALAVRAS-CHAVE: Microrganismo; Crescimento; Armazenamento.

RESUMO: Os fungos são utilizados como fonte de produtos e processos em diversas áreas da atividade humana. Uma importante etapa do desenvolvimento de uma biotecnologia microbiana é a manutenção do microrganismo viável e estável geneticamente por muitos anos durante seu

ABSTRACT: Fungi are used as a source of products and processes in various areas of human activity. An important step in the development of microbial biotechnology is the maintenance of the genetically viable and stable microorganism for many years during storage. The occurrence of

mutations can cause the loss of metabolic capacities and make the use of the organism unfeasible. To avoid these losses, there are several methods of preserving microorganisms, each with specific applications for certain situations. Therefore, it is necessary the knowledge and understanding the preservation methods to select the most appropriate. The use of an inappropriate method results in the loss of the microorganism or its biotechnological capacity. This article presents a literature review on the main methods used for the fungi preservation in laboratories. The methods studied were divided into three categories: short, medium and long term preservation. Preservation by continuous subculture and host plant preservation are short term options; distilled water or sterile saline, mineral oil, filter paper and silica gel methods are considered medium term; and lyophilization and cryopreservation are long term methods. The selection of the most suitable method will depend on the time to be stored and the fungal species, therefore it is recommended that prior testing be performed with the available methods and the fungi to be preserved.

KEYWORDS: Microorganism; Growth; Storage.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o país com a maior biodiversidade do Planeta. Estima-se que aproximadamente 20% de todas as espécies animais, vegetais e de microrganismos ocorrem no território brasileiro (NOGUEIRA et al., 2010). Nos últimos anos, as pesquisas envolvendo a biodiversidade microbiana cresceram significativamente, principalmente aquelas voltadas ao uso sustentável e não predatório destes organismos (TODERO et al., 2018; REICHERT JÚNIOR et al., 2019; HERSHENHORN et al., 2016; BRUN et al., 2018). O resultado é a rápida geração de conhecimento, tecnologias e inovações a partir da biodiversidade brasileira, em especial a partir dos microrganismos (SEPED/MCTIC, 2016; BORSARI & CLAUDINO, 2018).

No ambiente, os microrganismos desempenham funções fundamentais em diversos processos ecológicos que sustentam a vida no Planeta (FEDOTOV; LYSAK, 2014; FUJII et al., 2018). São exemplos, a participação nos ciclos de muitos elementos, como C, N, P, S, etc; a degradação de matéria orgânica morta de origem animal e vegetal, o aumento da disponibilidade de nutrientes às plantas (GARG & SINGH, 2018; MUÑOZ-ROJAS et al., 2018); a fixação do nitrogênio atmosférico; a alteração da biodisponibilidade e da toxicidade de metais pesados (SANTANA et al., 2018); a degradação de poluentes; o aumento da agregação do solo; o controle biológico; etc. Somente uma fração dos microrganismos que vivem nos diferentes ambientes (hidrosfera, pedosfera, litosfera, etc) são cultiváveis em meios artificiais e podem ter aplicações tecnológicas (YANG et al., 2014). As bactérias e fungos são os organismos de maior interesse em estudos biotecnológicos, pois podem ser produzidos de forma massal e barata na indústria, além disso as restrições legais e éticas são menores em comparação aos animais.

A obtenção de um microrganismo para fins biotecnológicos pressupõe uma série de etapas, entre elas o isolamento, a seleção, a identificação e a otimização das condições de cultivo (CASTRO DE SOUZA et al., 2017; BASTOS et al., 2017; TODERO et al., 2018). O isolamento envolve a retirada do isolado do ambiente natural e seu cultivo no laboratório. Após a obtenção da cultura pura realiza-se a primeira seleção dos microrganismos (*screening*) para o processamento de interesse (controle biológico, degradação de poluentes, fixação biológica de nitrogênio entre outros). Uma

vez selecionados os microrganismos de interesse, estes são identificados por técnicas morfológicas e moleculares. Outras etapas são a otimização das condições de cultivo, testes de laboratório e a campo e formulação. Por isso, o tempo desde o isolamento do microrganismo até o desenvolvimento da tecnologia microbiana é longo e de custo elevado.

Durante todas estas etapas, e se a tecnologia tiver alcance mercadológico, o fungo deverá ser preservado de maneira muito cuidadosa, de modo que se mantenha viável e geneticamente estável por longos períodos (ABREU & TUTUNJI, 2004). A simples manutenção do microrganismo por repicagens contínuas pode resultar, a longo prazo, na redução da sua capacidade biotecnológica. Por isto, outras estratégias têm sido estudadas para manter os bancos de microrganismos viáveis por muitos anos. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo apresentar as metodologias comumente estudadas e utilizadas para a preservação de fungos em laboratórios durante curto, médio e longo prazo.

2. MÉTODOS DE PRESERVAÇÃO DE FUNGOS

O crescente aumento da utilização de microrganismos para fins biotecnológicos e em processos industriais, contribuíram para o aprimoramento das técnicas de preservação da viabilidade das espécies microbianas (FIGUEIREDO, 2001; HOLLAND et al., 2003). A etapa de preservação já é considerada uma fase importante do desenvolvimento de pesquisas para obtenção de organismos de interesse (ABREU & TUTUNJI, 2004). O objetivo da preservação consiste em manter o microrganismo em um estado de anabiose, onde a atividade metabólica é reduzida, mas que posteriormente possa ser retomada e o crescimento restabelecido (DELELE et al., 2015; TAN et al. 2018). Sendo assim, o desafio dos métodos de preservação é manter o microrganismo viável e estável geneticamente, evitando mutações, variabilidades e perda de funções biológicas que poderiam afetar a sua utilização biotecnológica (GIRÃO et al., 2004; CHAVES NETO et al., 2019).

Embora existam vários métodos para a preservação, nem todos são adequados para um determinado microrganismo. A escolha do método mais eficiente deve ser norteadas pelas características do fungo, pelas vantagens e desvantagens das técnicas disponíveis, pelos custos de manutenção da técnica, pela capacidade laboratorial e pela disponibilidade de equipamentos (ABREU & TUTUNJI, 2004; GIRÃO et al., 2004; SOLA et al, 2012; TAN et al., 2018). Segundo a classificação sugerida por Costa & Ferreira (1991), os métodos de preservação de microrganismos podem ser divididos em curto, médio e longo prazo.

2.1. Métodos de preservação de curto prazo

Estes métodos são comumente utilizados em laboratórios na manutenção das culturas microbianas. O método mais utilizado é a repicagem contínua (ROMEIRO, 2006), que consiste na inoculação do microrganismo em meio específico e crescimento em condições adequadas. Na sequência o microrganismo é mantido por um certo tempo em baixas temperaturas (4°C), objetivando a redução do metabolismo e o aumento da viabilidade entre os intervalos de repicagem das culturas

(COSTA & FERREIRA, 1991). Para reduzir a desidratação durante a estocagem, os fungos devem ser armazenados em tubos de ensaios ou placas vedadas e protegidos da luz (MURRAY, 2003). Após um período, de cerca de 10 e 40 dias, esta sequência de atividades é repetida, com nova inoculação, crescimento e armazenamento (Figura 1). No entanto, o período de intervalo entre uma repicagem e outra depende de cada microrganismo (ROMEIRO, 2006).

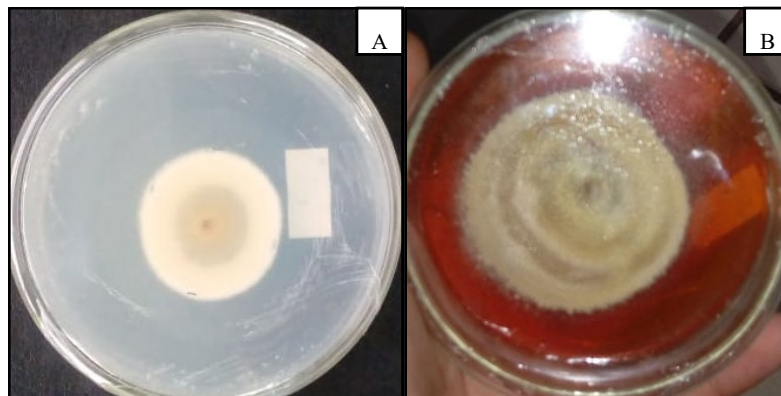


Figura 1. Placas com cultivo de fungos do método de repicagem contínua, após 15 (A) e 40 dias (B) de armazenamento à temperatura de 4°C.

As vantagens deste método estão relacionadas à facilidade de execução, ao baixo custo e ao uso de equipamentos simples. Contudo, ressalta-se que o processo sucessivo de repicagem pode contribuir para ocorrência de mutações, ocasionando alteração do microrganismo e perda da atividade biotecnológica de interesse, visto que as condições para o desenvolvimento do mesmo são ideais, o que dispensa, por exemplo, a produção de defesas. Além disso, o tempo de repicagem muito longo pode ocasionar a perda de viabilidade do microrganismo (COSTA & FERREIRA, 1991; ROMEIRO, 2006; GIRÃO et al., 2004).

Outro método de preservação de curto prazo utilizado para microrganismos associados a plantas é a manutenção no tecido do hospedeiro. A planta é mantida em ambiente com baixa umidade e temperatura, como em um refrigerador (BUENO, 2006). Em virtude da complexidade do ciclo de vida dos organismos que necessitam de um parasita obrigatório, como o *Plasmodiophora brassicae*, uma alternativa prática e viável de preservação é o armazenamento de raízes de plantas infectadas em baixa temperatura (-20°C), sendo o período de congelamento variável, entre 21 e 242 dias para manter as características infectivas (CRUZ et al., 2009).

2.2. Métodos de preservação de médio prazo

Nesta categoria pode-se destacar a preservação em água destilada ou solução salina, em óleo mineral, em papel-filtro e em sílica-gel. O armazenamento em água ou solução salina estéril consiste inicialmente no cultivo dos microrganismos em meio sólido (ágar inclinado), em um frasco de ensaio com tampa rosca (Figura 2A). Após o crescimento, a cultura microbiana é coberta com uma das soluções e os frascos são armazenados em pé, na temperatura ambiente ou na geladeira (NEUFELD

& OLIVEIRA, 2008). O uso da solução salina é indicado para a preservação de microrganismos sensíveis às baixas pressões osmóticas das soluções hipotônicas (Figura 2B) (COSTA & FERREIRA, 1991). A cobertura das culturas microbianas com estas soluções tem o intuito de limitar a disponibilidade de oxigênio aos microrganismos e consequentemente reduzir o metabolismo, o que aumenta a longevidade da cultura (COSTA et al., 2009).

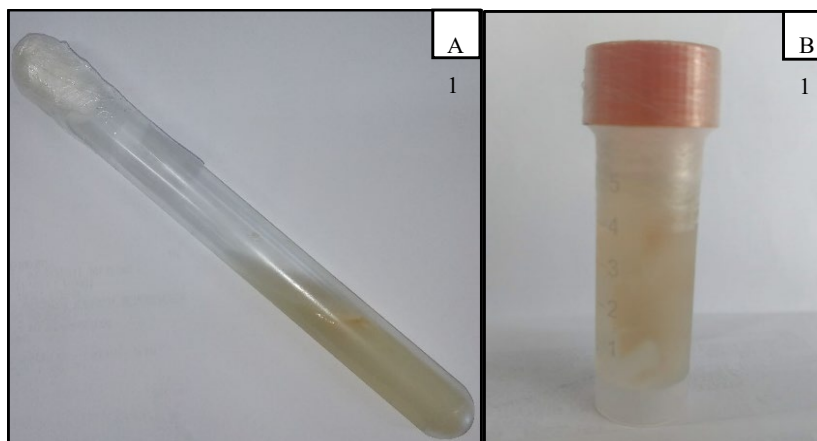


Figura 2. Crescimento de um fungo em ágar inclinado para posteriormente receber solução salina (A), e fungo preservado em água destilada e estéril (B)

A preservação em óleo assemelha-se ao método anterior, pois consiste na aplicação de uma camada de óleo mineral esterilizado sobre uma cultura microbiana crescida em um meio de cultura sólido inclinado (RHODES, 1957; ROMEIRO, 2006). A temperatura de conservação do meio após adição do óleo pode variar de 4°C a 20°C, dependendo do microrganismo (CANHOS et al., 2004).

O método de preservação em papel-filtro consiste no cultivo do fungo sobre papel-filtro ou papel-manteiga disposto em uma placa de Petri com meio de cultura. Após a colonização dos fragmentos do papel filtro pelo fungo, estes são desidratados (OLIVEIRA, 2014) e armazenados em baixas temperaturas (SMITH & ONIONS, 1983).

O método da sílica-gel consiste na proteção de esporos fúngicos com leite desnatado e o armazenamento dos esporos em gel de sílica. Este método foi desenvolvido por PERKINS (1962) para espécies de *Neurospora* ssp. Em suas observações a cultura armazenada permaneceu viável por 4-5 anos. Este método inibe o metabolismo, reduz o crescimento e apresenta fácil reativação das culturas, não necessitando de equipamentos específicos, tornando-se desta forma simples e de baixo custo (NAKASONE et al., 2004). Em testes com fungos dos gêneros *Pythium* e *Phytophthora* este método não foi eficaz (SMITH & ONIONS, 1983), contudo, quando aplicado em conjunto com o armazenamento em baixas temperaturas, o método pode aumentar em duas a três vezes o período de viabilidade da cultura (NAKASONE et al., 2004).

2.3. Métodos de preservação de longo prazo

A liofilização e a criopreservação são os principais métodos de longo prazo. Atualmente, grande parte das coleções e bancos de microrganismos utilizam a liofilização como método de preservação. A manutenção da viabilidade de algumas espécies pode chegar a períodos até 21 anos (CARVALHO, 2007). No entanto, os fungos não esporulados ou que possuem esporos excessivamente delicados não suportam o processo de liofilização, sendo necessário o emprego de técnicas menos agressivas (COSTA et al., 2009).

A liofilização consiste na remoção da água intracelular de materiais biológicos congelados por sublimação, evitando a formação de cristais de gelo (MORGAN et al., 2006). A sublimação é a passagem da água do estado sólido para o estado gasoso, sem passar pelo estado líquido. Esta técnica é constituída por três etapas: congelamento, desidratação primária e desidratação secundária (Figura 3) (CARVALHO, 2007). O objetivo do congelamento é promover a inércia do material, gerando uma interrupção das atividades metabólicas. Na desidratação primária, a água é removida por sublimação que ocorre sob vácuo e com a adição de calor. A desidratação secundária remove a água que não formou gelo durante o congelamento e consequentemente não sublimou (COSTA et al., 2009). O armazenamento dos liofilizados deve ocorrer em ambiente com baixa umidade, baixa temperatura, ausência de luz e de contaminantes (MORGAN et al., 2006).

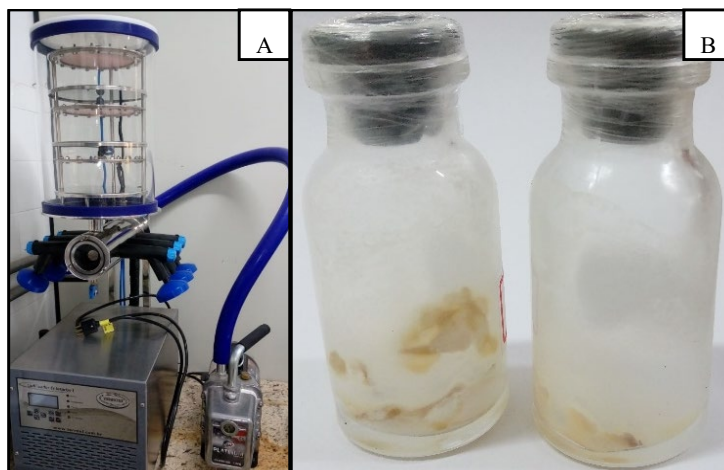


Figura 3. Equipamento Liofilizador série Enterprise Versão 3.0/2014 (A) e fungo armazenado após ser submetido ao processo de liofilização (B).

A liofilização tem a vantagem de permitir o armazenamento por muitos anos (em alguns casos, mais de 20 anos), porém, a desvantagem é que o equipamento necessário para a liofilização (liofilizador) é relativamente caro, um modelo com preço intermediário custa aproximadamente U\$\$ 10.000,00.

A criopreservação compreende a manutenção dos microrganismos em baixas temperaturas: a -20°C em freezers, a -80°C em ultrafreezers, ou em ultrabaixas temperaturas de -150°C a -196°C em contêineres de nitrogênio líquido (WOLFE & BRYANT, 2001). Neste processo existem duas etapas críticas que podem causar danos celulares e perda da viabilidade dos microrganismos, as faixas entre

19° e 8°C e entre -6° e -15°C. Na primeira faixa, ocorre a transição dos lipídeos da membrana plasmática do estado líquido para o estado de gelo. Na segunda faixa ocorre cristalização e concentração de soluto dentro da célula (OLIVEIRA, 2007; COSTA et al., 2009). Com isso, o desafio das células durante o processo de criopreservação está na capacidade de suportar as possíveis alterações que ocorrem durante a dupla passagem pelas faixas de temperatura, durante o congelamento e o descongelamento (COSTA & FERREIRA, 1991; OLIVEIRA, 2007). Por isto, o sucesso da criopreservação depende de uma série de fatores, como o tipo de microrganismo e a taxa de resfriamento. Além disso, é uma técnica que demanda uma aparelhagem específica, acarretando maior custo de operacionalização (COSTA et al., 2009).

4. DEFINIÇÃO DO MÉTODO A SER UTILIZADO

Cada microrganismo comporta-se de forma diferente frente às técnicas de preservação utilizadas (Figura 4) (FURTADO et al., 2008). Com isso a escolha da técnica de preservação mais adequada deve ser definida pelas características da espécie do organismo em estudo, bem como pelas vantagens e desvantagens do procedimento (TAN et al., 2018). A maior preocupação quanto a técnica a ser utilizada está relacionada aos efeitos sobre a estabilidade e a viabilidade ao longo do tempo (COSTA et al., 2009).

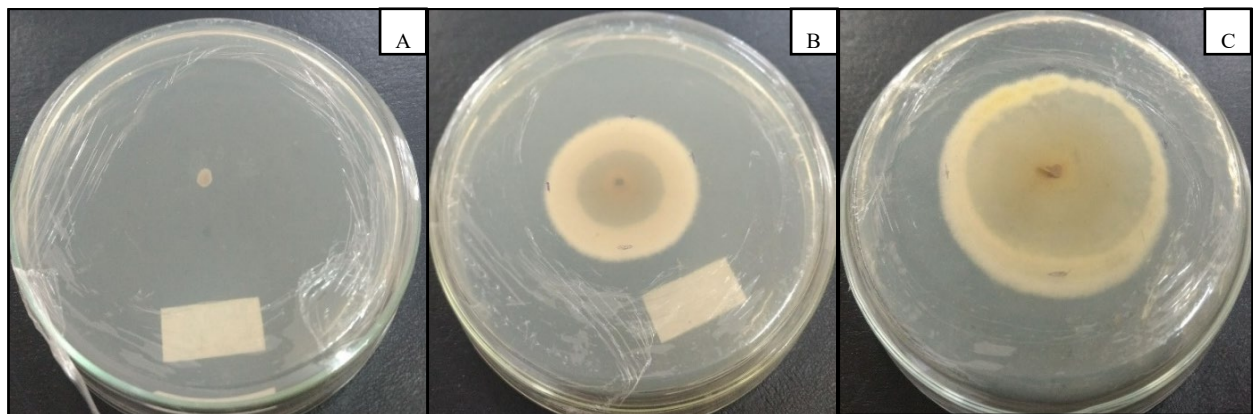


Figura 4. Diferença de crescimento de um mesmo fungo em 21 dias de incubação após ser submetido a diferentes métodos de preservação: A) Cobertura da colônia com água destilada estéril e armazenamento a -20°C; B) Repicagem contínua; e C) Cobertura da colônia com solução estéril de 50% água destilada + 50% glicerol (v/v) e armazenamento a -20°C.

Após submetido a preservação, alguns fatores podem influenciar no sucesso do método: uso e tipos de crioprotetores, como o glicerol, variações de temperatura entre a coleta e o processamento do material, temperatura de estocagem, tempo despendido entre o processamento inicial e a estocagem, ausência da contaminação por ocasião da coleta e do processamento, atividade de agentes endógenos de degradação ou de substâncias inibidoras na própria amostra (COSTA et al., 2009).

5. CONSIDERAÇÕES FINAS

Os métodos de preservação têm como finalidade manter o microrganismo viável e estável geneticamente durante o seu armazenamento. Para a escolha do melhor método devem-se considerar as particularidades do microrganismo, as etapas do método a ser escolhido, a capacidade laboratorial, os custos da técnica (reagentes, mão-de-obra e outros) e dos equipamentos necessários. Muitas variáveis influenciam no sucesso do método de preservação escolhido, por isto, há necessidade de conhecimento de todas as opções disponíveis e da avaliação prévia do método com o microrganismo a ser preservado.

6. REFERÊNCIAS

- ABREU, M.M.V.; TUTUNJI, V.L. Implantação e manutenção da coleção de culturas de microrganismos do UniCEUB. **Universitas Ciências da Saúde**. v.2, n.2, p. 236-251, 2004. <http://dx.doi.org/10.5102/ucs.v2i2.535>
- BASTOS, B. de O.; DEOBALD, G.A.; BRUN, T.; DAL PRÁ, V.; JUNGES, E.; KUHN, R.C.; PINTO, A.K.; MAZUTTI, M. A. Solid-state fermentation for production of a bioherbicide from *Diaporthe* sp. and its formulation to enhance the efficacy. **3 Biotech**, v. 7, n. 135, p. 1-9, 2017. <https://doi.org/10.1007/s13205-017-0751-4>
- BORSARI, A. P.; CLAUDINO, M. Biodefensivos: Mercado e percepção do produtor brasileiro. Boletim técnico. Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico – ABCBio. 2018. Disponível: <https://www.abcbio.org.br/informativos/publicacoes/>
- BRUN, T.; RABUSKE, J. E.; TODERO, I.; ALMEIDA, T. C.; JUNIOR, J. J. D.; ARIOTTI, G.; CONFORTIN, T.; ARNEMANN, J. A.; KUHN, R. C.; GUEDES, J. V. C.; MAZUTTI, M.A. Production of bioherbicide by *Phoma* sp. in a stirred-tank bioreactor. **3 Biotech**. v. 6, n. 2, p. 230, 2016. <https://doi.org/10.1007/s13205-016-0557-9>
- BUENO, C.J.; AMBRÓSIO, M.M.deQ.; SOUZA, N.L.de. Métodos de preservação para fungos fitopatogênicos habitantes no solo. **Pesquisa & Tecnologia**. v. 32, n.1, p. 42-50, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052006000100006>
- CANHOS, V.P. et al. **Coleções de culturas de microrganismos**. Resumo: Coleções de culturas de microrganismos. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP – Centro de Referência em Informação Ambiental - CRIA, 2004.
- CARVALHO, F.D. Indução de estruturas esféricas ou similares durante a cristalização da água por processos físicos ou químicos. **Ciência Agrotécnica**, v. 31, n. 3, p. 814-820, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000300031>
- CASTRO DE SOUZA, A. R.; BALDONI, D. B.; LIMA, J.; PORTO, V.; MARCUZ, C.; MACHADO, C.; FERRAZ, R. C.; KUHN, R. C.; JACQUES, R.J.S.; GUEDES, J. V.C.; MAZUTTI, M. A. Selection, isolation, and identification of fungi for bioherbicide production. **Brazilian Journal of Microbiology**. v. 48, n. 1, p. 101-108, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.09.004>
- CHAVES NETO, J.R.; MAZUTTI, M.A.; ZABOT, G.L.; TRES, M.V. Avaliação de diferentes métodos de preservação do fungo *Phoma Dimorpha*. **Colloquium Agrariae**. v.15, n.4, p.1-10, 2019. DOI: 10.5747/ca.2019.v15.n4.a306
- COSTA, C. P.; FERREIRA, M. C. Preservação de microrganismos: revisão. **Revista de Microbiologia**. v.22, n. 3, p. 263-268, 1991.
- COSTA, E.C.; OLIVEIRA, A.P. de; FEISTEL, J.C.; REZENDEAL, C.S.M.e. Princípios da estocagem e preservação de amostras microbiológicas. **Ciência Animal**. v. 19, n. 2, p.111-122, 2009. Disponível: http://www.uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/artigo10_2009.pdf

- CRUZ, J.C.S.; SOUZA, N.L.; PADOVANI, C.R.; FURTADO, E.L. Preservação do inóculo de *Plasmodiophora brassicae* utilizando o método de congelamento. **Summa Phytopathologic**. v.35, n.1, p.57-59, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052009000100010>
- DELELE, M.A.; WEIGLER, F.; MELLMANN, J. Advances in the Application of a Rotary Dryer for Drying of Agricultural Products: A Review. **Drying Technol.** v. 33, n. 5, 541–558, 2015. <https://doi.org/10.1080/07373937.2014.958498>
- FEDOTOV, G.N.; LYSAK, L.V. The possible role of microorganisms in humus formation in soils. **Doklady Biological Sciences**. v. 455, n. 1, p. 87–90, 2014. <https://doi.org/10.1134/S001249661402001X>
- FIGUEIREDO, M.B. Métodos de preservação de fungos patogênicos. **Biológico**, v. 63, n. 1/2, p. 73- 82, 2001.
- FUJII, K.; SHIBATA, M.; KITAJIMA, K.; ICHIE, T.; KITAYAMA, K.; TURNER, B. L. Plant–soil interactions maintain biodiversity and functions of tropical forest ecosystems. **Ecological Research**. v. 33, n. 1, p. 149–160, 2018. DOI 10.1007/s11284-017-1511-y
- FURTADO, G.Q.; ALVES, S.A. M.; CZERMAINSKI, A.B.C.; MASSOLA JR, N.S. Preservation of *Phakopsora pachyrhizi* Uredospores. **Journal of Phytopathology**. n.156, p.62 - 64, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2007.01313.x>
- GARG, N.; SINGH, S. Mycorrhizal inoculations and silicon fortifications improve rhizobial symbiosis, anti-oxidant defense, trehalose turnover in *Pigeon pea* genotypes under cadmium and zinc stress. **Plant Growth Regulation**. v. 86, n. 1, p. 1–15, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10725-018-0414-4>
- GIRÃO, M.D.; PRADO, M.R.do; BRILHANTE, R.S.N.; CORDEIRO, R.A.; MONTEIRO, A.J.; SIDRIM, J.J.C.; ROCHA, M.F.G. Viabilidade de cepas de *Malassezia pachydermatis* mantidas em diferentes métodos de conservação. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v.37, n.3, p. 229-233, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822004000300007>
- HERSHENHORN, J.; CASELLA, F.; VURRO, M. Weed biocontrol with fungi: past, present and Future. **Biocontrol Science and Technology**. v. 26, n. 10, p. 1313–1328, 2016. <http://dx.doi.org/10.1080/09583157.2016.1209161>
- HOLLAND, N.T.; SMITH, M.T.; ESKENAZI, B.; BASTAKI, M. Biological sample collection and processing for molecular epidemiological studies. **Mutation Research**, v. 543, p. 217-234, 2003. [https://doi.org/10.1016/S1383-5742\(02\)00090-X](https://doi.org/10.1016/S1383-5742(02)00090-X)
- MORGAN, C.A.; HERMAN, N.; WHITE, P.A.; VESEY, G. Preservation of micro-organisms by drying – a review. **Journal of Microbiological Methods**, Amsterdam, v.66, n. 2, p.183-193, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2006.02.017>
- MUÑOZ-ROJAS, M.; CHILTONG, A.; LIYANAGET, S.; ERICKSOND, E.; MERRITT, J.; NEILANM, A.; OOI, K.J. Effects of indigenous soil cyanobacteria on seed germination and seedling growth of arid species used in restoration. **Plant and Soil**. v. 429, p. 1–10, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3607-8>
- MURRAY, P.R.; BARONE, E.J.; JORGENSEN, J.H.; PFALLER, M.A.; YOLKEN, R.H. **Manual of clinical microbiology**. 8 ed., ASM Press, Washington DC, 2003. 2113p.
- NAKASONE, K.K.; PETERSON, A.W.; JONG, S. Preservation and distribution of fungal cultures. In: MUELLER, G.M.; BILLS, G.F.; FOSTER, M.S. (Ed.). **Biodiversity of fungi, inventory and monitoring methods**. San Diego: Elsevier Academic, p. 37-47, 2004.
- NEUFELD, P.M.; OLIVEIRA, P.C. Preservação de dermatófitos pela técnica da água destilada estéril. **Revista Brasileira Análises Clínicas**. v. 40, n. 3, p. 167-169, 2008.
- NOGUEIRA, R.C.; CARQUEIRA, H.F.; SOARES, M.B.P. Patenting bioactive molecules from biodiversity: the Brazilian experience. **Expert Opinion on Therapeutic Patents**. v. 20, n. 2, p. 145–157, 2010. <https://doi.org/10.1517/13543770903555221>
- OLIVEIRA, C.H. **Avaliação das características do espermatozóide de equino congelado submetido a inclusão e remoção do colesterol das membranas**. 2007. 87 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Minas Gerais. 2007.

OLIVEIRA, L.S. **Métodos para preservação de *Colletotrichum lindemuthianum* e *Pseudocercospora griseola***. 2014. 51p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras. 2014.

PERKINS, D.D. Preservation of neurospora stock culture with anhydrous silica-gel. **Canadian Journal of Microbiology**. v. 8, p. 591-594, 1962. <https://doi.org/10.4148/1941-4765.1031>

REICHERT JÚNIOR, F.W.; SCARIOT, M. A.; FORTE, C. T.; PANDOLFI, L.; DIL, J.M.; WEIRICH, S.; CAREZIA, C.; MULINARI, J.; MAZUTTI, M. A.; FONGARO, G.; GALON, L.; TREICHEL, H.; MOSSI, A. J. New perspectives for weeds control using autochthonous fungi with selective bioherbicide potential. **Heliyon**, v. 5, e016763, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01676>

RHODES, M.E. The preservation of *Pseudomonas* under mineral oil. **Journal of Applied Microbiology**. v. 20, n. 1, p.108–118, 1957. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1957.tb04527.x>

ROMEIRO, R.S. **Preservação de culturas de bactérias fitopatogênicas**. Material didático, Laboratório de Bacteriologia de Plantas, Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, 2006.

SANTANA, N.A.; RABUSCKE, C.M.; SOARES, V.B.; SORIANI, H.H.; NICOLOSO, F.T.; JACQUES, R. J.S. Vermicompost dose and mycorrhization determine the efficiency of copper phytoremediation by *Canavalia ensiformis*. **Environmental Science and Pollution Research**. v. 25, n. 13, p. 12663–12677, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1533-1>

SEPED/MCTIC. **ESTRATÉGIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO 2016-2022**. MCTIC 2016, 136p, 2016. Disponível: http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/Arquivos/PlanosDeAcao/PACTI_Sumario_executivo_Web.pdf

SMITH, D.; ONIONS, A.H.S. The preservation and maintenance of living fungi. Kew: **Commonwealth Mycological Institute**, 1983. 132 p.

SOLA, M.C.; OLIVEIRA, A.P.de; FEISTEL, J.C.; REZENDE, C.S.M.e. Manutenção de microrganismos: Conservação e viabilidade. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**. v.8, n.14; p.1398, 2012.

STIELOW, J.B. et al. Charcoal filter paper improves the viability of cryopreserved filamentous ectomycorrhizal and saprotrophic Basidiomycota and Ascomycota. **Mycologia**. v. 104, n. 1, p. 324-330, 2012. <https://doi.org/10.3852/11-155>

TAN, D.T.; POH, P.E.; CHIN, S.K. Microorganism preservation by convective air-drying: A review. **Drying Technology**. v. 36, n. 7, p.764-779, 2018. <https://doi.org/10.1080/07373937.2017.1354876>

TODERO, I.; CONFORTIN, T. C.; LUFT, L.; BRUN, T.; UGALDE, G. A.; ALMEIDA, T. C. de; ARNEMANN, J. A.; ZABOT, G. L.; MAZUTTI, M. A. Formulation of a bioherbicide with metabolites from *Phoma* sp. **Scientia Horticulturae**. v. 241, n. 18, p. 285-292, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.07.009>

WOLFE, J.; BRYANT, G. Cellular cryobiology: thermodynamic and mechanical effects. **International Journal of Refrigeration**. v. 24, p. 438-450, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0140-7007\(00\)00027-X](https://doi.org/10.1016/S0140-7007(00)00027-X)

YANG, J.; CAO, H.; WANG, W.; ZHANG, L.; DONG, J. Isolation, Identification, and Herbicidal Activity of Metabolites Produced by *Pseudomonas aeruginosa* CB-4. **Journal of Integrative Agriculture**. v.13, p. 1719-1726, 2014. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60695-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60695-4)

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Adenanthera pavonina* L. SUBMETIDA A DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO



RAISSA HOMEM GONÇALVES

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

LAIANA DOS SANTOS TRINDADE

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

LUISE TORRES OLIVEIRA

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

JAMILE BRAZÃO LIMA SILVA

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

JULIANA DE SOUZA PEREIRA

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

LUCAS DE SOUZA ALVES

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

AVETE VIEIRA LIMA

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

**PAULA ANGELA UMBELINO GUEDES
ALCOFORADO**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estudar doses de nitrogênio e fósforo no crescimento inicial da espécie *Adenanthera pavonina* Linneaus. O experimento foi conduzido em casa de vegetação não climatizada, em esquema fatorial 3x5, sendo constituído por três doses de Nitrogênio (0

ou testemunha, 50 e 100mg/dm³) e cinco doses de Fósforo (0 ou testemunha, 150, 300, 450 e 600 mg/dm³), totalizando 15 tratamentos. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com seis repetições totalizando 90 unidades experimentais onde, cada muda após 30 dias de semeadura em sementeira foi produzida em vaso com capacidade para 1,5 dm³ de solo e o solo utilizado como substrato foi o Latossolo Amarelo Distrocoeso. Aos 70 dias após o transplante avaliou-se as variáveis altura, diâmetro, massa seca de parte aérea e massa seca de raiz. Para as variáveis altura e diâmetro do caule verificou-se melhor resposta quando as mudas foram submetidas à aplicação de 300mg/dm³ de fósforo e 100mg/dm³ de nitrogênio no solo. A variável massa seca de parte aérea apresentou melhor desenvolvimento quando foram utilizadas doses de 50mg/dm³ de nitrogênio e a presença de fósforo não influenciou no desenvolvimento dessa variável. Para massa seca de raiz houve apenas efeito simples dos nutrientes, sendo 50mg/dm³ de nitrogênio e 300mg/dm³ fósforo as doses que proporcionaram melhor desenvolvimento dessas variáveis nas mudas.

PALAVRAS-CHAVES: Exótica, Fertilizantes, Interação.

ABSTRACT: The objective of this work was to study doses of nitrogen and phosphorus in the initial growth of the species *Adenanthera pavonina* Linneaus. The experiment was conducted in an unheated greenhouse, in a 3x5 factorial scheme, consisting of three doses of Nitrogen (0 or control, 50 and 100mg/dm³) and five doses of Phosphorus (0 or control, 150, 300, 450 and 600 mg/dm³), totaling 15 treatments. The design was completely randomized with six replications to-

taling 90 experimental units, where each one changes after 30 days of sowing in sowing, was produced in a pot with capacity for 1,5 dm³ of soil and the soil used as substrate was the Yellow Latosol Distracted. At 70 days after transplanting, the variables height, diameter, shoot dry mass and root dry mass were evaluated. For the variables stem height and diameter the best response was verified when the seedlings were submitted to the application of 300mg/dm³ of phosphorus and 100mg/dm³ of nitrogen in the soil. The dry matter variable of aerial part presented better development when doses of 50mg/dm³ of nitrogen were used and the presence of phosphorus did not influence the development of this variable. For root dry matter there was only simple effect of the nutrients, being 50mg/dm³ of nitrogen and 300mg/dm³ phosphorus the doses that provided better development of these variables in the seedlings.

KEYWORDS: Exótic, Fertilizers, Interaction.

1. INTRODUÇÃO

A *Adenanthera pavonina* Linnaeus, popularmente conhecida como Carolina, olho-de-dragão ou tento, é uma leguminosa arbórea nativa do continente Asiático, pertencente à família *Fabaceae* – *Mimosoideae* que foi introduzida nas Américas, incluindo o Brasil, para composição da arborização urbana e rural (LORENZI *et al.*, ARAUJO, 2003). É uma espécie pioneira, de natureza ecológica semidecídua, apresenta crescimento rápido, o que contribui para o desenvolvimento, sob suas copas, de plantas arbóreas, arbustivas e trepadeiras, que não toleram altas intensidades luminosas (FONSECA *et al.*, LORENZI *et al.*, 2003). Segundo Fanti (1997), é uma importante fonte de madeira de boa qualidade sendo muito utilizada na indústria madeireira, bem quista para fins ornamentais, artesanato, até mesmo medicamentos, sendo suas sementes e madeira utilizadas como fitoterápicos, no tratamento de infecções pulmonares e da oftalmia crônica.

A disponibilidade de nutrientes está entre os fatores que condicionam o desenvolvimento, proliferação e abundância das espécies florestais (SANTOS, 2008). A necessidade de adubação decorre do fato de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas precisam para um adequado crescimento. Dessa forma as características e quantidades de adubos a aplicar dependerão das necessidades nutricionais da espécie utilizada, da fertilidade do solo, da forma de reação dos adubos com o solo, da eficiência dos adubos e dos fatores de ordem economia.

Os teores de nutrientes no substrato, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio têm grande influência na qualidade das mudas produzidas e no desenvolvimento das mesmas em campo (TUCCI *et al.*, 2008). Esses elementos são classificados como macronutrientes essenciais devido à sua concentração nos tecidos das plantas, são absorvidos em quantidades específicas e suficientes para o desenvolvimento de cada vegetal (RAIJ, 1991).

Dentre os elementos essenciais às plantas, o nitrogênio é em geral o nutriente mineral mais exigido (FAQUIM, 2005). Além disso, é um elemento limitante em aspectos estruturais, funcionais e regulatórios na produção das populações vegetais (RENTSCH *et al.*, 2007), por possuir papel fundamental no metabolismo vegetal, e participar, diretamente, na biossíntese de proteínas e clorofilas (ANDRADE *et al.* 2003), composto esse, que as plantas empregam para utilizar a energia da luz solar.

Segundo Marschner (1995), o nitrogênio é absorvido pelas raízes das plantas na forma de

nitrato e amônio. O sintoma característico da deficiência do nitrogênio é a clorose. Inicia-se pelas folhas mais velhas como resultado de sua alta mobilidade (TAIZ & ZEIGER, 2004). A ausência do nitrogênio causa uma estabilização no crescimento da planta, deixando o porte reduzido em relação ao desenvolvimento normal (CALIXTO JUNIOR et al., 2015), causando efeitos generalizados, como o definhamento das folhas mais velhas, as lâminas foliares ficam verde-claras a amarelas e os colmos ficam mais curtos e finos. Há atraso no desenvolvimento vegetativo e as pontas e margens das folhas mais velhas tornam-se necróticas prematuramente (EMBRAPA, 1997).

No que diz respeito ao fósforo, segundo Santos *et al.* (2008), diferentes espécies florestais apresentam diferenças no comportamento em relação à adubação fosfatada. Embora o fósforo seja um elemento pouco exigido pelas plantas, de acordo com Prado *et al.*, (2006) é um dos elementos mais utilizados na adubação de solos brasileiros e sua ausência é o que mais restringe a produção agrícola no Brasil. Isso se deve ao fato do fósforo ser componente de diversas macromoléculas, entre elas da ATP (adenosina trifosfato), utilizada no metabolismo energético das plantas (RAVEN *et al.*, 1996).

Sendo um nutriente pouco móvel nos solos quando em sua forma orgânica, o fósforo é absorvido pelas plantas sob a forma de ânions H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} , sendo um importante nutriente utilizado na fotossíntese e no desenvolvimento dos vegetais. A ausência de fósforo nas plantas causa vermelhidão nas margens e pontas de folhas mais velhas expostas ao sol. Há ocorrência de menor desenvolvimento, colmos menores e mais finos e diminuição de perfilhamento das plantas (EMBRAPA 1997).

O principal fator a se considerar na adubação fosfatada é o fenômeno de fixação o qual faz com que o elemento “caminhe” pouco por difusão até encontrar a raiz (MALAVOLTA, 1980). Para Malavolta (1989) o fósforo na planta estimula o crescimento das raízes garantindo uma arrancada vigorosa.

Dessa forma, é perceptível a importância que esses elementos possuem no desenvolvimento e consequentemente no aumento da produtividade das espécies. Diante disso, esse estudo teve por objetivo avaliar a resposta do crescimento inicial de mudas de *Adenanthera pavonina* à adubação com doses de nitrogênio e fósforo em casa de vegetação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação não climatizada, entre os meses de abril a agosto de 2018, no campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB em Cruz das Almas - BA, coordenadas geográficas 39°06'26" latitude sul e 12°40'39" longitude oeste, com altitude de 220 metros. O clima da região é do tipo tropical quente e úmido, precipitação média de 1.224 mm por ano e temperatura média de 24,5°C segundo a classificação de Köppen. A umidade relativa do ar é de aproximadamente 80% (EMBRAPA, 2006).

As sementes utilizadas para a produção das mudas foram coletadas em uma matriz no campus da UFRB e submetidas à escarificação mecânica utilizando lixa nº 80 para a superação da dormência. Em seguida, essas sementes foram colocadas para germinar durante 30 dias em uma bandeja de polietileno com areia lavada e peneirada.

Durante a germinação das sementes, uma amostra de solo foi coletada no campus da UFRB na camada superficial de (0-20 cm) de profundidade com o auxílio de uma pá e colocado para secar em casa de vegetação. Logo após a secagem, o solo foi peneirado com peneira de 4 mm de abertura de malha. Posteriormente, o solo foi pesado em unidades de $1,5 \text{ dm}^3$, umedecido e incubado com calcário dolomítico com PRNT de 92% durante 13 dias, adotando o método de saturação por bases para elevá-lo a 60% de sua capacidade de campo. Foi realizada uma análise química do solo antes da aplicação do calcário (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise química do solo utilizado na produção de mudas de *Adenanthera pavonina* coletado na UFRB – Cruz das Almas/BA.

SOLO	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na	Al ³⁺	H
	H ₂ O	-- mg/dm ³ --			cmolc/dm ³			
LATOSSOLO	4,8	0,35	0	0,7	0,1	0,5	0,3	

pH em água; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ Extrator KCL 1N; P, K e Na Extrator Mehlich 1; H+Al – Extrator Acetato de Cálcio e pH 7,0.

As amostras de solo foram transferidas para vasos plásticos de capacidade de $1,5 \text{ dm}^3$ onde se realizou o transplântio das mudas 31 dias após a semeadura.

O experimento foi constituído de um esquema fatorial 3x5, sendo três doses de nitrogênio (N0 ou testemunha, N50 mg/ dm^3 e N100 mg/ dm^3), aplicados na forma de ureia [$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$] e cinco doses de fósforo (P0 ou testemunha, P150mg/ dm^3 , P300 mg/ dm^3 , P450 mg/ dm^3 e P600 mg/ dm^3) aplicados na forma de superfosfato simples [$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$], totalizando 15 tratamentos com 6 repetições e 90 unidades experimentais.

As doses de Fósforo foram aplicadas de forma única no momento do transplântio. As aplicações de nitrogênio ocorreram de forma parcelada, sendo a dose N50 aplicada no momento do transplântio e aos 8, 24 e 33 dias pós transplântio, distribuído em parcelas de 10 mg/ dm^3 , 10 mg/ dm^3 , 10 mg/ dm^3 e 20 mg/ dm^3 respectivamente. A dose de N100 foi aplicada no momento do transplântio e aos 8, 24, 33, 41 e 56 dias pós transplântio, sendo a aplicação no transplântio e aos 8 dias equivalente a 10mg/ dm^3 e nas aplicações seguintes utilizou-se 20mg/ dm^3 em cada aplicação. As doses de N e P utilizadas foram definidas em função da recomendação de adubação para vasos para espécies florestais indicada por Passos (1994).

Para todos os tratamentos aplicou-se uma dose de 100mg/ dm^3 de Potássio (K) sendo essa dividida em duas aplicações de 50 mg/ dm^3 por unidade experimental, uma no transplântio e outra em cobertura após 08 dias do transplântio.

A aplicação de micronutrientes foi feita aos 38 dias após o transplântio das mudas, de forma uniforme para todos os vasos por meio de uma solução contendo: Zn = 4,0 mg/ dm^3 ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), Mn = 3,66 mg/ dm^3 ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), Cu = 1,33 mg/ dm^3 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), Bo = 0,81 mg/ dm^3 (H_3BO_3) e

Mo = 0,15 mg/dm³ (NH₄)₆ (Mo₇O₂₄·4H₂O).

Aos 70 dias após o transplântio, foram avaliadas as variáveis altura (cm) e diâmetro do caule das mudas (mm) com auxílio de uma trena e paquímetro digital, respectivamente. Logo após as mudas foram seccionadas em parte aérea e sistema radicular, levadas à estufa do tipo ventilação forçada com temperatura de aproximadamente 105°C durante 48 horas, sendo determinado o peso de matéria seca da parte aérea (g) e do sistema radicular (g) na balança de precisão.

Após a verificação da normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk, estes foram submetidos à análise de variância e regressão no *software* Estatístico Livre R (2008) e comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis analisadas o modelo que melhor se ajustou aos dados foi o quadrático do tipo polinomial. Os dados apresentados na Figura 1 indicam a resposta das mudas em relação à adubação com doses de fósforo e doses de nitrogênio.

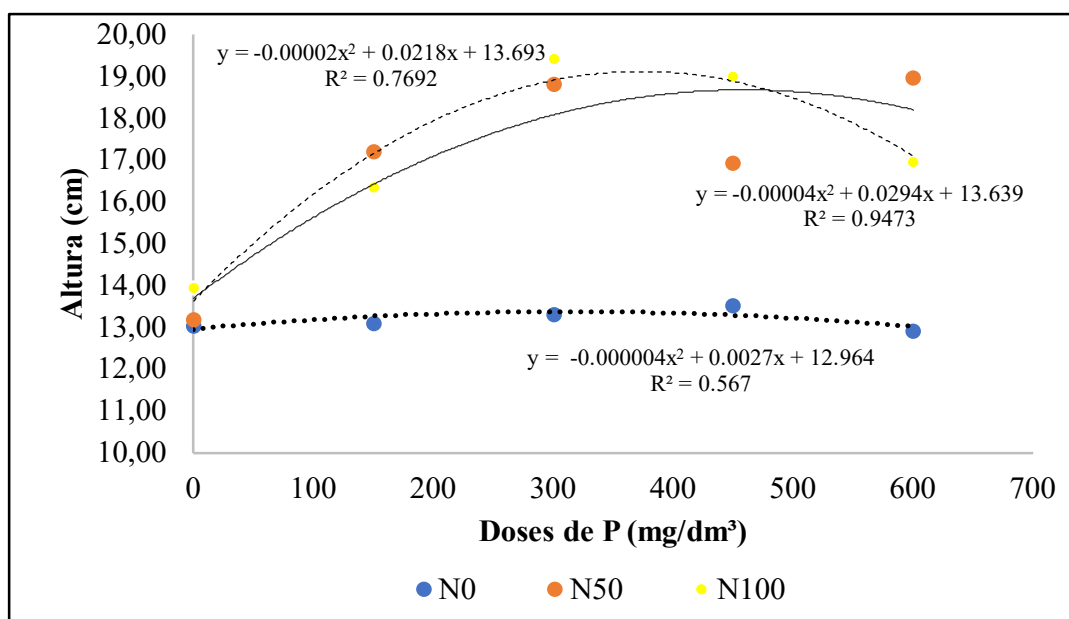


Figura 1. Altura das mudas da espécie *Adenanthera pavonina* aos 70 dias pós transplântio, submetidas à adubação com doses de fósforo e doses de nitrogênio.

O aumento das doses de fósforo no solo quando houve omissão de nitrogênio, influenciou de forma negativa o crescimento em altura das mudas de *Adenanthera pavonina*. Segundo Calixto Junior *et al.*, (2015), a ausência de nitrogênio interfere no desenvolvimento normal das plantas, causando uma estabilização.

Utilizando a dose de 50 mg/dm³ de nitrogênio observou-se que a planta cresceu a uma dose ótima de 545 mg/dm³ de fósforo atingindo uma altura máxima de 17,78 cm. Nesse tratamento, doses crescentes de fósforo proporcionaram um maior crescimento às mudas até a dose de 500 mg/dm³ de P.

Com a aplicação da dose de 100 mg/dm³ de nitrogênio nas mudas de *Adenanthera pavonina* observa-se que houve uma menor necessidade de fósforo para se desenvolver, 367,5 mg/dm³, chegando à uma altura máxima de 19,004 cm.

Sendo assim, foi possível observar que as doses de 100 mg/dm³ de nitrogênio e 300 mg/dm³ de fósforo proporcionaram às mudas de *Adenanthera pavonina* um maior crescimento em altura. Tucci *et al.* (2011) em seus estudos sobre a produção de mogno brasileiro constataram que o fornecimento de doses crescentes de nitrogênio não proporcionou ganhos significativos para a variável altura, pela baixa resposta da espécie trabalhada na fase de muda. Obtendo resposta diferente, no presente estudo foi possível observar que o aumento das doses de nitrogênio fornecidas foi essencial para o crescimento em altura das mudas da espécie em estudo.

Para a variável diâmetro do caule quando os mudas foram submetidas à adubação de fósforo para três níveis de nitrogênio (Figura 2), foi possível observar que para todas as doses de fósforo testadas o tratamento com a dose de nitrogênio de 100 mg/dm³ conferiu maior desenvolvimento das mudas em diâmetro, confirmando a recomendação utilizada. Quanto ao Fósforo, em todas as doses avaliadas as mudas responderam de forma positiva demonstrando que com o aumento das doses de fósforo as mudas apresentaram maior crescimento em diâmetro.

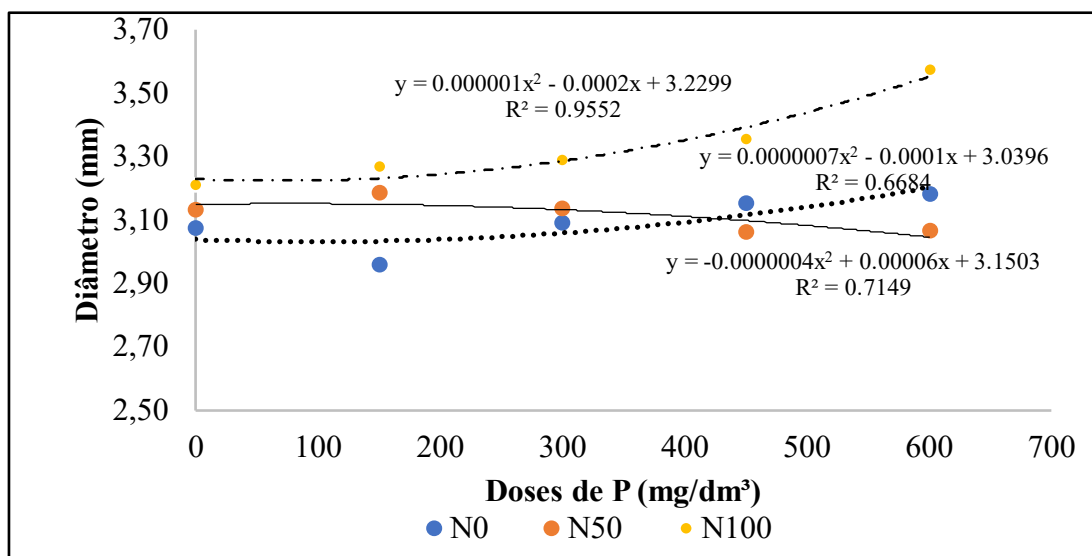


Figura 2 – Diâmetro das mudas da espécie *Adenanthera pavonina* aos 70 dias pós transplantio, submetidas à adubação com doses de fósforo e doses de nitrogênio.

Em um estudo realizado por Souza (2010), observou que o diâmetro de plantas de *Peltophorum dubium* e *Stryphnodendron polyphyllum* em condições de Cerrado, responderam positivamente às doses de P (0; 41,72; 83,72 e 125,16 mg kg⁻¹ de P₂O₅), tendo alcançado pontos máximos de altura 12,9 cm e diâmetro 3,72 mm, respectivamente, com a maior dose utilizada, sendo 125,16 mg kg⁻¹ de P₂O₅. Para a espécie *Adenanthera pavonina*, quanto maior a dose de fósforo aplicada, melhor foi sua resposta em crescimento da variável diâmetro, sendo assim recomendada.

Avaliando diferentes doses de N (50, 150 e 200 mg/dm³) e P (150, 450 e 600 mg/dm³), em mudas de Canafistula aos 120 dias, Cruz (2007) obteve resposta significativa para o diâmetro das

mudas quando essas foram submetidas a doses superiores a 50 mg dm⁻³ de N, sendo os valores do diâmetro maiores que 6 mm, sendo semelhante ao presente estudo onde doses de 100 mg/dm³ de nitrogênio proporcionaram um maior crescimento dessa variável. As respostas para a variável massa seca da parte aérea podem ser observadas na Figura 3.

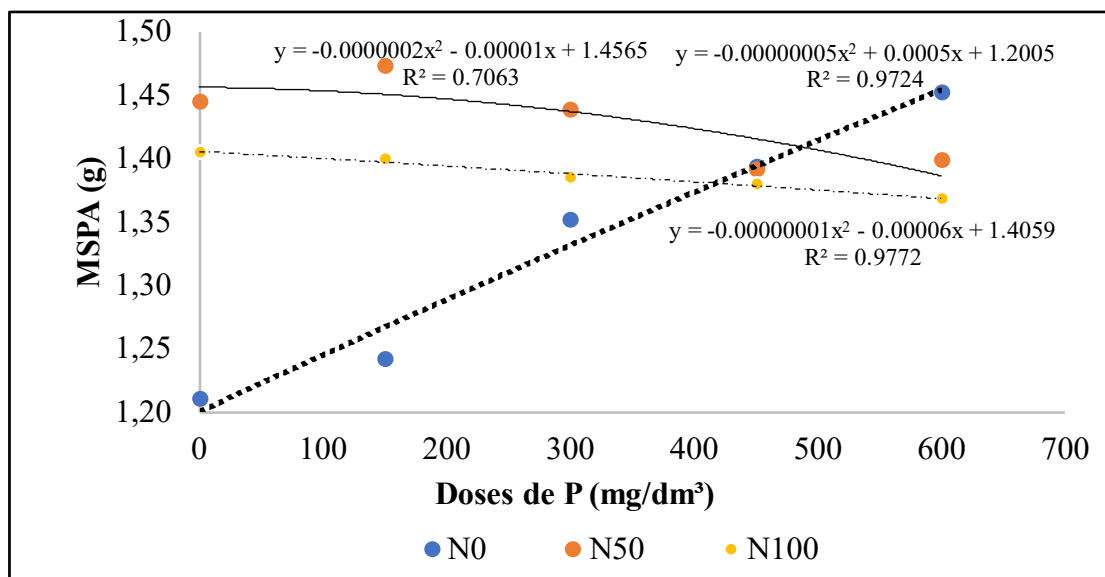


Figura 3 – Matéria seca da parte aérea das mudas da espécie *Adenanthera pavonina* aos 70 dias pós transplântio, submetidas à adubação com doses de fósforo e doses de nitrogênio.

É possível observar que na omissão de nitrogênio, quanto maior a dose de fósforo aplicada, maior foram os valores encontrados para o ganho de massa seca de parte aérea, indicando que o fornecimento de altas doses de fósforo proporcionou uma melhor resposta das mudas nesse tratamento, para essa variável. Santos *et al.* (2008) ao elevar o fornecimento de P na produção de espécies pioneiras como aroeira, sabiá, aroeirinha e sesbânia observaram que ocorreram aumentos na produção de matéria seca da parte aérea (MS) dessas espécies, o que também foi evidenciado por Flores-Aylas *et al.* (2003), sendo também observado no presente estudo.

Para as doses de 50 mg/dm³ e 100 mg/dm³ de nitrogênio na omissão de fósforo houve desenvolvimento das mudas para a variável MS, mas com o aumento das doses de fósforo foi possível observar que a variável MS respondeu de forma negativa, indicando que altas doses de fósforo não proporcionaram maior produção para essa variável quando combinado a N50 e N100mg/dm³. Souza *et al.* (2009), analisando o efeito da adubação química (nitrogênio e fósforo) na cultura da uvaia (*Eugenia uvalha* Camb.), observaram resultados não significativos para a variável MS em relação às doses de fósforo, foi semelhante ao encontrado nesse estudo quando combinado com doses maiores de nitrogênio.

Quando avaliada a variável matéria seca da raiz, as doses de nitrogênio e fósforo atuaram de forma independente (Figura 4), sendo as doses de 50 mg/dm³ de nitrogênio e 300 mg/dm³ de fósforo as que permitiram maior produção para essa variável. A partir dessas doses o efeito no ganho de massa seca foi negativo.

Segundo Raij (1991) a baixa solubilidade dos compostos de fósforo formados no solo e a forte

tendência de adsorção pelo solo, a maior parte desse elemento passa para a fase sólida, onde fica em parte como fosfato lábil, passando gradativamente a fosfato não-lábil, o que pode ter ocorrido no presente estudo. Quando foram aplicadas as maiores doses de fósforo ao solo, esse elemento passou para a forma não disponível às mudas influenciando negativamente no ganho de massa seca de raiz.

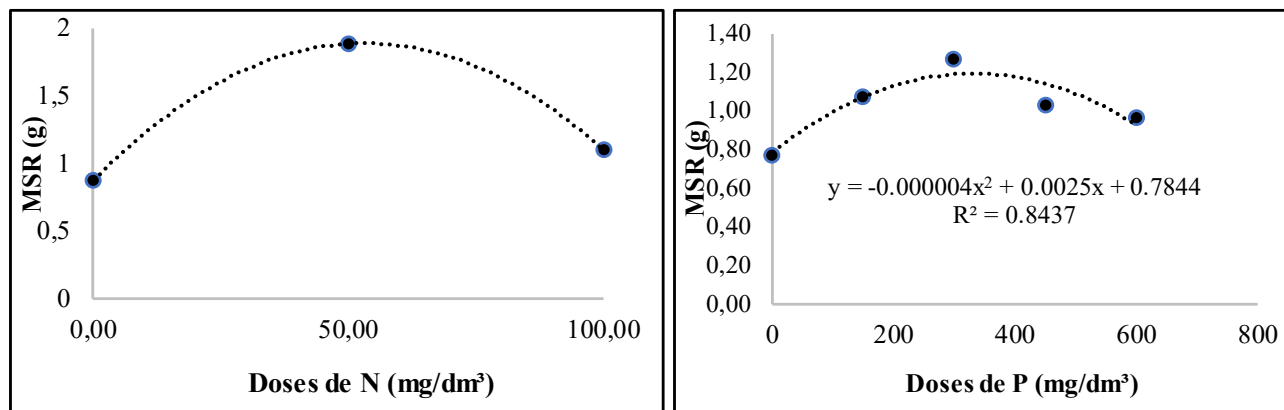


Figura 4 – Efeito simples de nitrogênio e fósforo para a variável matéria seca da raiz em mudas de *Adenanthera pavonina* aos 70 dias pós transplantio.

4. CONCLUSÃO

As mudas em relação à variável altura obtiveram melhor resposta quando submetidas ao tratamento P 300 mg/dm³ e N 100 mg/dm³, doses recomendadas por Passos (1994). Quanto ao diâmetro, as doses as quais as plantas foram submetidas obtendo melhor resultado foram P igual ou acima de 300 mg/dm³ e N 100 mg/dm³, para a maioria das mudas.

Para a variável massa seca de raiz, quando em omissão de fósforo todas as doses de nitrogênio proporcionaram um ganho nessa variável, mas, altas doses de fósforo influenciaram negativamente o desenvolvimento das mudas sobre a variável em questão.

Para massa seca de raiz os elementos nitrogênio e fósforo se comportaram de maneira independente, sendo que, as doses que proporcionaram melhor desenvolvimento às mudas para essa variável foram 50 mg/dm³ de N e 300 mg/dm³ de P.

Diante do presente estudo realizado, as doses recomendadas para obter um melhor desenvolvimento e qualidade das mudas da espécie *Adenanthera pavonina* Linnaeus são de 100 mg/dm³ de nitrogênio e para fósforo a dose de 300 mg/dm³, visto que, para todas as variáveis essas doses proporcionaram resultados positivos.

5. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. C. et al. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). **Ciência e Agrotecnologia**. Edição especial, p. 1643-1651, 2003.
- CALIXTO JUNIOR, J. A. D. et al. **Produção de massa seca e eficiência nutricional de mudas de mogno africano adubadas com nitrogênio**. II Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG, 2015.
- CRUZ, C. A. F. **Produção de mudas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub (canafistula) e *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H. S. Irwin&Barnaby (fedegoso) em resposta a macronutrientes**. Dissertação (Mestrado), 2007.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Embrapa Produção de Informação. Embrapa Solos, 376p. 2006.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Nitrogênio. Embrapa Produção de Informação. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. 1997
- FAQUIM, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. EDITORA – Apostila. UFLA/FAEPE 2005.
- FANTI, S.C. **Comportamento germinativo sob condições de estresse e do sombreamento artificial e adubo químico na produção de mudas de *Adenantha pavonina* L.** 153f. Dissertação (Mestrado) - São Universidade Federal de São Carlos 1997.
- FLORES-AYLAS, W. W. et al. **Efeito de *Glomus etunicatum* e fósforo no crescimento inicial de espécies arbóreas em semeadura direta**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.38, n.2, p. 257-266, 2003.
- FONSECA, S. C. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Ação do polietileno glicol na germinação de sementes de *Adenantha pavonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n. 1, p. 1-6, 2003.
- LORENZI, et al. **Árvores exóticas no Brasil madeireiras ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 368p. 2003.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Agrônômica Ceres. p. 251. 1980
- MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. Agrônômica Ceres. p. 292. 1980
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2. Ed. Academic Press. 1995
- PASSOS, M. A. A. **Efeito da calagem e de fósforo no crescimento inicial da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC)**. 1994. 57 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- PRADO, C. H. B. A.; CASALI, C. A. **Fisiologia Vegetal: práticas em relações hídricas fotossíntese e nutrição mineral**. 2006.
- RAIJ, B. Fertilidade do solo e Adubação. **Agrônômica Ceres**. p. 343. 1991.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 1996
- RENTSCH, D.; SCHIMIDT, S. & TEGEDER, M. **Transporters for uptake and allocation of organic nitrogen compounds in plants**. FEBS Letters 581:2281-228.2007
- SANTOS, et al. Crescimento, acúmulo de fósforo e frações fosfatadas em mudas de sete espécies arbóreas nativas. **Revista Árvore**, v.32, n.5, p.799-807, 2008.
- SANTOS, J. Z. L. et al. Crescimento, acúmulo de fósforo e frações fosfatadas em mudas de sete espécies arbóreas nativas. **Revista Árvore**, v.32, n.5, p.799-807, 2008.
- SOUZA, N. H. **Crescimento Inicial e Absorção de Fósforo e Nitrogênio em Duas Espécies Nativas do Cerrado. *Peltophorum dubium* e *Stryphnodendron polyphyllum***. Universidade Federal da Grande Dourados. Dissertação, 2010.
- SOUZA, H. A. et al. Adubação nitrogenada e fosfatada no desenvolvimento de mudas de uvaia. **Bioscience Journal**, v.25, n.1, p. 99-103. 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. p. 719. 2004

TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; LESSA, J. F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazonica**, v. 39, n.2, p.289 – 294. 2008.

TUCCI, A. F. *et al.* Desenvolvimento de Mudas de *Swietenia macrophylla* em Resposta a Nitrogênio, Fósforo e Potássio. **Floresta**, v.41, n.3, p.471-490, 2011.

SINTOMATOLOGIA E ETIOLOGIA DE *Sclerotinia sclerotiorum* EM CAMPO DE FEIJOEIRO TRATADO COM DIFERENTES COMBINAÇÕES QUÍMICAS E BIOLÓGICAS



MILTON LUIZ DA PAZ LIMA

IFGoiano Campus Urutaí

MARCIEL JOSÉ PEIXOTO

IFGoiano Campus Urutaí

THAIS CARDOSO DE CASTRO

IFGoiano Campus Urutaí

CLEBERLY EVANGELISTA DOS SANTOS

IFGoiano Campus Urutaí

RAFAELA SOUZA ALVES FONSECA

IFGoiano Campus Urutaí

FLÁVIA DE OLIVEIRA BIAZOTTO

IFGoiano Campus Urutaí

PAULA RODRIGUES NEVES

IFGoiano Campus Urutaí

WESLER LUIZ MARCELINO

Esalq Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

RESUMO: O fitopatógeno *Sclerotinia sclerotiorum* agente causal do mofo branco, sofre diferentes ações de controle promovida pelo homem e, conseqüentemente inúmeras interferências na expressão de sintomas e sinais em cultivos de feijoeiro afetados. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a sintomatologia e etiologia do mofo-branco de *Sclerotinia sclerotiorum* em campo de feijoeiro tratado com diferentes combinações químicas e biológicas. O feijão cv. Pérola sob regime de Pivô Central (safra de inverno (seca), 2015) foi semeado na Fazenda São José, Cristalina, GO. Foram aplicados nove tipos de trata-

mentos representados por fungicidas e agentes de controle biológico, ministrados em quatro aplicações, conduzidas em seis blocos (DBC), totalizando 54 unidades experimentais. Na área experimental descreveu-se mediante a pressão expressa pelos tratamentos a variabilidade de sintomas no hospedeiro. Caracterizou-se o progresso de desenvolvimento da fase miceliogênica e ascógena em cada órgão vegetal durante o período de 39, 46, 53, 60, 67, 74 DAP. E um patógeno infectivo em todos os órgãos vegetais, havendo a ampliação dos sintomas pela infecção ascógena das flores. O ciclo carpogênico não foi influenciado pelos tratamentos, pois tanto nas parcelas testemunha, como nas parcelas tratadas observou-se plantas sintomáticas e de mesmas intensidades. O emprego de medidas sanitárias de controle do mofo branco influenciou na dinâmica de espalhamento do mofo-branco do feijoeiro.

PALAVRAS-CHAVE: Apotécio, Ciclo carpogênico, Ciclo miceliogênico, Incidência, Mofo-branco.

ABSTRACT: The pathogen *Sclerotinia sclerotiorum* causal agent of white-mold, undergoes different control actions promoted by man, and consequently numerous interference in the expression of symptoms and signs in affected bean crops. The aim of this study was to characterize the symptomatology and etiology of white mold of *S. sclerotiorum* in bean field treated with different chemical compounds and biological. The cowpea cv. Pearl in Central Pivot regime (winter crop (dry), 2015) was sown in the Fazenda São José, Cristalina, GO. nine types of treatments represented by fungicides and biological control agents were administered, given in four applications, conducted in six blocks (DBC), totaling 54

experimental units. The experimental field was described by the pressure expressed by the treatments variability of symptoms in the host, characterized developing progress of miceliogênica and ascógena phase in each plant organ during the period of 39, 46, 53, 60, 67, 74 DAP. And a infective pathogen in all plant organs, with the expansion of symptoms by ascógena infection of flowers. The carpogênico cycle was not affected by treatments, for both the control plots, as in the treated plots there was symptomatic plants and the same intensities. The use of sanitary measures to control white mold influenced the dynamic scattering of white mold of bean.

KEYWORDS: Apothecium, Carpogenic cycle, Miceliogenic cycle, White-mold.

1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das culturas mais importantes do Brasil. O cultivo é obtido por meio dos cultivos de subsistência, realizado por pequenos produtores, e também em cultivos altamente mecanizados como sistemas em pivô Central em plantios na seca. É também um dos alimentos básicos da população brasileira, destacando-se como fontes de proteínas, ferro e carboidratos (TALAMINI et al., 2010).

As características principais do Feijão – *Phaseolus vulgaris* cv. Pérola incluem o hábito de crescimento indeterminado, porte semi-ereto, ciclo em torno de 90 dias, média de 46 dias para floração, flor branca, vagem verde, levemente rosada na maturação e vagem amarelo-areia na colheita. Pertence ao grupo comercial carioca, possui grão de cor bege-clara, com rajas marrom-claras, brilho opaco e peso de 100 sementes de 27 g. Quanto à reação à doenças, apresenta resistência à ferrugem e ao mosaico-comum, moderada resistência à murcha-de-Fusarium e à mancha angular. Para antracnose, possui resistência à raça alfa-brasil TUS e suscetibilidade às raças alfa-brasil, kapa e zeta (YOKOYAMA, 1999).

Geralmente são altas as perdas de produção devido às doenças que podem causar danos severos às plantas e acarretar reduções acima de 50 % na produção ou até perdas totais, caso medidas de controle não sejam aplicadas (EPAGRI, 2012).

Para Ricardo et al. (2008), a disseminação de doenças fúngicas, como o mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), é favorecida pelo avanço do cultivo irrigado, principalmente pela má qualidade de sementes, que introduzem o patógeno em novas áreas, e pelo ambiente altamente favorável ao desenvolvimento do mofo branco.

Ghini et al. (2011) apontaram que em temperaturas amenas e alta umidade o patógeno tem desenvolvimento favorecido, enquanto em condições adversas pode permanecer em restos de cultura e solo por mais de oito anos, na forma de escleródios que variam muito de tamanho, dependendo do hospedeiro e desempenham papel importante no ciclo da doença, uma vez que produzem inoculo e são as principais estruturas de sobrevivência (ABREU, 2011).

Ricardo et al. (2008) demonstraram que o mofo branco, representado por sua fase miceliogênica, no estado de GO, vem causando grandes prejuízos em lavouras de feijoeiro comum de 3ª safra e que estes prejuízos representam perdas significativas para o Estado. Porém essa redução na produtividade representa um dano econômico mais expressivo que os gastos com seu controle.

O agente causal *S. sclerotiorum* apresenta ciclo sexual, o que é importante na geração de variabilidade e no potencial evolutivo das populações de patógenos (CHEN e MCDONALD, 1996). Atualmente, o patógeno está difundido por todo o país, e as áreas mais afetadas são os estados do Sul, Sudeste e Centro-Oeste, locais com condições climáticas favoráveis ao patógeno, geralmente regiões acima de 800 m de altitude (ALMEIDA et al., 1997).

A fase apotecial, sexual ou carpogênica é caracterizada pela germinação de escleródios que na matéria orgânica sobre o tecido morto do hospedeiro ou através do solo, pode sofrer indução de germinação gerando apotécios e ascósporos. Estes últimos no ciclo da doença representam epidemiologicamente uma fonte de inoculo infalível para o agravamento de epidemias de mofo branco do feijoeiro. A frequência de ocorrência da fase carpogênica nem sempre é visível e constante no campo (BOLAND e HALL, 1988).

O controle da doença é feito pelo uso de sementes sadias, utilização de fungicidas, adoção de práticas culturais e utilização de agentes de biocontrole (FURLAN, 2009).

O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização e da fase sexual de *S. sclerotiorum* incidente em feijoeiro submetido a diferentes fungicidas e agentes de biocontrole.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em regime de pivô central, ano agrícola de 2015, situado na Fazenda São José, Cristalina, GO.

O cultivo foi realizado em sistema de plantio direto, sendo antecedido a cultura do feijão o plantio de milho. A adubação de plantio foi realizada com 270 kg ha⁻¹ do formulado 05-37-00 e cloreto de potássio sendo aplicado utilizando o sistema de agricultura de precisão.

O uso da cultivar Pérola em uma propriedade de cultivo sob regime de Pivô Central nesses experimentos deve-se a aceitabilidade dessas cultivares pelos produtores, pois possuem um ciclo médio resultando numa maior resistência a doenças (ferrugem, mosaico comum, murcha-de-fusarium, antracnose e mancha-angular), entre outros como apontado por Yokoyama et al. (1999).

A semeadura foi realizada em 30/05/2015, foram aplicados 9 tipos de tratamentos (Tab. 1), ministrados em quatro aplicações, conduzidos em 6 blocos por tratamentos com fungicida (Delineamento em blocos casualizados), totalizando 54 unidades experimentais.

Cada parcela apresentou dimensões de 6x6 m, com área de 36 m² por parcela e espaçamento de entre linhas utilizado foi de 0,5 m, enquanto entre plantas foi de 0,2 m. Foram desprezados 0,5 m das extremidades das duas linhas centrais, totalizando uma área útil de 9 m². As avaliações foram realizadas nas dez linhas centrais. O número total de plantas por linha foi de 30 plantas, totalizando 300 plantas por parcela.

Foram realizadas quatro aplicações (1ª aplicação aos 18 DAP; 2ª aos 26 DAP; 3ª aos 34 DAP e 4ª aos 46 DAP). Os tratamentos foram representados por: T1 testemunha (sem aplicação), T2

Bacillus subtilis linhagem QST 713 - Serenade® (4 L/ha aplicado no estágio V3), T3 *Bacillus subtilis* linhagem QST 713 - Serenade® (4 L/ha aplicado no estágio V3 e V4), T4 *Bacillus subtilis* linhagem QST 713 - Serenade® (2L/ha aplicado no estágio V3 e V4), T5 *Bacillus subtilis* linhagem QST 713 - Serenade® e trifloxistrobina + protioconazol - Fox® (4 e 0,5 L/ha, aplicados nos estádios, V3; V4, R5 e R5+10 dias), T6 *Bacillus subtilis* linhagem QST 713 - Serenade® e trifloxistrobina + protioconazol - Fox® (2 e 0,5 L/ha, aplicados nos estádios V3; V4, R5 e R5+10 dias), T7 *Bacillus subtilis* linhagem QST 713 - Serenade®, trifloxistrobina + protioconazol - Fox® e fluazinam - Frowncide® (2; 0,5 e 1 L/ha, aplicados nos estádios V3, V4; V4, R5, R5+10 dias; V4 e R5) e T8 trifloxistrobina + protioconazol - Fox® e fluazinam - Frowncide® (0,5 e 1 L/ha, aplicados os estádios V4, R5, R5+10dias; V4 e R5) e T9 *Trichoderma harzianum* Esalq 1306 Trichodermil®, azoxistrobina + difenoconazol - Amistar Top® e fluazinam - Frowncide® (1,5; 0,5 e 1 L/ha, V3, V4; V4, R5, R5+10dias; V4 e R5).

Tabela 1. Listagem dos fungicidas, dosagens, adjuvantes, volume de calda e épocas de aplicação dos diferentes fungicidas aplicados. *1º Aplicação dia 17/06/2015 (18 DAP), 2º Aplicação dia 25/06/2015 (26 DAP), 3º Aplicação dia 03/07/2015 (34 DAP), 4º Aplicação dia 15/07/2015 (46 DAP).

RUA	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	Bloco 5	Bloco 6
1	T2 Bacillus subtilis (4 l/ha)	T3 Bacillus subtilis (4 l/ha)	T3 Bacillus subtilis (4 l/ha)	T2 Bacillus subtilis (4 l/ha)	T5 Bacillus subtilis (4 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha)	T9 Trichoderma harzianum (1,5 kg/ha) + Azoxistrobina/Difenoconazol (500ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)
2	T5 Bacillus subtilis (4 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha)	T6 Bacillus subtilis (2 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha)	T6 Bacillus subtilis (2 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha)	T8 Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)	T7 Bacillus subtilis (2 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)	T3 Bacillus subtilis (4 l/ha)
3	T4 Bacillus subtilis (2 l/ha)	T4 Bacillus subtilis (2 l/ha)	T1 Testemunha	T3 Bacillus subtilis (4 l/ha)	T8 Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)	T2 Bacillus subtilis (4 l/ha)
4	T9 Trichoderma harzianum (1,5 kg/ha) + Azoxistrobina/Difenoconazol (500ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)	T5 Bacillus subtilis (4 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha)	T5 Bacillus subtilis (4 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha)	T1 Testemunha	T1 Testemunha	T4 Bacillus subtilis (2 l/ha)
5	T8 Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)	T2 Bacillus subtilis (4 l/ha)	T8 Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)	T6 Bacillus subtilis (2 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha)	T4 Bacillus subtilis (2 l/ha)	T5 Bacillus subtilis (4 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha)
6	T7 Bacillus subtilis (2 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)	T8 Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)	T2 Bacillus subtilis (4 l/ha)	T5 Bacillus subtilis (4 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha)	T6 Bacillus subtilis (2 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha)	T1 Testemunha
7	T3 Bacillus subtilis (4 l/ha)	T1 Testemunha	T4 Bacillus subtilis (2 l/ha)	T4 Bacillus subtilis (2 l/ha)	T3 Bacillus subtilis (4 l/ha)	T7 Bacillus subtilis (2 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)
8	T1 Testemunha	T7 Bacillus subtilis (2 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)	T9 Trichoderma harzianum (1,5 kg/ha) + Azoxistrobina/Difenoconazol (500ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)	T9 Trichoderma harzianum (1,5 kg/ha) + Azoxistrobina/Difenoconazol (500ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)	T9 Trichoderma harzianum (1,5 kg/ha) + Azoxistrobina/Difenoconazol (500ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)	T8 Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)
9	T6 Bacillus subtilis (2 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha)	T9 Trichoderma harzianum (1,5 kg/ha) + Azoxistrobina/Difenoconazol (500ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)	T7 Bacillus subtilis (2 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)	T7 Bacillus subtilis (2 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha) + Fluazinam (1 l/ha)	T2 Bacillus subtilis (4 l/ha)	T6 Bacillus subtilis (2 l/ha) + Trifloxistrobina/Protioconazol (500 ml/ha)

A incidência da doença (%) foi avaliada aos 39 dias após o plantio (DAP), 46 DAP, 53 DAP, 60 DAP, 67 DAP e 74 DAP, sendo tomadas cinco medidas representadas pelo número de plantas sintomáticas (sintoma de mofo-branco) dividido pelo número total de plantas (10 plantas analisadas). A produtividade das parcelas foi avaliado aos 87 DAP (dessecação 2 dias antes da colheita, apresentando 70 % das folhas secas).

A partir do 53-67 DAP foi coletado aleatoriamente amostras do apotécio, levada para o laboratório para processamento. Pelo método de pescagem direta preparou-se lâminas semi-permanentes utilizando fixador lactofenol (2,6 ácido acético, 62,5 mL de ácido láctico, 100 mL de glicerina e 100 mL de H₂O) a base de azul de metileno. Sob microscópio estereoscópico a região

himenial foi realizado corte histológico.

Descrição sintomática: Durante as avaliações no campo nos dias 08/07/2015, 15/07/2015, 22/07/2015, 29/07/2015, 05/08/2015 e 11/08/2015, foram observados e obtidos registros macroscópicos de sintomas e sinais nos órgãos afetados nos diferentes tratamentos. Estes registros após editados no programa Picasa®, foram utilizados para montagem e confecção da prancha de fotografias (Fig. 1), e por fim em posse das imagens a sintomatologia da doença foi descrita.

Descrição etiológica: A morfometria de asca e ascósporo (dimensões C x L) de 100 unidades foi realizada utilizando sistema de captura de imagens através do microscópio Nikon® modelo HL 550 através do software TopView®. Realizou-se análise de frequência das dimensões das ascas e ascósporos (Fig. 3). As medidas e os caracteres qualitativos foram tabulados e comparados com caracteres descritos por Bianchini et al. (1997), Brustolin (2012), Alves e Del Pontes (2010) (Tab. 1). Os registros microscópicos realizados foram editados para confecção de prancha de fotografias (Fig. 2) e utilizados para análise descritiva e caracterização da fase do ciclo do patógeno.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fase anamórfica do mofo-branco no experimento atingiu diferentes órgãos representados por:

No caule do tipo haste do feijoeiro foi observado sintoma de apodrecimento e desenvolvimento superficial inicial do micélio na superfície (Fig. 1B), com o progresso do mofo os pecíolos e as folhas foram atingidos (Fig. 1BC), e acompanhando um estágio mais avançado no caule foi observado a formação da estrutura de sobrevivência esclerodial no caule (Fig. 1C).

A dinâmica de infecção foliar (Fig. 1DE) foi oriunda de pétalas de flores infectadas (Fig. 1E), provocando lesões aquosas sem e com formação progressiva de desenvolvimento micelial (Fig. 1F).

A infecção da vagem iniciou-se com seu apodrecimento e abundante produção de micélio apresentando uma área afetada de 50 % (Fig. 1G), progredindo para 75 % do órgão (Fig. 1H), seguindo para mais de 75 % do órgão afetado (Fig. 1I). Após o apodrecimento do fruto e desenvolvimento de micélio aéreo e superficial, estes iniciaram a flocular com escassa (Fig. 1J) e/ou abundante (Fig. 1L) produção de micélio, que com o desenvolvimento da doença a vagem apodrecida torna-se mumificada e os escleródios atingem coloração enegrecida (Fig. 1M).

Aos 39 DAP não observou-se sintomas de mofo-branco nos tratamentos das plantas de feijão analisadas. Somente após os 46 DAP plantas apresentando abundante produção de micélio superficial em pecíolos, folhas, hastes, ramos e solo, não observando-se a presença ou produção de escleródios; ainda neste período de avaliação notou-se que aqueles órgãos vegetais que encostavam no solo, eram mais facilmente infectados e expressavam padrões sintomáticos, tendência também observada aos 53, 60, 67 e 74 DAP. Já aos 53 DAP observou-se nos órgãos sintomáticos além da abundante produção de micélio o início da produção de escleródios.

A fase anamórfica apresentou apenas desenvolvimento de micélio vegetativo e formação

de escleródios, característica típica dos fomicetos e/ou fungos estéreis (AMORIM et al., 2011; KRUGNER e BACCHI, 1995).

Estrutura e caracterização da fase teleomórfica do mofo-branco encontrado em solo cultivado com feijoeiro comum foi representado no campo pela manifestação micelial na superfície do solo (Fig. 2A), e ao mesmo tempo foi encontrado corpos de frutificação ascógena sobre o solo denominados de apotécio que apresentava forma discóide, infundibuliforme (Fig. 2C) irregular de coloração creme (Fig. 2BC).

Em outras regiões foi verificado apotécio de estipe melanizada até a região central, seu himênio apresentava forma achatada e discóide (Fig. 2D). Outro detalhe verificado no apotécio foi um prolongamento central da estipe que apresentava-se de forma arredondada e discoide de coloração creme (Fig. 2E), e quando esses apotécios visualizados em sua porção ventral (Fig. 2F) e frontal (Fig. 2G) não apresentavam porosidades ou reentrâncias (Fig. 2FG) como verifica-se em basidiocarpos.

O himênio localizado na porção frontal do apotécio apresentava-se representado por ascas imersas em tecido fúngico estéril (paráfises filiformes) (Fig. 2HI).

As ascas jovens (ascósporos espaçados) (Fig. 2K) apresentam números de ascósporos proporcionais ao seu tamanho (Fig. 2J) e quando maduras (Fig. 2L) mantém juntamente com os oito ascósporos a coloração hialina e unitunicada (Fig. 2KL). Na região apical da asca (Fig. 2M) é o local onde ocorre liberação dos ascósporos. A asca apresenta-se unitunicada com fissura apical, cilíndrica, alongada.

Os ascósporos eram ovóides, oblongos ao elipsoide, guturais, contínuos e hialinos (fig. 2N). Os ascósporos em maior aumento apresentam em suas estruturas esféricas interiores em número de 2-3, sendo multinucleados por alguns autores denominados gutulados.

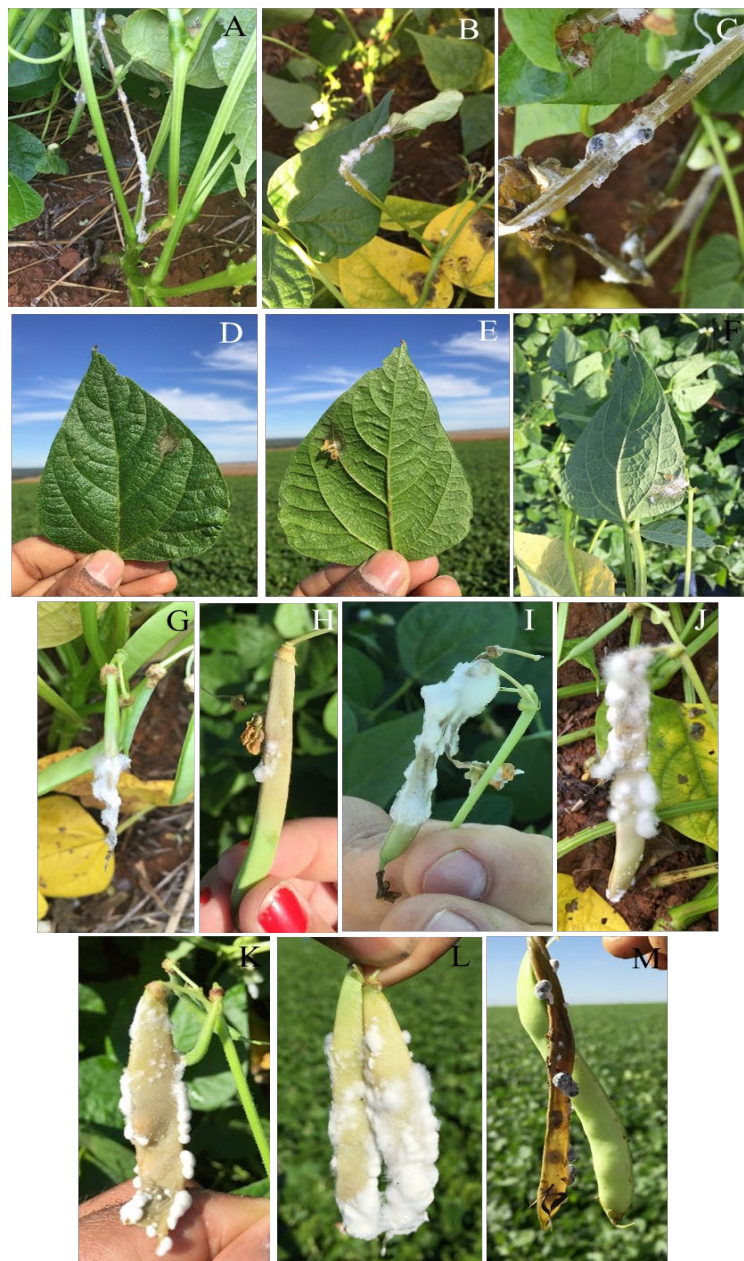


Figura 1. Sintomatologia da fase anamórfica do mofo-branco em diferentes órgãos de feijão. A. sintoma de apodrecimento da haste mostrando apenas desenvolvimento inicial do micélio, B. progresso do apodrecimento do pecíolo para as folhas, C. apodrecimento da haste em fase final iniciando a estrutura de sobrevivência esclerodial, D. mancha foliar na face adaxial, E. mancha foliar na face abaxial sendo observado como fonte de inoculo pétalas de flores infectadas, F. mancha foliar na face abaxial com progressivo desenvolvimento micelial, G. apodrecimento da vagem com abundante produção de micélio apresentando uma área afetada de 50 %, H. apodrecimento da vagem com escassa produção de micélio e apodrecimento generalizado tomando uma área de 75 % do órgão, I. apodrecimento da vagem com abundante produção de micélio tomando uma área de 75 % do órgão, J. apodrecimento da vagem iniciando a formação de escleródios de sobrevivência tomando uma área de 75 % do órgão, K. apodrecimento da vagem com escassa produção de micélio e produção de escleródio numa área afetada de 100 % do órgão, L. apodrecimento da vagem com abundante produção de micélio e produção de escleródio numa área afetada de 100 % do órgão, M. estágio final do ciclo do mofo-branco com mumificação da vagem com presença de escleródios maduros (negros).

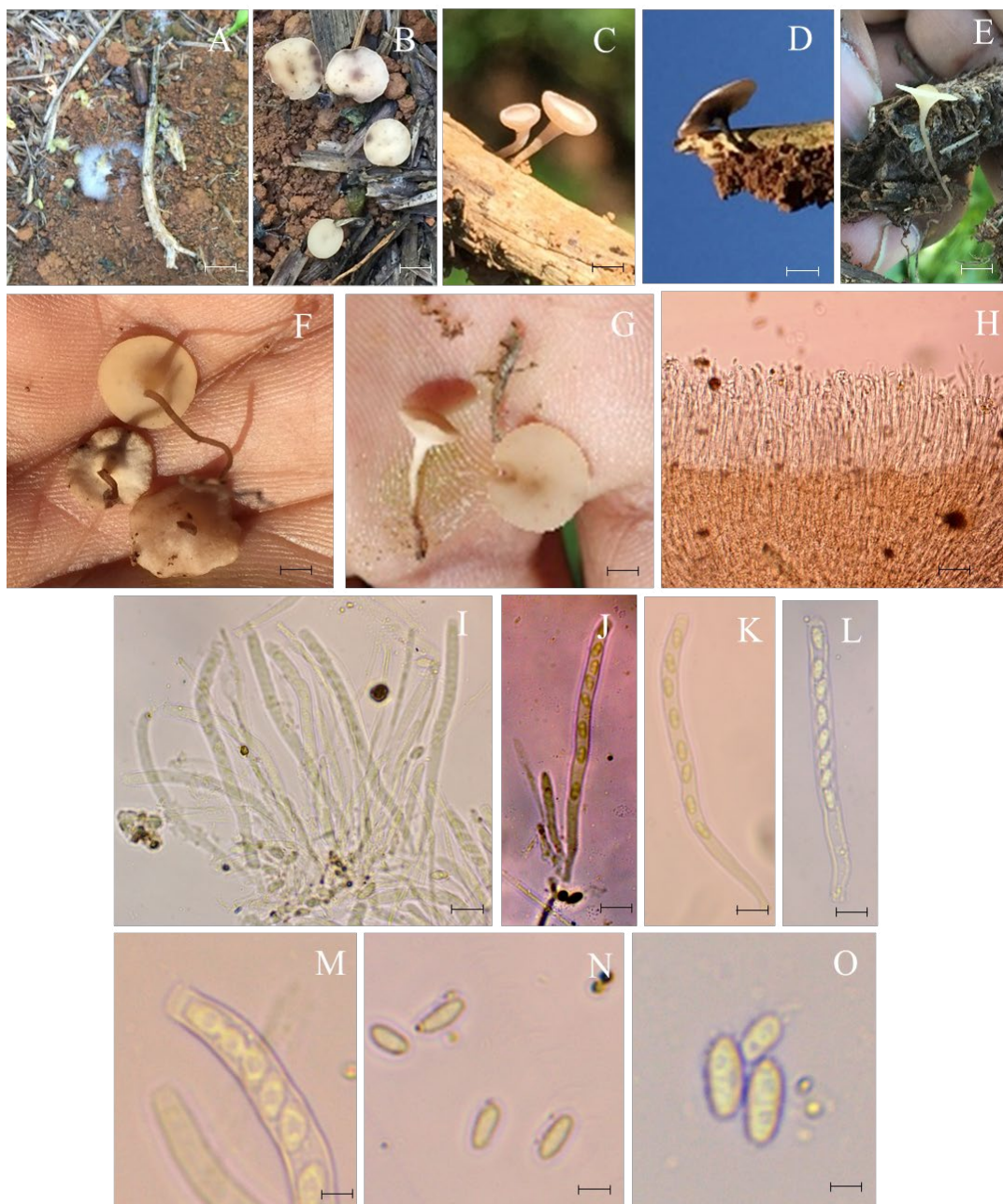


Figura 2. Estrutura e caracterização da fase teleomórfica do mofo branco encontrado em solo cultivado com feijoeiro comum. A. manifestação micelial na superfície do solo (bar = 12,5 mm), B. apotécio de forma discóide (Classe Discomycetes) a irregular de coloração creme sob vista apical (bar = 10 mm), C. apotécio de coloração creme de formato convexo (forma de taça) e discóide sob vista lateral (bar = 11,1 mm), D. apotécio apresentando estipe de coloração escura até a região central, himênio achatado e discóide (bar = 7,2 mm), E. apotécio com prolongamento central da estipe arredondada e estipe discóide de coloração creme (bar = 10 mm), F. vista ventral de apotécios de formato discóide à escuro de coloração creme a escura (bar = 6,3 mm), G. vista lateral e ventral de apotécios de coloração creme (bar = 6mm), H. corte transversal do himênio (bar = 24 μ m), I. ascas e paráfises (bar = 15 μ m), J. asca jovem e madura (bar = 14,2 μ m), K. ascas unitunicadas contendo ascósporos espaçados (bar = 12 μ m), L. ascas unitunicadas justapostas entre si (bar = 12,2 μ m), M. extremidade distal de nuvem de liberação de ascósporos (bar = 5 μ m), N. ascósporos cilíndricos e hialinos (bar = 7 μ m), O. ascósporos em maior aumento apresentando em seu interior estruturas esféricas em numero 2-3 (bar = 3,5 μ m).

As estruturas da fase teleomórfica do mofo-branco encontrado em solo cultivado com feijoeiro comum quando comparada as descrições de Bianchini et al. (1997), Brustolin (2012), Alves e Del Ponte (2010) não diferiram entre si (Tab. 2).

As dimensões do apotécio do isolado Cristalina, GO (2015), se enquadraram com as dimensões descritas por Bianchini et al. (1997) e Alves e Del Pontes (2010). A forma enquadrrou-se as descrições propostas por Bianchini et al. (1997) e Brustolin (2012). A presença de estipe foi

identificada caracterizada somente para Brustolin (2012) (Tab. 2).

As dimensões das ascas e a coloração hialina se enquadraram com as descrições propostas por Bianchini et al. (1997) e Brustolin (2012). A forma cilíndrica da asca foi confirmada para todos os autores estudados. O número de ascósporos enquadrou-se as descrições propostas por Brustolin (2012) e Alves e Del Ponte (2010) (Tab. 2).

Os ascósporos apresentaram dimensões que se enquadraram as descrições propostas por todos os autores que descreveram a respeito da fase ascógena de *S. sclerotiorum*. A forma elipsoide ascósporo foi confirmada de acordo com a descrição de Bianchini et al. (1997) e Alves e Del Ponte (2010). O número de células ascógenas unicelulares foi observado apenas na descrição de Brustolin (2012) e a presença de ascósporos multinucleados foi confirmada para a descrição de Alves e Del Ponte (2010) (Tab. 2).

Com base nessa análise comparativa observou-se que o isolado não apresentou diferenças morfológicas e morfométricas de suas características sexuais com as descritas em literatura.

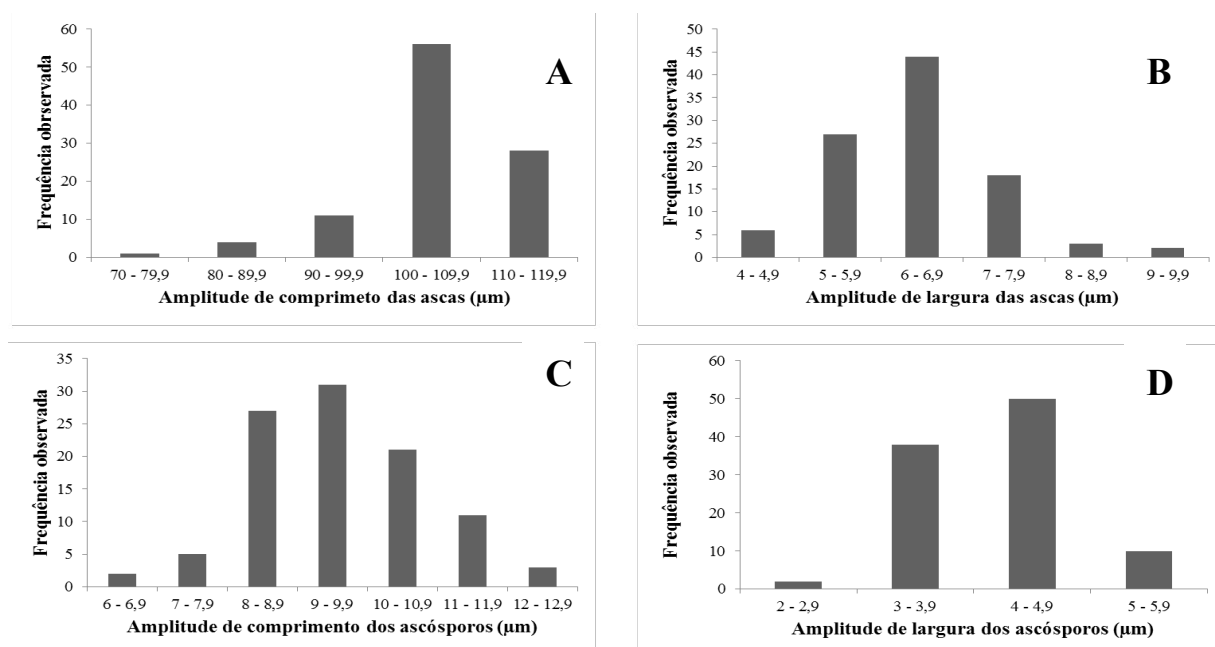


Figura 3. Frequência observada de ocorrência das dimensões de ascas e ascósporos. A. frequência observada das amplitudes do comprimento das ascas, B. frequência observada das amplitudes das larguras das ascas, C. frequência observada das amplitudes dos comprimentos dos ascósporos, D. frequência observada das amplitudes das larguras dos ascósporos.

Tabela 2. Características comparativas do isolado descrito em literatura. *ND: Nada declarado.

Características taxonômicas	Isolado Cristalina (2015)	Bianchini et al. (1997)	Brustolin (2012)	Alves e Del Ponte (2010)
Apotécios				
Comprimento (mm)	3,0-6,0	2,0-10,0	0,5-2,0	2,0-10,0
Forma	Taça, chato e côncavo	Chato e côncavo	Taça	ND
Presença de estipe	Estipe	ND	Estipe	ND
Ascas				
Dimensões (µm) (C x L)	119,0-(105,1)-73,1 x 9,9-(6,5)-4,1	112,0-156,0 x 7,0-10,0	112,0-156,0 x 7,0-10,0	ND
Forma	Cilíndrica	Cilíndrica	Cilíndrica	Cilíndrica
Número de ascósporos	Oito	ND	Oito	Oito
Ascósporos				
Dimensões (µm) (C x L)	12,2-(9,5)- 6,1 x 5,8-(4,2)-2,7	9,0-14,0 x 4,0-6,0	9,0-16,0 x 4,0-10,0	9,0-14,0 x 4,0-6,0
Forma	Elipsoide, ovoides, oblongos	Elipsoide	ND	Elipsoide
Número de células	Unicelulares	ND	Unicelulares	ND
Número de núcleos	Multinucleados	ND	ND	Multinucleados
Cor	Hialino	Hialino	ND	Hialino

A análise de frequência do comprimento de ascas apontou que mais de 50 unidades apresentam dimensões na amplitude de 100 a 110 µm (Fig. 3A). Já para a largura por volta de 45 unidades apresentaram dimensões de 6 a 7 µm (Fig. 3B). A média apresentada na Tab. 2 da asca, indicou que o valor médio foi de 105,1 µm para C e 6,5 µm para L. Permitindo afirmar que existe uma homogeneidade morfológica da asca.

A análise de frequência dos ascósporos indicou maior variabilidade de suas dimensões em relação as ascas, no entanto, 33/100 unidades de ascósporos apresentaram comprimentos de 9-10 µm e 29 unidades apresentaram amplitudes de 8-9 µm (Fig. 3C). Foram observadas 60 unidades de ascósporos apresentando larguras de 5-5 µm de largura (Fig. 3D). A média apresentada na Tab. 2 do ascósporo, indicou que o valor médio foi de 9,5 µm para C e 2,0 µm para L.

4. CONCLUSÃO

A ocorrência simultânea das fases teleomórficas e anamórficas no ciclo da cultura é um agravante a infecção ampliando as possibilidades e potencializar a agressividade do patógeno no feijoeiro comum, somado a condição de favorecimento promovido pelo ambiente de Pivô Central.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M. J. **Caracterização de isolados do agente casual do mofo branco do feijoeiro**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011. 73 p.: il.
- ALMEIDA, A.M.R.; FERRIRA, L.P.; YORINORI, J.T.; SILVA, J.E.V.; HENNING, A.A. Doenças da soja. **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. V. 2. Agronômica Ceres, São Paulo. 1995 – 1997.
- AMORIM, L., REZENDE, J. A. M., BERGAMIN FILHO, A. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos**. 4 ed. São Paulo: Ceres, 2011, v. 1, p. 101-118.
- Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central Brasileira: 2012 – 2014**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, 2012.
- BIANCHINI, A.; MARANGONI, A.C.; CARNEIRO, S.M.T.P.G.; Doenças do Feijoeiro. **Manual de fitopatologia**. V. 2: Doenças das plantas cultivadas. Agronômica Ceres, São Paulo. 1995 – 1997. soybean. *Plant Pathology* 37, 329–36, 1988.
- BOLAND G.J., HALL R. Relationships between the spatial pattern and number of apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum* and stem rot of soybean. **Plant Pathology**, v. 37, 329–36, 1988.
- BRUSTOLIN, R. **Produção de inóculo e sobrevivência de *Sclerotinia sclerotiorum***. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de Passo Fundo, 2012. 107 f.: il.; 25 cm.
- CHEN, R. S.; MCDONALD, B. A. Sexual reproduction plays a major role in the genetic structure of populations of the fungus *Mycosphaerella graminicola*. **Genetics**, Austin, v. 142, n. 4, p. 1119-1127, 1996.
- EPAGRI Comissão Técnica Sul Brasileira de Feijão. Informações técnicas para o cultivo de feijão na região sul brasileira**. 2 ed. Epagri, Florianópolis. 2012. 157 p.
- FURLAN, S.H. **Manejo do mofo branco na cultura da soja**. Disponível em: <<http://www.biologico.sp.gov.br/artigos.php>> Acesso em: 17/08/2015.
- GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. **Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil**. Embrapa meio ambiente, Jaguariúna, 2011. 356 p.
- KRUGNER, T.L. e BACCHI, L.M.A. **Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos**. V.1. Editora Agronômica Ceres, São Paulo. 1995.
- RICARDO, T.R.; WANDER, A.E.; LOBO JÚNIOR, M. **Custos associados ao mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em feijoeiro comum de 3ª safra em Goiás**. Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, 2008. Disponível em: <ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/74992/1/pl-2008.199.pdf>. Acesso em: 15/08/2015.
- TALAMINI, V.; LIMA, N.S.; MENEZES, M.S.; SILVA, A. M. F.; SOUSA, R.C.; SILVA, L.M. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) produzidas por agricultores familiares em Sergipe**. Embrapa tabuleiros costeiros. Aracaju, 2010. 22 p. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2010/bp_62.pdf>. Acesso em: 15/08/2015.
- YOKOYAMA, L.P.; DEL PELOSO, M.J.; DI STEFANO, J.G.; YOKOYAMA, M. **Nível de aceitabilidade da cultivar de feijão “Pérola”: avaliação preliminar**. Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 98. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 20p.

EFICÁCIA DE COMBINAÇÕES DE ESTROBIRULINAS E TRIAZÓIS SOBRE COMPLEXOS DE DOENÇAS E PRODUTIVIDADE DA SOJA (*Glycine max*)



MARCIEL JOSÉ PEIXOTO

IFGoiano campus Urutaí

CLEBERLY EVANGELISTA DOS SANTOS

IFGoiano campus Urutaí

RAFAELA SOUZA ALVES FONSECA

IFGoiano campus Urutaí

ANA PAULA NERES KRAEMER

IFGoiano campus Urutaí

THAIS CARDOSO DE CASTRO

IFGoiano campus Urutaí

FLÁVIA DE OLIVEIRA BIAZOTTO

IFGoiano campus Urutaí

DALCIMAR REGINA BATISTA WANGER

IFGoiano campus Urutaí

MILTON LUIZ DA PAZ LIMA

IFGoiano campus Urutaí

RESUMO: A agricultura moderna necessita cada vez mais de elementos que potencializem o aumento da rentabilidade do agronegócio de soja como o uso de fungicidas. O objetivo deste trabalho foi relacionar a severidade de manchas foliares com a produtividade da soja tratada com diferentes aplicações de fungicidas. Plantas de soja cv. Brasmax Desafio RR 8473RSF foram cultivadas em delineamento de cinco blocos casualizados (DBC), em que o controle de doenças foi representado por 15 tratamentos fruto de combinações de fungicidas para controle da antracnose, ferrugem-asiática e mancha-alvo (incluindo a testemunha), totalizando 75 unidades experimentais (UE). As aplicações foram realiza-

das nos estádios V5/V6, R1, R1+21 dias, R1+35 dias, totalizando quatro aplicações. A severidade fitossanitária (SevFit) foi avaliada aos 51, 65, 79 e 100 dias após o plantio (DAP) permitindo o cálculo da área abaixo da curva de progresso da fitossanidade (AACPD). Após 100 DAP, realizou-se a avaliação da produtividade (Kg ha⁻¹) e a% do esverdeamento de plantas. Estatisticamente os tratamentos que apresentaram maiores AACPD foram a testemunha e o tratamento T6 (composto de triazóis, estrobilurina e carboxamida). O tratamento que apresentou estatisticamente as menores médias de AACPD foram o T2 (composto de triazóis, estrobilurina e carboxamida), sendo este o tratamento que resultou na menor área lesionada pelos complexos. Não houve diferença significativa da produtividade nos tratamentos, no entanto, o maior incremento de eficácia da produtividade foi promovida pelo tratamento T9 (+18,3 %) e T2 no valor de + 16,6 %.

PALAVRA-CHAVE: combinação de produtos, esverdeamento do caule, fungicida, mancha foliar, produtividade.

ABSTRACT: The objective of this work was to correlate the leaf spot severity with soybean yield treated with different fungicide applications. Fifteen treatments (fungicide), evaluated through five blocks, represented by seasons and types of fungicides were used to control anthracnose, asian rust, and target spot (including the control), in a randomized block design (RBD), totaling 75 experimental units (EU). The fungicide applications were performed at the V5 / V6, R1, R1 + 21 days, R1 + 35 days, totaling four applications.

The severity of the disease complex was evaluated at 51, 65, 79 and 100 days after sowing (DAS) for further calculation of the area under the disease progress curve (AUDPC). After 100 DAS, the productivity (Kg ha^{-1}) and the percentage of greening of the treatments were evaluated. Statistically the treatments with the highest AUDPC of disease complex severity were the control and T6 treatment (1st diphenconazole + propiconazole / 2nd application, azoxystrobin + benzovindiflupyr / 3th application of azoxystrobin + cyproconazole). Azoxystrobin + ciproconazole / 2nd azoxystrobin + benzovindiflupyr / 3th azoxystrobin + cyproconazole) was the treatment that presented statistically the lowest AUDPC values of the severity of the disease resulted in the lowest severity. There was no significant difference in yield between treatments, however, the highest increase in yield efficiency was promoted by T9 treatment in the value of +18.3% and T2 in the value of + 16.6%.

KEYWORDS: product combination, stem greening, fungicide, leaf spot, productivity.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. – Fabaceae), originária do sudoeste asiático, é a cultura agrícola brasileira que mais cresceu nas últimas três décadas sendo geradora de grandes riquezas, principalmente no Brasil como grande oportunidade comercial e desenvolvimento em regiões do Cerrado (SEDIYAMA et al., 2015). Atualmente corresponde à quase 50% da área plantada com grãos do Brasil, e o país está no *ranking* como o segundo maior produtor do grão com produção na safra 2015/16 maior que 95 milhões de ton. Na mesma safra, a produtividade média no Centro-Oeste foi de 2.931 kg ha^{-1} e uma área plantada de 14.925,1 milhões de hectares. No estado de Goiás a produtividade média foi de 3.120 kg ha^{-1} e uma área plantada de 3.285,1 milhões de hectares (CONAB, 2016).

No entanto, alguns fatores ligados ao desenvolvimento da cultura têm influência direta na produção e necessitam de atenção dos produtores e pesquisadores visando a manutenção e aumento de produtividade. As doenças têm papel de destaque nesse contexto (BARBOSA; GONZAGA, 2012), pois além de diminuir a produtividade da cultura, depreciam a qualidade do produto (SINCLAIR; HARTMAN, 2008). Nos EUA, entre as safras 1996 a 2007 as perdas promovidas por fitopatógenos em soja chegaram a cerca de 29 milhões de sacas (WHATHER; KOENNING, 2009). Contudo, os fungicidas que classicamente tem como alvo fitopatógenos, pouco se sabe sobre as influências e relacionamentos com outros tipos de pragas, que juntamente com doenças fitossanitárias e plantas daninhas compõe a fitossanidade da cultura (FONSECA; ARAÚJO, 2015).

A aplicação de fungicidas além de reduzir a incidência e severidade de doenças da soja, pode proporcionar uma redução na desfolha, menor porcentagem de pecíolos doentes, maior número de vagens, maior altura de plantas, atraso do ciclo, esverdeamento do caule e maior produtividade. O uso de carbendazim ($250 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) para controle da antracnose-da-soja associado ou não com epoxiconazol + piraclostrobina e ciproconazol + picoxistrobina reduziu a incidência da doença (PESQUEIRA et al., 2016). Contudo a falta de monitoramento e detecção da ausência de pressão de inóculo pode originar escapes, e não ser observado os incrementos de eficácia pela aplicação de triazóis e estrobilulinas para controle de doenças da soja (GRICHAR, 2013).

Na aplicação de fungicidas visando o controle de doenças da soja, visando maior eficácia, devem ser considerados as condições climáticas (PICININI; FERNANDES, 1999), o potencial

produtivo e grupo de maturação da cultivar, local e data de semeadura (PRADO; YORINORI, 1999). No Brasil, as doenças de final de ciclo (DFC), tem ocupado um protagonismo nos ciclos finais de cultivo, reduzindo centenas de milhares de sacas nos campos produtores. Dos últimos estádios vegetativos aos finais merecem destaque a ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizii* H. Sydow & Sydow), do oídio (*Microsphaera diffusa* Cooke & Peck), septoriose (*Septoria glycines* Hemmi), cercosporiose (*Cercospora kikuchii* Tak. Matsumoto & Tomoy.) M.W. Gardner, além de outras doenças de importância em diferentes latitudes, justificando o aumento do uso no cultivo de soja no Brasil.

Para o controle de doenças dentre elas as de final de ciclo (DFC), é realizada preventivamente, não se tem critério baseado na patometria (conceitualmente recomendado), seja incidência ou severidade, sendo o mesmo atrelado à fenologia da planta para a qual é recomendada a aplicação de fungicidas entre os estádios R4 e R5.3 (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000). As aplicações ocorrem de forma calendarizada, com duas a três aplicações em média, são utilizados fungicidas do grupo das estrobilurinas associadas à triazóis (GODOY et al., 2009).

Considerando que a cultura da soja possui importantes doenças foliares que tem o controle químico como principal estratégia de manejo, o objetivo deste trabalho foi estudar diferentes ingredientes ativos aplicados em diferentes épocas para controle de doenças da parte aérea da soja cv. BMX Desafio RR na safra 2014-2015.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano agrícola 2014/2015, na Estação Experimental RC Cruz, Fazenda Esmeralda, rodovia BR 050, latitude: 17°29'31.35", longitude: 48°12'56.93", altitude 908 m, no município de Ipameri, Goiás. O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico.

O sistema adotado de plantio foi o direto, sendo utilizado apenas tritor para triturar os restos vegetais da cultura anterior (milho). A adubação de semeadura foi realizada com 270 kg.ha⁻¹ do adubo formulado 05-37-00. O cloreto de potássio foi aplicado utilizando o sistema de agricultura de precisão com taxa variável.

Cada parcela cultivada com soja BMX Desafio RR (cultivar mais utilizada na região) apresentava as dimensões de 4x9 m, espaçamento entre linhas de 0,5 m das linhas, com 8 linhas de cultivo, com área de 36 m² por parcela, foram desprezados 0,5 m das extremidades das parcelas reatando uma área útil de 24 m². As avaliações foram realizadas nas linhas centrais.

A cultivar utilizada (BMX Desafio RR) possui uma indicação maior para áreas de Goiás. Possui uma coloração branca da flor, sua época de floração é em torno dos 40 dias e a sua maturação dos 112 aos 117 dias. Essa cultivar possui resistência ao cancro-da-haste, medianamente resistente à mancha olho-de-rã e ao oídio, possui suscetibilidade aos nematoides *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Heterodera glycines*. Possui um excelente comportamento em relação à mancha-alvo. A densidade recomendada no campo para essa cultivar é em torno de 400 mil plantas.

A semeadura foi realizada nos dias 12 e 13 de novembro de 2014, em delineamento de blocos casualizados (DBC), sendo representados por 15 tratamentos compostos por diferentes ingredientes ativos e misturas (Tab. 1) aplicados em quatro épocas. Trabalhou-se com cinco blocos, totalizando 75 unidades experimentais (UE).

Para o controle das ervas daninhas foram realizadas duas aplicações de herbicidas uma antes da semeadura e outra aos 30 dias após o semeadura (DAS). Os herbicidas utilizados foram Radar® (glifosato) na dosagem de 0,7 L.ha⁻¹ e o Podium EW® (fenoxaprope-P-etílico) na dosagem de 300 mL.ha⁻¹ dos produtos comerciais.

Para o controle de pragas foi feita a primeira aplicação com três inseticidas aos 35 dias após a semeadura (DAS). Os inseticidas utilizados foram o Lanate® (metomil) na dosagem de 1,0 L.ha⁻¹, Match® (lufenurom) na dosagem de 300 L.ha⁻¹ e Talismã® (bifentrina+carbosufano) 150 L.ha⁻¹ dos produtos comerciais. Estes inseticidas foram usados para o controle de lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*) e vaquinha (*Diabrotica speciosa*). Aos 50 DAS foi feita a segunda aplicação de inseticida para o controle de percevejo-marrom (*Euschistus heros*), lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*) e lagarta falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*). O inseticida utilizado foi o Connect® (imidacloprido+beta-ciflutrina) na dosagem de 1 L.ha⁻¹ e Belt® (flubendiamida) na dosagem de 100 mL.ha⁻¹ do produto comercial. Aos 65 DAS foi realizada a terceira aplicação de inseticida para o controle de percevejo-verde (*Nezara viridula*), percevejo-marrom (*Euschistus heros*), lagarta-da-soja (*A. gemmatilis*), mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) e lagarta falsa-medideira (*C. includens*). O inseticida utilizado foi o Galil® (imidacloprido + bifentrina) na dosagem de 400 mL.ha⁻¹ e Belt® na dosagem de 100 mL.ha⁻¹ do produto comercial. Aos 75 DAS foi feita a quarta aplicação de inseticida para o controle de percevejo-verde (*N. viridula*), percevejo-marrom (*E. heros*), mosca-branca (*B. tabaci*) e lagarta falsa-medideira (*C. includens*). O inseticida usado foi o Engeo Pleno® (tiametoxam + labda-cialotrina) na dosagem de 300 mL.ha⁻¹ e o Talstar® (bifentrina) 150 mL.ha⁻¹.

Para operações de aplicação de defensivos, foi utilizado um pulverizador costal pressurizado com CO₂, à pressão constante de 2,5 kgf cm⁻², acoplado a uma barra de pulverização composta de quatro pontas tipo leque (Jacto Série 110-LD-02), trabalhando com uma vazão de 200 L ha⁻¹.

Foram realizadas quatro avaliações na parcela referentes a porcentagem de área lesionada por patógenos foliares representado pela severidade da doença, utilizando-se a escala diagramática de Azevedo (1997) aos 51 DAS, 65 DAS, 79 DAS e 100 DAS.

A partir das medidas de severidade da doença (iniciada aos 51 DAS, intervalos 7 dias, totalizando 4 avaliações), calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). A AACPD foi calculada integrando a curva de progresso da doença para cada tratamento (severidade x dias), por meio da fórmula:

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(X_i + X_{i+1})(t_{i+1} - t_i)}{2}$$

Onde, n é o número de avaliações da severidade, Xi é a severidade da doença e (ti+1-ti) é o número em dias entre as avaliações consecutivas (SHANNER e FINNEY, 1977). O valor da AACPD

sintetiza todas as avaliações de severidade em um único valor (adimensional).

A avaliação da produtividade (kg.ha^{-1}) foi avaliada numa área de 2 x 2 m de área útil para cada parcela. Foi aplicado aos 110 DAS o herbicida 2,4-D Nortox[®] (2,4 D) para dessecação das plantas.

A porcentagem de esverdeamento de plantas avaliada aos 100DAS no momento da colheita foi realizada com intuito de relacionar com o atraso na fenologia decorrente da aplicação dos fungicidas como apontado por SILVA et al. (2013). Assim tomou-se cinco avaliações por bloco, sendo quantificado o número de plantas verdes num total de 15 plantas ou um metro linear.

A eficiência dos fungicidas para controle [EFC (%)] foi obtida pela relação por regra de três simples representada por $\text{EFC (\%)} = (\text{AACPD}_{\text{tratamento}} * 100 / \text{AACPD}_{\text{testemunha}}) - 100$, onde foi considerado o valor médio de AACPD do tratamento e testemunha. A eficiência dos fungicidas no incremento de produtividade $\text{EFPr (\%)} = \text{P}_{\text{tratamento}} * 100 / \text{P}_{\text{testemunha}} - 100$, onde P é o valor médio de produtividade dos tratamentos e testemunha, respectivamente.

Realizou-se uma modelagem linear simples entre a AACPD (Y) com a produtividade (X) através da análise de regressão para observação das tendências dos tratamentos.

Os dados representados pelas variáveis dependentes (AACPD, % esverdeamento do caule e produtividade) foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 1. Listagem dos tratamentos, nomes comerciais dos produtos ingredientes ativos, dosagens aplicadas, concentração, volume de calda e época de aplicação aplicada. Ipameri, Goiás, 2014/15.

Tratamentos	Nome comercial	Ingrediente ativo	Dosagem	Concentração (L/ha)	Volume de calda	Época de Aplicação*
1	Sphere Max®	Trifloxistrobina + ciproconazol;	0,15	0,5	200	A
	Fox®	Trifloxistrobina + protioconazol;	0,4	0,5	200	B
	Fox®	Trifloxistrobina + protioconazol	0,4	0,5	200	C
2	Priori Xtra®	Azoxistrobina + ciproconazol;	0,15	0,6	200	A
	Elatus®	Azoxistrobina + benzovindiflupir;	0,2	0,6	200	B
	Priori Xtra®	Azoxistrobina + ciproconazol	0,3	0,6	200	C
3	Opera®	Piraclostrobina + epoxiconazol;	0,5	0,5	200	A
	Orkestra®	Fluxapirroxade + piraclostrobina;	0,3	0,5	200	B
	Opera Ultra®	Piraclostrobina + metconazole	0,5	0,5	200	C
4	Loker®	Carbendazim + tebuconazole + cresoxim metílico;	1	0,5	200	A
	Loker®	Carbendazim + tebuconazole + cresoxim metílico;	1	0,5	200	B
	Galileo XL®	Tetraconazol + azoxistrobina	0,5	0,5	200	C
5	Azimut®	Azoxistrobina + Tebuconazol;	0,5	0,5	200	A
	Horos®	Tebuconazol + picoxistrobina;	0,5	0,5	200	B
	Horos®	Tebuconazol + picoxistrobina	0,5	0,6	200	C
6	Score Flexi®	Difenoconazol + propiconazol;	0,15	nd	200	V5/V6
	Elatus®	Azoxistrobina + benzovindiflupir;	0,2	0,6	200	R1
	Elatus®	Azoxistrobina + benzovindiflupir;	0,2	0,6	200	R1+21 dias
7	Priori Xtra®	Azoxistrobina + ciproconazol	0,3	0,6	200	R1+35 dias
	Elatus®	Azoxistrobina + benzovindiflupir;	0,2	0,5	200	B
	Priori Xtra®	Azoxistrobina + ciproconazol	0,3	0,5	200	C
8	Elatus®	Azoxistrobina + benzovindiflupir;	0,2	0,6	200	R1
	Elatus®	Azoxistrobina + benzovindiflupir;	0,2	0,6	200	R1+21 dias
	Priori Xtra®	Azoxistrobina + ciproconazol	0,3	0,6	200	R1+35 dias
9	Fox®	Trifloxistrobina + protioconazol;	0,4	0,5	200	R1
	Fox®	Trifloxistrobina + protioconazol;	0,4	0,5	200	R1+21 dias
	Sphere Max®	Trifloxistrobina + ciproconazol	0,18	0,5	200	R1+35 dias
10	Fox®	Trifloxistrobina + protioconazol;	0,4	0,5	200	R1
	Elatus®	Azoxistrobina + benzovindiflupir;	0,2	0,6	200	R1+21 dias
	Sphere Max®	Trifloxistrobina + ciproconazol	0,18	0,5	200	R1+35 dias
11	Orkestra®	Fluxapirroxade + piraclostrobina;	0,3	0,5	200	R1
	Orkestra®	Fluxapirroxade + piraclostrobina;	0,3	0,5	200	R1+21 dias
	Opera®	Piraclostrobina + epoxiconazol	0,5	0,5	200	R1+35 dias
12	Orkestra®	Fluxapirroxade + piraclostrobina;	0,3	0,5	200	R1
	Elatus®	Azoxistrobina + benzovindiflupir;	0,2	0,6	200	R1+21 dias
	Opera®	Piraclostrobina + epoxiconazol	0,5	0,5	200	R1+35 dias
13	Opera®	Piraclostrobina + epoxiconazol;	0,3	0,5	200	R1
	Orkestra®	Fluxapirroxade + piraclostrobina;	0,3	0,5	200	R1+21 DIAS
	Opera®	Piraclostrobina + epoxiconazol	0,5	0,5	200	R1+35 DIAS
14	Padrão Fazenda	Padrão Fazenda	ND	ND	ND	ND
15	Testemunha	Testemunha	ND	ND	ND	ND

*A. estágio V6; B. Segunda Aplicação e C. Terceira aplicação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As manchas foliares avaliadas aos 51, 65, 79 e 100 dias após a semeadura (DAS), foram ocasionadas por míldio inicialmente (51 DAS), antracnose, mancha-alvo e cercosporiose (79 e 100 DAS), representando a área foliar necrosada pelos patógenos causadores destas doenças.

Aos 51 DAS durante o estágio V10, a severidade de manchas foliares na soja nos tratamentos químicos foi em decorrência da incidência de míldio. Sarto et al. (2013) também verificaram elevada incidência do míldio, nos estádios vegetativos intermediários de desenvolvimento da soja, mais precisamente a partir do V10. Almeida et al. (2005) relataram que míldio possui ocorrência elevada

100%, no entanto, a severidade que representa a agressividade do patógeno variou de 1-51%. Seus padrões foram de lesões isoladas irregulares e setorizadas juntamente às nervuras notando-se a presença de sinais somente na face abaxial e manchas cloróticas na face adaxial. Embora normalmente o míldio cause redução na produtividade de cultivares suscetíveis, a redução na produção varia entre diferentes estudos, estando entre 10 a 35% conforme (SINCLAIR, 1982). Este último autor cita as perdas de 5% para as cultivares moderadamente suscetíveis, de 7 a 10% nas cultivares suscetíveis e de 10 a 15% nas cultivares altamente suscetíveis.

A relação do míldio com a produtividade foi apontada por Dunleavy (1987) onde a redução do peso de grãos de soja variou entre 3,9 e 7,2% em três cultivares com mais de 98% de incidência de míldio, neste trabalho a redução de peso das sementes que está diretamente relacionada com a produtividade não teve relação de redução da produtividade.

A partir 65, 79 e 100 DAS observou-se um complexo de doenças representadas por míldio (menor intensidade), cercosporiose, mancha-alvo e antracnose, sendo a cercosporiose a doença avaliada que foi considerada responsável pela maior parcela de danos foliares a soja avaliada no experimento. No experimento, o alvo de controle pelos diferentes ingredientes ativos (i.a.) dos fungicidas eram controle da ferrugem-asiática, mancha-alvo e antracnose. Sendo que a severidade nos tratamentos aos 65 DAS (estádio R4), 79 DAS (estádio R5.4) e 100 DAS (Estádio R7.1) foi de 0-60 %, 0-79 % e 0-100 %, respectivamente. Por outro, não houve surto epidêmico da ferrugem-asiática na região de Cristalina, GO na safra de soja 2014-2015, provavelmente devido às condições climáticas desfavoráveis ao seu desenvolvimento e área livre de inoculo primário, e secundário ou ainda, os tratamentos foram eficazes para o controle, Silva et al. (2007), avaliaram a resistência parcial e fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja, e concluiu que os fungicidas triazóis ou em mistura com estrobilurinas são eficientes para o controle dessa doença foliar. Nenhum i.a. foi relacionado para controle da cercosporiose da soja (duas espécies).

Ao teste ANOVA rejeitou-se a hipótese de nulidade para as variáveis dependentes AACPD, a produtividade e esverdeamento do caule. A AACPD estatisticamente destacou os tratamentos T2 = azoxistrobina + ciproconazol/ azoxistrobina + benzovindiflupir/ azoxistrobina + ciproconazol, T3 = piraclostrobina + epoxiconazol; fluxapiroxade + piraclostrobina; piraclostrobina + metconazole, T4 = carbendazim + tebuconazole + cresoxim metílico; carbendazim + tebuconazole + cresoxim metílico; tetraconazol + azoxistrobina e T5 = azoxistrobina + tebuconazol; tebuconazol + picoxistrobina; tebuconazol + picoxistrobina como aqueles que estatisticamente mais reduziram a AACPD, ocasionando uma eficiência de controle de 58,5, 41,2, 46,3 e 52,3 %, respectivamente. A menor severidade da doença ou menor AACPD (Tab. 2) influenciada pelo controle químico garante uma reposição de tecido doente com o tempo por tecido sadio proporcionando um aumento da área foliar fotossintética, proporcionando na maioria das vezes uma melhora nos componentes da produtividade (SEDIYAMA et al., 2015). Estes tratamentos promoveram estatisticamente as produtividades de 3288,0, 3168,0, 3180,0 e 3180 kg ha⁻¹, respectivamente. Assim estes seriam os tratamentos recomendados para controle desta condição de ocorrência (míldio-antracnose-mancha-alvo-cercosporiose) (Tab. 2). Numericamente o maior valor de eficiência de controle e produtividade foi observado para o tratamentos T2.

Os tratamentos não recomendados para controle das doenças incidentes na soja foram aqueles que estatisticamente apresentaram os mesmos valores de AACPD aos da testemunha, representados por difenoconazol + propiconazol; azoxistrobina + benzovindiflupir; azoxistrobina + ciproconazol (Tab. 2). Além deste tratamento, os tratamentos T12 (fluxapiroxade + piraclostrobina / azoxistrobina + benzovindiflupir / piraclostrobina + epoxiconazol), T8 (azoxistrobina + benzovindiflupir; azoxistrobina + benzovindiflupir; azoxistrobina + ciproconazol), foram os tratamentos que promoveram as maiores severidades das doenças dos dias avaliados, ou que apresentaram maiores valores de AACPD (Tab. 2). Os fungicidas afetam a fotossíntese em plantas cultivadas, e a AACPD e a porcentagem de nós desfolhados no estágio R5 apresentaram diferenças significativas entre parcelas tratadas e não tratadas com fungicidas (HARTMAN; SINCLAIR, 1996).

Foi verificada interação significativa entre a cultivar de soja e fungicidas na severidade das doenças foliares, onde os tratamentos com fungicidas foram superiores para todas as cultivares em relação ao tratamento sem fungicida ou testemunha. Analisando diferentemente as médias da produtividade dos tratamentos (Tab. 2) Doreto et al. (2012) percebeu que a produtividade da soja era reduzida na ausência de fungicidas para o controle da antracnose.

Não houve diferença significativa entre a produtividade apresentado nos diferentes tratamentos avaliados (Tab. 2). Freitas et al. (2010) analisando linhagens de soja, apontaram resultados semelhantes, onde os genótipos de soja com menores AACPD apresentavam maiores produtividades, sendo que neste experimento não acompanhou a influência da doença na produtividade nos diferentes tratamentos.

A maior eficiência de controle (EFC%) foi observada para o tratamento T2 (azoxistrobina + ciproconazol / azoxistrobina + benzovindiflupir / azoxistrobina + ciproconazol) sendo este um indicativo de recomendação de aplicação ao produtor (Tab. 2). Quando analisamos a eficiência dos tratamentos no rendimento (EFR %) merecem destaque os tratamentos T10 e T2 (azoxistrobina + ciproconazol / azoxistrobina + benzovindiflupir / Azoxistrobina + ciproconazol), que geraram incrementos de 18,3 e 16,6 % (Tab. 2). Fungicidas a base de estrobilurinas induzem trocas fotossintéticas de gases e não alteram o crescimento e eficácia de plantas em condições de estresses hídricos, sendo observado que com a aplicação de picoxistrobina reduziu aproximadamente 60 % a taxa média de respiração (NASON et al., 2007) barley (Hordeum vulgare L..

Ao contrário de Carniel et al. (2014), observou a reação de diferentes cultivares de soja em relação às doenças de final de ciclo na cultura, quanto à ausência e presença de aplicação de fungicidas e concluiu que houve interação entre aplicação de fungicidas e a produtividade da soja. Dessa forma, na presença de fungicidas, as cultivares analisadas apresentaram maiores produtividades. Guerzoni (2001) estudando o efeito das doenças de final de ciclo na cultura da soja, concluiu que a severidade não é um bom indicador para prever ou estimar reduções de produtividade na cultura da soja. Essa diferença nos resultados pode ter ocorrido em função da diferença de severidade observada nos trabalhos e também da época de ocorrência da doença. Para a situação avaliada neste ensaio, os resultados obtidos mostram que a abordagem tradicional de avaliação de danos, utilizando modelos de ponto crítico (severidade num determinado estágio de desenvolvimento) ou modelos integrais que relacionaram danos com variáveis que representem a totalidade de uma epidemia, como a AACPD,

são passíveis de serem utilizados para a cultura da soja, que foi estudado neste experimento (Tab. 2).

Os fungicidas, apesar de apresentarem eficiência no controle das doenças foliares (Tab. 2), não influenciaram significativamente a produtividade dos genótipos estudados. As cultivares apresentaram produtividades numericamente diferentes em relação aos tratamentos com fungicidas mostrando sensibilidade diferenciada quanto às doenças foliares. O sucesso na dispersão, sobrevivência, propriedades de infecção no hospedeiro de propágulos de pragas e doenças nem sempre são convertidos em perdas na produtividade, e muitas vezes se devem a resposta da capacidade do hospedeiro (tolerância) de repor tecidos doentes em determinadas épocas de cultivo e responder ao manejo fitossanitário empregado (SAVARY et al., 2018). No entanto, muitas cultivares de soja sofrem extremas perdas de produtividade quando afetados por fitopatógenos (LUO et al., 2000).

Tabela 2. Médias da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), a produtividade (Pr, Kg ha⁻¹), porcentagem de plantas verdes no momento da colheita (EC, %), eficácia dos fungicidas no controle [EFC (%)] e eficácia dos fungicidas na produtividade [EFPr (%)] (nd não determinado). Ipameri, Goiás, 2014/15.

Tratamentos	Descrição dos ingredientes ativos	AACPD	Pr (Kg/ha)	EC (%)	EFC (%)	EFPr (%)
1	Trifloxistrobina + ciproconazol; Trifloxistrobina + protioconazol; Trifloxistrobina + protioconazol	173,131 ef	2988,0 a	5,1 ab	38,0	6,0
2	Azoxistrobina + ciproconazol; Azoxistrobina + benzovindiflupir; Azoxistrobina + ciproconazol	115,92 g	3288,0 a	5,1 ab	58,5	16,6
3	Piraclostrobina + epoxiconazol; Fluxapiroxade + piraclostrobina; Piraclostrobina + metconazole	164,024 fg	3168,0 a	4,3 ab	41,2	12,3
4	Carbendazim + tebuconazole + cresoxim metílico; Carbendazim + tebuconazole + cresoxim metílico; Tetraconazol + azoxistrobina	149,94 fg	3180,0 a	5,1 ab	46,3	12,8
5	Azoxistrobina + Tebuconazol; Tebuconazol + picoxistrobina; Tebuconazol + picoxistrobina	133,287 fg	3180,0 a	5,5 a	52,3	12,8
6	Difenoconazol + propiconazol; Azoxistrobina + benzovindiflupir; Azoxistrobina + ciproconazol	240,163 ab	2910,0 a	4,4 ab	14,0	3,2
7	Azoxistrobina + benzovindiflupir; Azoxistrobina + ciproconazol	218,89 bc	3000,0 a	4,4 ab	21,6	6,4
8	Azoxistrobina + benzovindiflupir; Azoxistrobina + ciproconazol	216,706 bc	2868,0 a	4,4 ab	22,4	1,7
9	Trifloxistrobina + protioconazol; Trifloxistrobina + protioconazol; Trifloxistrobina + ciproconazol	195,272 de	3336,0 a	4,7 ab	30,1	18,3
10	Trifloxistrobina + protioconazol; Azoxistrobina + benzovindiflupir; Trifloxistrobina + ciproconazol	174,426 ef	2910,0 a	4,2 ab	37,5	3,2
11	Fluxapiroxade + piraclostrobina; Fluxapiroxade + piraclostrobina; Piraclostrobina + epoxiconazol	203,175 cd	3180,0 a	4,5 ab	27,2	12,8
12	Fluxapiroxade + piraclostrobina; Azoxistrobina + benzovindiflupir; Piraclostrobina + epoxiconazol	226,317 bc	2982,0 a	3,9 b	18,9	5,7
13	Piraclostrobina + epoxiconazol; Fluxapiroxade + piraclostrobina; Piraclostrobina + epoxiconazol	199,934 de	3096,0 a	4,4 b	28,4	9,8
14	Padrão Fazenda	177,492 ef	2952,0 a	4,2 b	36,4	4,7
15	Testemunha	279,174 ab	2820,0 a	4,7 ab	nd	nd

A maioria dos tratamentos causaram esverdeamento do caule, atrasando o ciclo da soja, com exceção das combinações dos tratamentos [T12 – 1ª. aplicação fluxapiroxade+ piraclostrobina; 2ª. aplicação azoxistrobina + benzovindiflupir e 3ª. aplicação - piraclostrobina + epoxiconazol], [T13 - 1ª. aplicação piraclostrobina+ epoxiconazol; 2ª. aplicação fluxapiroxade+ piraclostrobina; 3ª. aplicação piraclostrobina + epoxiconazol] e [T14 – padrão fazenda], que apresentaram as menores médias de esverdeamento do caule. Alguns pesticidas (inseticidas e fungicidas) aplicados em milho e tomate

reduziram o teor de clorofila nas plantas após quatro dias a sua aplicação, resultado contrário ao observado (SALEM, 2016). A sensibilidade de algumas espécies de plantas a fungicidas dependem do estágio fenológico e aos tipos de moléculas químicas aplicadas, podendo serem mais ou menos sensíveis quando aplicados em estágios críticos quando aplicados em estádios reprodutivos (PETIT et al., 2012).

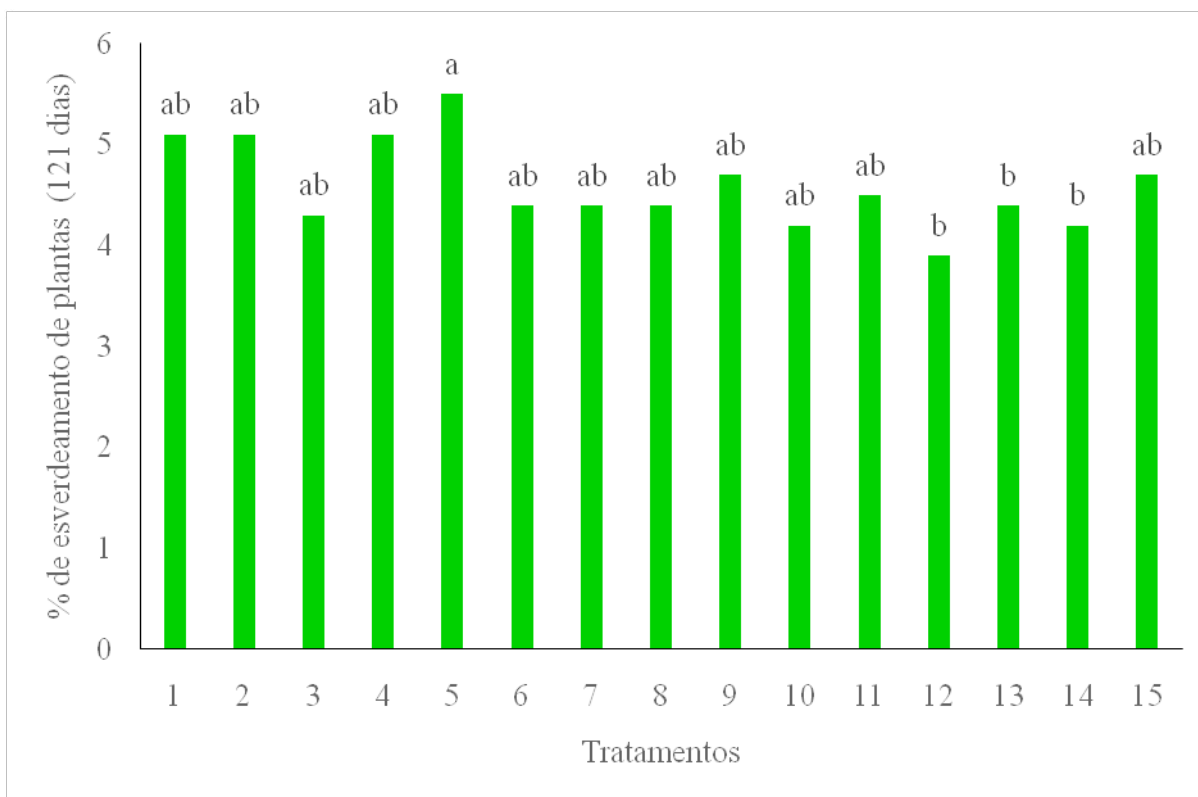


Figura 1. Médias da porcentagem de esverdeamento do caule de soja tratada com diferentes combinações de fungicidas aplicados em diferentes épocas para controle da mancha alvo, ferrugem-asiática e antracnose da soja cv. BMX Desafio.

CONCLUSÕES

Os tratamentos recomendados para controle das doenças incidentes na soja cultivar BMX Desafio RR de soja foram T2 = azoxistrobina + ciproconazol / azoxistrobina + benzovindiflupir / azoxistrobina + ciproconazol, T3 = piraclostrobina + epoxiconazol; fluxapiroxade + piraclostrobina; piraclostrobina + metconazole, T4 = carbendazim + tebuconazole + cresoxim metílico; carbendazim + tebuconazole + cresoxim metílico; tetraconazol + azoxistrobina e T5 = azoxistrobina + tebuconazol; tebuconazol + picoxistrobina; tebuconazol + picoxistrobina que promoveram redução da severidade de doenças mas não influenciaram no incremento de produtividade, contudo devido a eficiência de controle e os valores de produtividade da cultura, tratamentos T2 foi o indicado neste experimento.

O tratamento que apresentou estatisticamente, os menores valores de AACPD da severidade da doença foi a aplicação sequencial dos fungicidas do tratamento 2 (azoxistrobina + ciproconazol / azoxistrobina + benzovindiflupyr / azoxistrobina+ciproconazol), sendo este o que resultou nas menores áreas de tecido foliar lesionado, e a melhor mistura de fungicidas aplicados na região de Ipameri para controle da ferrugem-asiática, antracnose e mancha-alvo da cultura da soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. M.; FERREIRA, R. L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. E. V.; HENNING, A. A. Doenças da Soja. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Eds.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Ceres, 2005.
- AZEVEDO, L. A. S. Quantificação de doenças de plantas. In: AZEVEDO, L. A. S. (Ed.). **Manual de quantificação de doenças de plantas**. São Paulo: **Syngenta**, 1997, p. 86.
- BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. (Eds.) Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central Brasileira: 2012 – 2014. **Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, GO, 2012.
- CARNIEL, L. A.; MENOSSO, R.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Reação de cultivares de soja às doenças de final de ciclo com e sem aplicação de fungicidas. **Unoesc & Ciência**, Joaçaba, v. 5, n. 1, p. 83-90, jan./jun. 2014.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). Acompanhamento da safra brasileira de grãos - Safra 2015/16. **Sexto Levantamento**, v. 2, n. 6, mar. 2016.
- DORETO, R. B.; GAVASSONI, W. L.; SILVA, E. F.; MARCHETTI, M. E.; BACCHI, L. M. A.; STEFANELLO, F. F. Ferrugem asiática e produtividade da soja sob doses de potássio e fungicida, na safra 2007/08. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 33, n. 3, p. 941-952, 2012.
- DUNLEAVY, J. M. Yield reduction in soybean caused by downy mildew. **Plant Disease**, New York-NY, v.71, p.1112-1114, 1987.
- FONSECA, E.M.S., ARAÚJO, R. C. **Fitossanidade, princípios básicos e métodos de controle de doenças e pragas**. São Paulo, SP: Editora Érica - Saraiva. 136 p., 2015.
- FREITAS, M. C. M.; HAMAWAKI, O. T.; BUENO, M. R.; MARQUES M. C. Época de semeadura e densidade populacional de linhagens de soja UFU de ciclo semi-tardio. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 26, n. 5, p. 698-708, 2010
- GODOY, C. V.; SILVA, L. H. C. P.; UTIAMADA, C. M.; SIQUERI, F. V.; LOPES, I. O. N.; ROESE, A. D.; MACHADO, A. Q.; FORCELINI, C. A.; PIMENTA, C. B.; NUNES, C. D. M.; CASSETARI NETO, D.; JACCOUD FILHO, D. S.; FORNAROLLI, D. A.; WRUCK, D. S.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BORGES, E. P.; JULIATTI, F. C.; FEKSA, H. R.; CAMPOS, H. D.; NUNES JUNIOR, J.; SILVA, J. R. C.; COSTAMILAN, L. M.; CARNEIRO, L. C.; SATO, L. N.; CANTERI, M. G.; ITO, M. A.; IAMAMOTO, M. M.; ITO, M. F.; MEYER, M. C.; COSTA, M. J. N.; DIAS, M. D.; MARTINS, M. C.; LOPES, P. V.; SOUZA, P. I. M.; BARROS, R.; BALARDIN, R. S.; IGARASHI, S.; SILVA, S. A.; FURLAN, S. H.; CARLIN, V. J. Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2008/09. Londrina: **Embrapa Soja**, 12p. 2009.
- GRICHAR, W. J. Soybeans (*Glycine max* L.) response to fungicides in the absence of disease pressure. **International Journal of Agronomy**, v. 2013, p. 1-5, 2013.
- GUERZONI, R. A. Efeito das doenças foliares de final de ciclo (*Septoria glycines* Hemmi e *Cercospora kikuchii* (Matsu & Tomoyasu) Gardner) na duração da área foliar sadia da soja. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.
- HARTMAN, G. L., E SINCLAIR, J. B. 1996. Red leaf blotch (*Dactuliochaeta glycines*) of soybeans (*Glycine max*) and its relationship to yield. **Plant Pathol.** 45:332–343.
- HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CATTELAN, A. J.; NEPOMUCENO, A. L.; MOSCARDI, F.; LIBERATTI, I. A.; FERREIRA, L. P.; KASTER, M.; NEUMAIER, N.; SARAIVA N. F. Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 2000/01. **Embrapa Soja**. Londrina: Embrapa Soja/Fundação MT, 2000, 245p. (Documentos / Embrapa Soja).
- LUO, Y., HILDEBRAND, K., CHONG, S. K., MYERS, O., RUSSIN, J. S., E AGRI-, G. 2000. Soybean Yield Loss to Sudden Death Syndrome in Relation to Symptom Expression and Root Colonization by *Fusarium solani* f. sp. *glycines*. 84:914–920.
- NASON, M. A., FARRAR, J., E BARTLETT, D. 2007. Strobilurin fungicides induce changes in photosynthetic gas exchange that do not improve water use efficiency of plants grown under conditions of water stress. **Pest Manag. Sci.** 63:1191–1200.

PESQUEIRA, A.S.; BACHI, L.M.A.; GAVASSONI, W.L. Associação de fungicidas no controle da antracnose da soja no Mato Grosso do Sul. *Revista de Ciência Agronômica*, v. 47, n. 1, p. 203-212, 2016.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. Controle químico de oídio, *Microsphaera diffusa*, em três cultivares de soja na safra 1998/1999. In: **Soja: Resultados de pesquisa 1998/1999**. Passo Fundo: Embrapa Trigo. Documentos 4, 1999.

PETIT, A. N., FONTAINE, F., VATSA, P., CLÉMENT, C., E VAILLANT-GAVEAU, N. 2012. Fungicide impacts on photosynthesis in crop plants. **Photosynth. Res.** 111:315–326.

PRADO, L. C.; YORINORI, J. T. Efeito da aplicação de fungicida foliar sobre a produtividade da soja no Estado da Bahia. **Anais de Congresso Brasileiro de Soja**, Londrina, p.450. 1999.

SALEM, R. E. M. E. 2016. Side Effects of Certain Pesticides on Chlorophyll and Carotenoids Contents in Leaves of Maize and Tomato Plants. Middle East. **J. Agric. Res.** 05:566–571.

SAVARY, S., NELSON, A. D., DJURLE, A., ESKER, P. D., SPARKS, A., AMORIM, L., 2018. Concepts, approaches, and avenues for modelling crop health and crop losses. **Eur. J. Agron.** 100:4–18.

SARTO, C.; DÉON, C.; DORO, G.; HOCHSTRASSER, D. F.; MOCARELLI, P.; SANCHEZ, J. C. Contribution of proteomics to the molecular analysis of renal cell carcinoma with a nemphasison manganes e superoxidizedismutase. **Proteomics**, v. 1, p. 1288-1294, 2013.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BOREM, A. **Soja do plantio a colheita**. Editora UFV, Viçosa, MG, 333 p., 2015.

SHANNER, G., FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**. 67:1051–1056. 1977.

SILVA, A. J.; CANTERI, M. G.; SILVA, A. L. Haste verde e retenção foliar na cultura da soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 39, n. 3, p. 151-156, 2013.

SILVA, F. L.; ESCRIBANO-BAILÓN, M. T.; ALONSO, J. J. P.; RIVAS-GONZALO, J. C.; SANTOS-BUELLGA, C. Anthocyanins pigments in strawberry. **LWT**, v. 40, n. 2, p. 374-382, 2007.

SINCLAIR, J. B. 1982. Compendium of soybean diseases. 1a. Ed. org. Sinclair, J. B. St. Paul, Minnessota, USA: American Phytopatological Society.

SINCLAIR, J. B.; HARTMAN, G. L. Soybean diseases. In: HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J. B.; RUPE, J. C. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 4 ed., Minnesota: APS, p. 3-4, 2008.

WHRATHER, J. A.; KOENNING, S. R. Effects of diseases on soybean yields in the United States 1996 to 2007. Plant Health Progress, St. Paul MN, USA, abr. 2009. Disponível em: <<http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/2009/yields/>> Acesso em: 25 jul. 2012.

DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA MACROFAUNA EDÁFICA EM ÁREAS DE DOSSEL E CLAREIRA NO JARDIM BOTÂNICO DO RECIFE-PE



**ROBERTO DE FREITAS MORAIS
SOBRINHO**

Universidade Federal Rural de Pernambuco

**EMMANOELLA COSTA GUARANÁ
ARAUJO**

Universidade Federal do Paraná

THIAGO CARDOSO SILVA
Universidade Federal do Paraná

TARCILA ROSA DA SILVA LINS
Universidade Federal do Paraná

LETÍCIA SIQUEIRA WALTER
Universidade Federal do Paraná

CIBELLE AMARAL REIS
Universidade Federal do Paraná

GABRIEL MENDES SANTANA
Universidade Federal do Paraná

TARCÍSIO VIANA DE LIMA
Universidade Federal Rural de Pernambuco

RESUMO: No compartimento necromassa presente no piso florestal, além de elementos orgânicos em avançado estágio de decomposição, existem organismos que atuam na ciclagem de nutrientes do solo. Este trabalho objetivou analisar quantitativa e qualitativamente a distribuição vertical da fauna edáfica superficial e subterrânea ocorrente em áreas sob influência da cobertura vegetal e em área de clareira em fragmento de Mata Atlântica na cidade do Recife, Pernambuco. Foram coletadas amostras de necromassa e de solo na profundidade de 20 cm para áreas de clareira e sob dossel, em que foram feitas extrações da fauna por meio de extratores do tipo

Berlese-Tüllgren. Observou-se uma maior diversidade de espécies de animais na área sob dossel, enquanto que na área de clareira foi registrado um maior número de indivíduos. A única ordem com ocorrência em ambos os casos estudados foi a Hymenoptera. Quanto à distribuição vertical, verificou-se a preferência dos organismos pelo solo. Apesar de ter sido encontrada uma grande variedade de espécies da fauna edáfica, esse número ainda é considerado baixo quando comparado a outros levantamentos realizados em áreas semelhantes a que foi realizada este estudo. A verificação de grupos taxonômicos da fauna edáfica que só são percebidos em ambientes não perturbados, indicou que o fragmento de Mata Atlântica da área do Jardim Botânico do Recife apresentava baixo grau de alteração antrópica, na época em que foi realizado este estudo.

1. INTRODUÇÃO

O sistema solo-serapilheira é o habitat de uma série de organismos, que em conjunto, são conhecidos como fauna edáfica, e podem ser classificados de acordo com a sua função, morfologia e categorias ecológicas. Os indivíduos da fauna edáfica participam de processos fundamentais para a manutenção dos ecossistemas, tais como a decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (MACHADO et al., 2015; BRITO, et al., 2016; ALMEIDA, et al., 2017).

Esses organismos se diferenciam de acordo com o nível de tolerância às alterações

ambientais, sendo os mais sensíveis chamados de especialistas e os que toleram mais alterações de generalistas. A partir dessas especificações são selecionados os organismos indicadores, que irão apresentar alguma alteração comportamental de acordo com o ambiente (BERUDE, et al., 2015; SILVA et al., 2018).

Parâmetros biológicos têm sido muito utilizados como indicativos da qualidade do solo, pois são sensíveis a alterações físicas e químicas do ambiente em que estão inseridos. Atualmente, os bioindicadores são recursos muito utilizados no monitoramento ambiental, pois eles se adaptam para sobreviver, se reproduzir e dar andamento às suas funções no ecossistema em condições diferentes das que estão acostumados (COSTA et al., 2016; FERREIRA et al., 2018).

Dentre as inúmeras ferramentas de diagnóstico, a riqueza de espécies em um ambiente pode ser utilizada, em conjunto com outras análises, para identificar uma possível alteração no equilíbrio e auxiliar na avaliação ecológica de uma área. Essa riqueza pode ser verificada pela abundância de indivíduos presentes, levando em consideração aspectos como a uniformidade (equitabilidade).

Dentre os invertebrados do solo, a macrofauna é essencial para o funcionamento do ecossistema, pois afeta a produção primária da decomposição da matéria e a ciclagem de nutrientes, participando também da estruturação do solo e como importante elo na teia trófica (SOCARRÁS, 2013; ALMEIDA; XAVIER; SOUTO, 2015; CUEVAS et al., 2019).

Assim, o estudo teve por objetivo analisar quantitativa e qualitativamente a distribuição vertical de indivíduos da macrofauna de solo, em serapilheira e solo, sob dossel e em área de clareira de um fragmento de floresta ombrófila densa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Jardim Botânico do Recife, onde, segundo a classificação de Koppen, o clima da região é caracterizado como As' Tropical costeiro ou "pseudo" tropical da costa nordestina, quente e úmido, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano com precipitação média anual de 1.651 mm, e temperatura média de 24°C variando entre 18 e 32°C (VASCONCELOS; BEZERRA, 2000).

Foram coletadas 10 amostras de necromassa e 10 de solo em área de cobertura de dossel e as mesmas quantidades em área de clareira, com a utilização de gabaritos de madeira (25 cm x 25 cm) distribuídos em ziguezague a cada 10 metros. Em cada ponto, a necromassa foi retirada até a exposição o solo, e para a avaliação do solo, o mesmo foi amostrado até 20 cm de profundidade.

Para a aferição da temperatura e incidência luminosa, para a temperatura na superfície do solo e de cada ponto de retirada de material, a coleta foi realizada às 10 horas. Para essas aferições, foi utilizado termômetro convencional e luxímetro (marca Minipa, modelo MLM 1011).

As amostras foram encaminhadas ao laboratório, onde passaram por uma triagem para retirada e separação dos indivíduos da macrofauna, que permaneceram acondicionados em recipientes com álcool etílico a 70%, para posterior contagem e identificação. Em seguida, as amostras foram colocadas em funis Berlese-Tüllgren, onde permaneceram por sete dias.

Os indivíduos foram identificados à nível de ordem, utilizando uma lupa e prancha de identificação e contabilizados. A partir dos dados obtidos, foram calculados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') (Equação 1) de uniformidade de Pielou (J) (Equação 2), seguindo as equações descritas abaixo:

- $H = -\sum p_i \times \log p_i$

Em que: $p_i = n_i/N$ (1)

N_i : densidade de cada grupo;

N : Somatório da densidade de todos os grupos.

- $J = H/\log S$

Em que: H : Índice de Shannon; (2)

S : Número de espécies ou grupos.

Os dados foram tabulados e calculados a partir do Software Microsoft Office Excel®.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As áreas de clareira, na superfície, apresentaram maiores médias de temperatura quando comparadas com a área sob dossel e a 20 cm de profundidade nas duas áreas em estudo, o que é esperado visto que a intensidade luminosa na superfície do solo é maior do que nas áreas com cobertura vegetal (Tabela 1).

Tabela 1. Médias das temperaturas e intensidade luminosa no solo nas áreas de clareira e sob dossel, onde foram analisados os contingentes populacionais de fauna edáfica na mata do Curado, Recife, Pernambuco.

Temperatura média do solo (°C)				Intensidade luminosa (Lux)	
Clareira		Sob dossel		Clareira	Sob dossel
Superfície	0,2 m de profundidade	Superfície	0,2 m de profundidade		
28,7	26,9	26,2	24,7	86.756.000	6.740.000

A intensidade luminosa na área de clareira apresentou valor 12,88 vezes maior em relação a área sob dossel. Tais resultados mostram que as áreas abertas recebem maior incidência de radiação solar, que consequentemente aumentam as temperaturas do solo. As áreas sob dossel apresentaram tanto menor intensidade luminosa, quanto menores temperaturas de solo, visto que a composição arbórea nessas condições é mais densa, dificultando a passagem de luz para as árvores em estratos

mais baixos e para a necromassa.

Tais resultados corroboram com Freitas e Barreto (2008), em que áreas de mata fechada possuem melhores condições ecológicas de temperatura e umidade, favoráveis à reprodução e alimentação dos organismos edáficos. Ferreira e Marques (1998) citam também que as clareiras facilitam a evaporação da umidade presente no solo e que este fator, juntamente com uma maior variação de temperatura e impacto da chuva, causa redução na fauna presente nestas áreas.

Na área de clareira foram observados indivíduos de quatro ordens na necromassa e três ordens no solo (Tabela 2). Já na área sob dossel, foram encontradas sete ordens na necromassa, enquanto no solo foram observadas cinco ordens (Tabela 3).

Tabela 2: Fauna edáfica em clareira na mata do Curado, Recife, Pernambuco.

Fauna edáfica	Nº de Indivíduos		Densidade Relativa		Índice de Shannon		Índice de Pielou	
	Necromassa	Solo	Necromassa	Solo	Necromassa	Solo	Necromassa	Solo
Araneae	2	0	25	0	0,1505	0	0,2499	0
Diptera	1	0	12,5	0	0,1129	0	0,1876	0
Polydesmida	0	1	0	0,71	0	0,0153	0	0,0321
Haplotaxida	0	61	0	43,6	0	0,1572	0	0,3295
Hymenoptera	3	78	37,5	55,71	0,1597	0,1415	0,2654	0,2966
Ixodida	2	0	25	0	0,1505	0	0,2499	0
TOTAL	8	140	100	100	0,5737	0,3141	0,9528	0,6582

Tabela 3: Fauna edáfica sob dossel na mata do Curado, Recife, Pernambuco.

Fauna edáfica	Nº de Indivíduos		Densidade Relativa		Índice de Shannon		Índice de Pielou	
	Necromassa	Solo	Necromassa	Solo	Necromassa	Solo	Necromassa	Solo
Araneae	9	2	18,37	3,12	0,1352	0,047	0,1599	0,0672
Coleoptera	4	1	8,16	1,56	0,0888	0,0282	0,1051	0,0404
Diptera	1	0	2,04	0	0,0345	0	0,0408	0
Equitremorfos	0	7	0	14,28	0	0,1051	0	0,1504
Haplotaxida	0	45	0	70,31	0	0,1076	0	0,1539
Hemíptera	1	0	2,04	0	0,0345	0	0,0408	0
Hymenoptera	3	9	6,12	14,06	0,0743	0,1198	0,0879	0,1714
Ixodida	21	0	42,86	0	0,1577	0	0,1866	0
Symphyla	10	0	20,41	0	0,1409	0	0,1668	0
TOTAL	49	64	100	100	0,6658	0,4077	0,7879	0,5833

A ordem Hymenoptera, representada pelas formigas, foi a única encontrada em todas as áreas analisadas, possuindo maior densidade relativa na necromassa e no solo em comparação às demais ordens. Esta alta frequência pode ser explicada pela grande facilidade de locomoção desses indivíduos,

que podem explorar diversas áreas a procura de alimento para o fungo presente nos formigueiros.

Estes indivíduos são sensíveis aos efeitos da fragmentação, sendo utilizados para caracterizar o impacto causado por esse processo a partir de sua diversidade. Entretanto, foram encontrados neste estudo resultados superiores para diversidade nas áreas de clareira em comparação às áreas sob dossel, o que pode ser explicado devido à alta concentração de matéria orgânica presente nas clareiras deste estudo, como folhas e troncos das árvores caídas (AGUIAR; MONTEZA, 1996; SANTOS et al., 2006).

Os indivíduos da ordem Haplotaxida, representados pelas minhocas, também estavam presentes nos dois ambientes, sendo encontrados apenas nos solos. As minhocas e formigas estão inseridas no grupo dos engenheiros do solo, que fazem a primeira fragmentação e deslocamento da matéria orgânica no perfil do solo (MASIN et al., 2016). Esta ação é muito importante para as etapas seguintes de decomposição, visto que aumenta a superfície de contato, facilitando a decomposição realizada pela meso e microfauna.

Os representantes das ordens Araneae e Coleoptera estão incluídos no grupo de indivíduos generalistas, e podem ter ocorrência em diferentes estados sucessionais de floresta ombrófila densa (FERREIRA et al., 2018). No presente estudo, a ordem Araneae apareceu nas duas situações, enquanto Coleoptera esteve presente apenas na área de clareira. Isso pode ter ocorrido pois existem famílias nesta ordem que executam serviços no ecossistema, como escavação e incorporação de matéria orgânica, além de serem sensíveis a alteração de temperatura e umidade (POMPEO et al., 2016). A área sob dossel apresentou maior quantidade de matéria orgânica e umidade, com temperaturas mais amenas, proporcionando melhores condições para o estabelecimento destes indivíduos.

Condições físicas sob dossel resultantes da redução de luminosidade em comparação com clareira acarretam em uma redução da potencial riqueza desta localidade (CHOUDARI; DUMBARE; THEUKAR, 2014). A ordem Polydesmida não possui tolerância a altos percentuais de umidade, condições encontradas sob dossel em razão da menor luminosidade (GAVA, 2004). Tal fato é ilustrado pela não ocorrência destes indivíduos em área sob dossel neste estudo, sendo encontrada apenas no solo das clareiras.

Não há estudos que relatem a presença de Ixodida, inclusive com relação aos índices de Shannon e Pielou, em serapilheira de floresta ombrófila densa, em localidades com parâmetros abióticos semelhantes. Tal comportamento é provavelmente atribuído ao reduzido número de indivíduos desta ordem presente nas coletas de outros estudos, e consequente agrupamento na categoria ‘outros’, ou o grupo Ixodida sendo incorporado à Acari.

A reduzida presença desses indivíduos na área de clareira pode indicar alterações abióticas do ambiente já que algumas espécies de carrapatos são sensíveis a tais mudanças (ESTRADA-PEÑA, 2015), ou relacionados com problemas de equilíbrio do ambiente (VINCENTINI ET AL., 2016; CONCEIÇÃO; BOCCHIGLIERI, 2017).

A época de coleta pode ter coincidido também com o período de deposição de ovos por fêmeas de algumas espécies ou com espécimes que estavam em situação de vida livre em seu

desenvolvimento (FONSECA et al., 2017), justificando a presença destes indivíduos em número considerável na serapilheira, especialmente em área sob dossel. Portanto, devido à sua sensibilidade a certas alterações e sua importância na teia trófica, os indivíduos da ordem Ixodida podem funcionar como indicadores quando a sua presença é correlacionada com outras análises complementares do ambiente e sua dinâmica.

As larvas de Diptera presentes no solo se alimentam da matéria orgânica em decomposição, carcaças de animais mortos e excrementos, o que explicaria a sua ocorrência exclusivamente nas amostras de necromassa, tanto na área de clareira quanto na área sob dossel, e os maiores valores dos índices Shannon-Wiener e de Pieolou encontrados nesta área. A fonte de alimentação desses organismos, por estar exposto à maior luminosidade fornecida pela área de clareira, pode ter acelerado o seu processo de decomposição e atraído indivíduos adultos desta ordem (DUCATTI, 2002).

A comunidade de artrópodes presentes no solo atua como bons bioindicadores em áreas de Mata Atlântica, sendo uns favorecidos nas áreas em estado menos avançado de regeneração, como os da ordem Diptera. Por outro lado, outros são mais favorecidos em ambientes em que a regeneração está em estágio mais avançado, ou seja, em áreas mais fechadas (CAMARA et al., 2018). A ordem Symphyla, que é uma das que é favorecida pela regeneração mais avançada, apresentou indivíduos na área sob dossel e nenhum na área de clareira.

Sendo assim, condições favoráveis presentes em fragmentos florestais, como a cobertura vegetal e a umidade, geram um mosaico de microclimas que facilitam a permanência de diversos grupos, realizando a manutenção da biodiversidade local.

CONCLUSÃO

As diferentes condições encontradas nas áreas foram limitantes para algumas ordens mais sensíveis, como Polydesmida que não esteve presente em área sob dossel. Por outro lado, outros grupos que são considerados generalistas e engenheiros do solo ocorreram nos dois ambientes, como a ordem Haloplaxida e Araneae.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C.M.L & MONTEZA, J.I. Comparação da fauna de formigas (*Hymenoptera, Formicidae*) associada a árvores de clareira e floresta intacta na Amazônia Central. *Sitientibus*, n.15, p. 167-174, 1996.
- ALMEIDA, H.S.; SILVA, R.F.; GROLLI, A.S.; SCHEID, D.L. Ocorrência e diversidade da fauna edáfica sob diferentes sistemas de uso do solo. *Revista Brasileira de Tecnologia e Agropecuária*, v.1., n.1., p.15-23, 2017.
- ALMEIDA, M.A.; XAVIER, A.; SOUTO, J.S. Sazonalidade da macrofauna edáfica do Curimataú da Paraíba, Brasil. *Ambiência Guarapuava*, v. 11, n. 2, p.393-407, 2015.
- BERUDE, M.C; GALOTE, J.K.B; PINTO, P.H; AMARAL, A.A. A mesofauna do solo e sua importância como bioindicadora. *Enciclopédia Biosfera*, v.11 n.22; p. 14-28, 2015.
- BRITO, M.F.; TSUJIGUSHI, B.P.; OTSUBO, A.A.; SILVA, R.F.; MERCANTE, F.M. Diversidade da fauna edáfica e epigeica de invertebrados em consórcio de mandioca com adubos verdes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.51, n.3, p.253-260, 2016.
- CAMARA, R.; SANTOS, G.L.; PEREIRA, M.G.; SILVA, C.F.; SILVA, V.F.V.; SILVA, R.M. Effects of Natural Atlantic Forest Regeneration on Soil Fauna, Brazil. *Floresta e Ambiente*, v. 25, n.1, p.1-10, 2018.
- CHOUDARI, C. R.; DUMBARE, Y.K.; THEUKAR, S.V. Diversity of millipedes along the Northern Western Ghats, Rajgurunagar (MS), India (Arthropod: Diplopod). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, v.2, n.4, p.254-257, 2014.
- CONCEIÇÃO, A.M.; BOCCHIGLIERI, A. Seleção de invertebrados na dieta de marsupiais (Mammalia: Didelphimorphia) em fragmento de Mata Atlântica no nordeste do Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão*, v.39, n.2, p.117-126, 2017.
- COSTA, R.M.C.; BORGES, C.H.A.; AMORIM, F.S.; SOUTO, J.S.; SOUTO, P.C. Abundância de invertebrados do solo em mata ciliar no semiárido da Paraíba. *Gaia Scientia*, v.10, n.4., p. 424-431, 2016.
- CUEVAS, F.D.M.; GARCÍA, J.A.; MIRELES, H.C.; VIVEROS, J.A.F. Fauna y microflora edáfica asociada a diferentes usos de suelo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, Villahermosa, v.6, n.16, p.23-33, 2019.
- DUCATTI, F. Fauna edáfica em fragmentos florestais e em áreas reflorestadas com espécies da mata atlântica. Dissertação de Mestrado. ESALQ/USP, 2002. 70p.
- ESTRADA-PENÑA, A. Orden Ixodida: Las garrapatas. *Revista IDE@ - SEA*, n.13, p.1–15, 2015.
- FERREIRA, C.R.; CORREIA, M.E.F.; CAMARA, R.; RESENDE, A.S.; ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G. Soil fauna changes across Atlantic Forest succession. *Comunicata Scientiae*, v. 9, n. 2, p.162-174, 2018.
- FERREIRA, R.L.; MARQUES, M.M.G.S.M. A fauna de artrópodes de serapilheira de áreas de monocultura com *Eucalyptus sp.* e mata secundária heterogênea. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v.27, p.395-403, 1998.
- FERREIRA, C.R.; CORREIA, M.E.F.; CAMARA, R.; RESENDE, A.S.; ANJOS, L.H.C.; PEREIRA, M.G. Soil fauna changes across Atlantic Forest succession. *Comunicata Scientiae*, v. 9, n.2, p. 162-174, 2018
- FREITAS, A.C.S.; BARRETO, L.V. Qualidade biológica do solo em ecossistemas de mata nativa e monocultura do café. *Enciclopédia Biosfera* n.05. Goiânia. 2008.
- Fonseca, C.F.; Lima, D.C.V.; Souza, D.S.; Silva, S.G.N.; Lima, J.R.B.; Oliveira, J.B.; Moura, G.J.B.; Aléssio, F.M. Distribuição espacial e abundância de carrapatos (Acari: Ixodidae) em remanescente de Mata Atlântica, Nordeste do Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Rio de Janeiro, v.37, n.10, 2017.
- GAVA, R. Vertical distribution of Diplopoda populations from deciduous forests. *Archives of Biological Sciences*, v. 56, n. 1-2, p. 59-64, 2004.
- MACHADO, D.L.; PEREIRA, G.M.; CORREIA, M.E.F.; DINIZ, A.R.; MENEZES, C.E.G. Fauna edáfica na dinâmica sucessional da Mata Atlântica em floresta estacional semidecidual na bacia do Rio Paraíba do Sul – RJ. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 91-106, 2015.

MASIN, C.E.; CRUZ, M.S.; RODRÍGUEZ, A.R.; DEMONTE, M.J.; VUIZOT, L.A.; MAITRE, M.I.; GODOY, J.L.; ALMADA, M.S. Macrofauna edáfica asociada a diferentes ambientes de un vivero forestal (Santa Fé, Argentina). **Ciência del Suelo**. Argentina, v. 35, n.1, p.21-33, 2017.

POMPEO, P.N.; OLIVEIRA FILHO, L.C.I.; KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A.L.; BARETTA, C.R.D.M.; BARETTA, D. Diversidade de Coleoptera (Arthropoda: Insecta) e atributos edáficos em sistemas de uso do solo no Planalto Catarinense. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.17, n.1, p.16-28, 2016.

SANTOS, M.S.; LOUZADA, J.N.C; DIAS, N; ZANETTI, R; DELABIE, J.H.C; NASCIMENTO, I.C. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. Iheringia, **Série Zoologia**, Porto Alegre, 96(1):95-101, 2006.

SILVA, J.M.; SILVA, L.M.M.M.; GUEDES, E.L.F.; SANTOS, T.M.C.; OLIVEIRA, J.U.L.; SANTOS, J.M.S.M.; VIGODERIS, R.B. Use of *Eisenia andrei* as Bioindicator of Soil Toxicity of Agrochemicals. **International Journal of Agriculture Innovations and Research**, v.6, n. 5, p. 160-163, 2018.

SOCARRÁS, A. Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. **Pastos y Forrajes**, v. 36, n. 1, p.5-13, 2013.

VASCONCELOS, R.F.A.; BEZERRA, O.G. Atlas Ambiental da Cidade do Recife. Recife: Prefeitura da Cidade do Recife/Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente, 2000.

VICENTINI, Y.F.; PESENATO, I.P.; COSTA, L.F.S.; SOUZA, L.F.A. Levantamento da fauna acarológica (ordem: Ixodida) no município de Bom Jesus dos Perdões, utilizando métodos de captura de carrapatos de vida livre. **Colloquium Agrariae**, v.12, n.2, p.43-48, 2016.

RELAÇÃO DA UMIDADE E RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM VERTISSOLO HÁPLICO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO



CATIÚRSIA NASCIMENTO DIAS

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB

ELTON DA SILVA LEITE

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB

IAGO NERY MELO

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB

ÍTALO LIMA NUNES

Universidade Federal de Viçosa- UFV

ALDAIR ROCHA ARAUJO

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB

RAQUEL JANAINA AMORIM SILVA

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB

THYERRE VINICIUS DOS SANTOS

MERCES

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB

CAMILLA SABRINE SILVA SANTOS

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB

RESUMO: Os sistemas de preparo afetam a estrutura de solo e influenciam nas alterações dos atributos físicos do solo. O objetivo do estudo foi avaliar a relação da umidade e resistência do solo à penetração em Vertissolo háptico sob diferentes sistemas de preparo no município de São Sebastião do Passé- BA. A coleta da umidade do solo foi realizada mediante amostras deformadas e a RSP foi feita por meio de um penetrômetro automatizado de compactação do solo, da marca FALKER, modelo SOLO STAR, em pontos previamente georreferenciados totalizando 20 pontos amostrais, distribuídos em um talhão irregular. Utilizou-se a geostatística para análise das

variações espaciais da umidade e da resistência do solo à penetração (RSP) na profundidade do perfil do solo de 0,20 m. O modelo de semivariograma que teve o melhor ajuste para as variáveis em estudo umidade e RSP na profundidade de 0,20 m foi o exponencial. Todos os semivariogramas apresentaram-se bem ajustados, com valores de R^2 (coeficiente de determinação) acima de 0,50. Ambas áreas em estudo obtiveram níveis elevados de RSP.

PALAVRA-CHAVE: penetrômetro, qualidade do solo, solos coesos, manejo do solo.

ABSTRACT: Tillage systems affect a soil structure and influence changes in soil physical attributes. The objective of this study was to evaluate the relationship of resistance and soil resistance to penetration in the Vertisol used in different tillage systems in São Sebastião do Passé-BA. Soil samples were collected, deformed and RSP was performed using a FALKER automated soil compaction sensor, SOLO STAR model, in georeferenced points totaling 20 sample points, distributed in an irregular field. Use a geostatistics to analyze the spatial changes of resistance and ground penetration resistance (RSP) at the soil depth of 0.20 m. The semivariogram model that had the best fit for study variables and RSP with a depth of 0.20 m was exponential. All semivariograms are well adjusted, with values of R^2 (coefficient of determination) above 0.50. Both areas under study, obtaining high levels of RSP.

KEYWORDS: penetrometer, soil quality, cohesive soils, soil management

1. INTRODUÇÃO

A qualidade do solo é ocasionada em função de alguns atributos que promovem o bom desenvolvimento das raízes, tais como: infiltração e movimento de água no perfil, trocas gasosas, atividade biológica e mineralização de carbono. Todos esses atributos são, em parte, relacionados com as propriedades e os processos físicos do solo (Carvalho et al., 2008).

O impacto dos sistemas de preparo, colheita e manejo dos solos tem sido avaliado por meio de suas propriedades físicas, como a densidade, a macroporosidade (Carneiro et al., 2009; Lima et al., 2013) e a resistência do solo à penetração (Tavares Filho & Ribon, 2008).

A compactação do solo traz acarreta um aumento na densidade do solo, redução da porosidade total, na infiltração, no armazenamento de água, aumenta a restrição de fluxo de gases e o solo se torna resistente ao crescimento radicular (COSTA et al., 2013).

De acordo a Oliveira et al. (2014) relata que diferentes práticas de manejo podem resultar na compactação de camadas profundas do solo, alterando seu comportamento em relação a infiltração e escoamento das águas, podendo ocasionar erosão do solo.

A resistência do solo à penetração é variável de acordo com a densidade do solo e com a umidade do solo, sendo a densidade é uma propriedade condicionada pelo manejo do solo. No entanto, a umidade do solo é dependente da capacidade do solo em reter água e da distribuição referente a precipitação no tempo e, portanto, sujeita a inúmeras flutuações durante determinado período (Costa et al., 2009)

Devido às alterações ocasionadas no solo pela compactação este trabalho visa determinar a relação da umidade e resistência do solo à penetração em Vertissolo háplico sob diferentes sistemas de preparo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido na Estação Experimental Sósthene de Miranda (ESOMI), pertencente à Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) localizada no município de São Sebastião do Passé, Bahia, Br 324, km 63, com coordenadas geográficas são 12° 32' 04" S e 38° 28' 16" W. O clima da região segundo Köppen (1948) é classificado como As (tropical com ocorrência de inverno chuvoso) e precipitação média anual em torno de 1600 mm (MÜLLER, 2003). O solo da região foi classificado como Vertissolo háplico (SANTOS et al., 2013). A análise geostatística compreendeu pela amostragem sistemática, com malha amostral de vinte pontos, cada área com 22,0x22,0m, totalizando 16.600 m² de área correspondendo aos dois preparos de solo (Tabela 1).

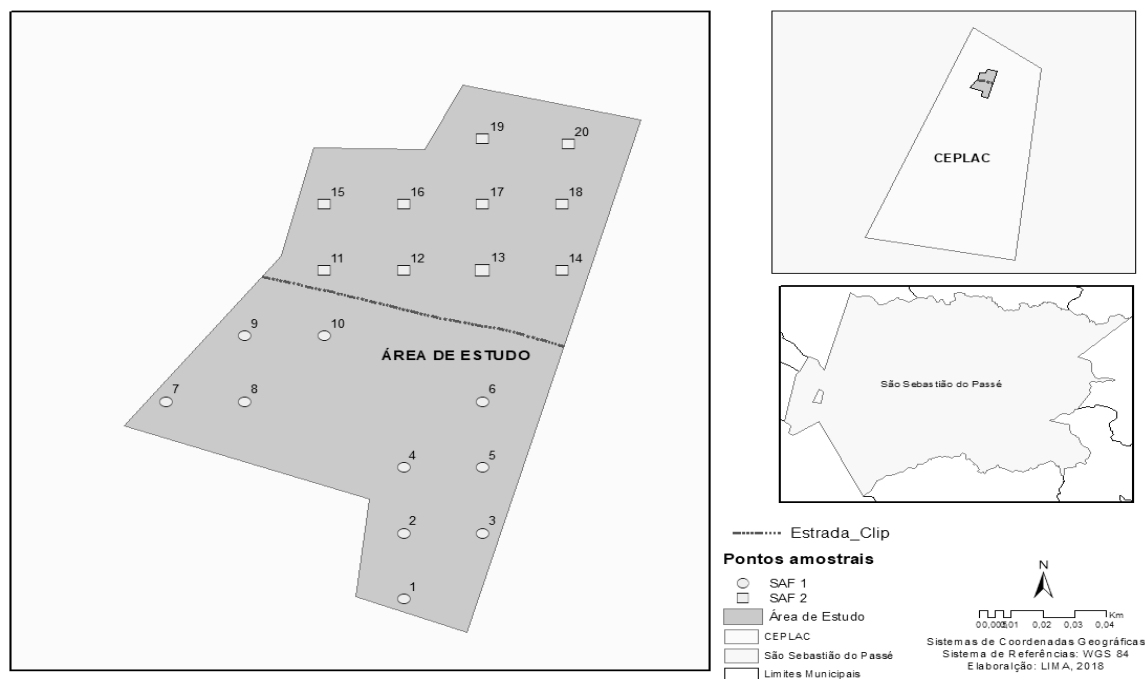


Figura 1. Localização da área de estudo na região de São Sebastião do Passé.

Tabela 1. Caracterização dos sistemas agroflorestais (SAF) no município de São Sebastião do Passé, Ba.

Manejo	Sistema
Plantio direto	SAF 1
Plantio Convencional	SAF 2

Para avaliação do atributo umidade volumétrica foram coletadas amostras deformadas com o auxílio de um trado holandês e amostras indeformadas com o extrator de solo tipo “Uhland”, as amostras foram coletadas na profundidade de 0,20 m.

A resistência do solo à penetração foi determinada em função dos pontos escolhidos anteriormente, realizando três repetições por ponto com o medidor automatizado de compactação do solo, da marca FALKER, modelo SOLO STAR, equipado com uma ponta em forma de cone e ângulo de vértice de 30 graus (ASABE,2013). Foram registrados os valores de 0,01m a 0,20m de profundidade, conforme descrito por Mercante et al. (2003) e Lima et al. (2008).

O índice de dependência espacial dos atributos (IDE) foi determinado e

classificado, segundo Zimback (2001), assumindo, assim, os seguintes intervalos: dependência espacial baixa para $IDE < 25\%$, moderada para $25\% < 75\%$ e forte $> 75\%$.

Os dados das propriedades do solo foram submetidos à análise de variabilidade espacial e interpolados pelo método da krigagem ordinária, a partir do programa GS+ versão 5.1.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das estimativas dos parâmetros evidencia que o modelo exponencial teve o melhor ajuste para as variáveis em estudo na profundidade de 0,20 m (Tabela 2). Sendo este modelo teórico, o mais comum aos atributos do solo, devido às baixas alterações dos valores analisados e a possibilidade de adequar-se à fenômenos erráticos de pequena escala ou de curta distância (CORÁ et al, 2004).

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros dos modelos dos semivariogramas ajustados para as variáveis em estudo nos dois sistemas de manejo do solo.

Parâmetros	Umidade	RSP
Plantio direto		
Modelo	Exp	Exp
CO	0,01	0,41
CO+C	21,01	0,83
Al	24,50	63,20
IDE	0,99	0,50
R ²	0,85	0,94
Plantio convencional		
Modelo	Exp	Exp
CO	6,4	0,91
CO+C	42,00	1,83
Al	26,10	25,30
IDE	0,85	0,98
R ²	0,50	0,50

Exp- Exponencial; Co- Efeito pepita; Co+C- Patamar; Al- Alcance; IDE- Índice de dependência espacial; R²- Coeficiente de determinação e Rsp- Resistência do solo à penetração.

Todos os semivariogramas apresentaram-se bem ajustados, com valores de R² (coeficiente de determinação) acima de 0,50. Diversos autores em estudo de variabilidade de atributos do solo evidenciam esse fato. Mello et al. (2006), relatou que a escolha do modelo deve ser baseada nos maiores índices de R².

Estudando variabilidade de atributos do solo, Lima et al. (2010) relatou que para técnica de krigagem, o IDE mostrou-se um estimador viável garantindo uma melhor avaliação.

Os atributos em estudos em ambos sistemas de manejo do solo, evidenciaram que os valores de IDE assumiram dependência espacial alta de acordo a classificação proposta por Zimback (2001).

Os valores encontrados de alcance nos parâmetros avaliados foram superiores à distância adotada entre amostras, ou seja, acima de 22,0m, evidenciando dependência espacial.

Observa-se que as maiores classes de umidade volumétrica (Figura 1) encontra-se no plantio direto, neste mesmo sistema de preparo foram identificados os menores valores de RSP, como mostrado (Figura 2), constatando a relação inversamente proporcional entre os valores de umidade volumétrica e RSP. As maiores classes de umidade foram determinadas no sistema de plantio direto, isso pode ser explicado em decorrência do tipo de sistema empregado, devido à cobertura vegetal do solo que o plantio direto promove, mantendo maior umidade no solo e por consequência, maior

acúmulo de água armazenada.

De acordo a Mercante et al. (2013) é necessário considerar em relação a RSP o fato de ser mais afetada pela variação dos conteúdos de sua umidade, necessitando o levantamento desse parâmetro em campo.

Ambas as áreas obtiveram valores superiores a 4,24 Mpa de RSP, os quais são considerados altos e com algumas restrições ao crescimento radicular, conforme os limites para classes de RSP sugeridos por Reichert et al. (2007). Como constatado por Silveira et al. (2010), Lopes et al., (2011), Campos et al. (2014) e Sampietro et al., (2015), que as mínimas alterações nos teores de umidade, podem causar grandes variações na RSP.

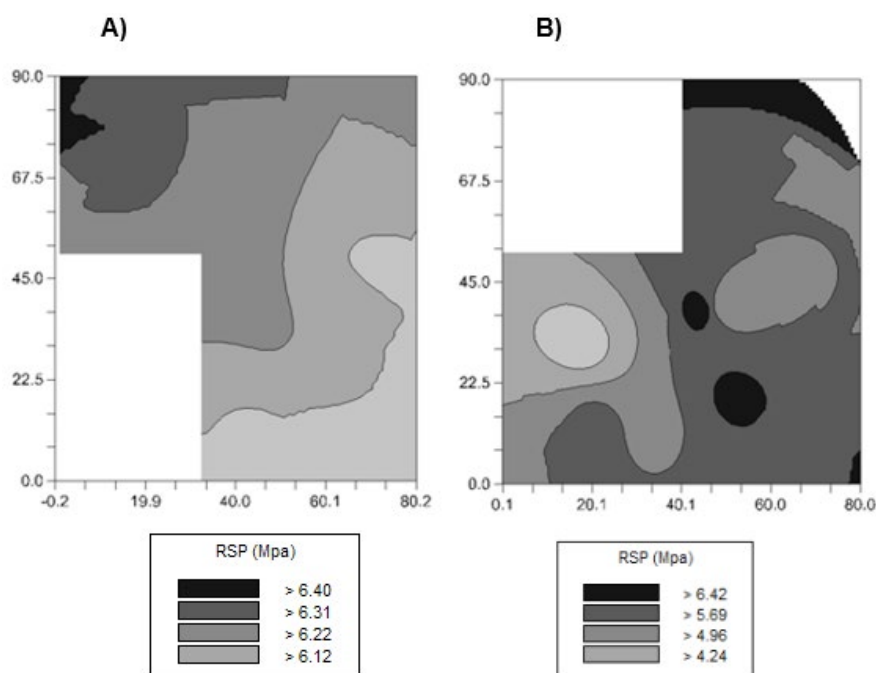


Figura 2. Mapas de krigagem para variável RSP: A) Plantio direto e B) Plantio convencional.

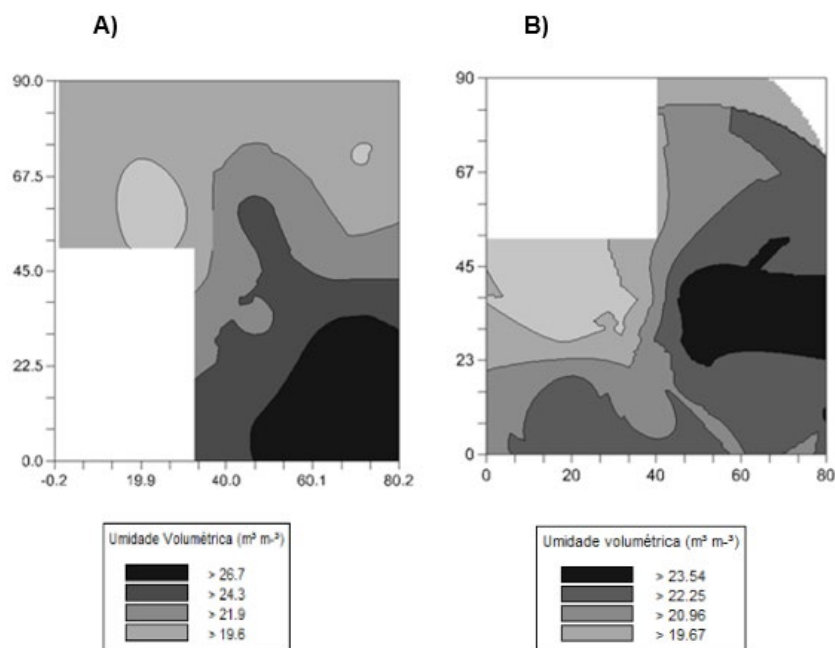


Figura 2. Mapas de krigagem para variável umidade: A) Plantio direto e B) Plantio convencional.

4. CONCLUSÕES

A áreas estudadas, independentemente do manejo, mostram tendências no aumento na resistência do solo à penetração.

O sistema de plantio direto favoreceu o aumento da umidade na camada de 0,20 m.

5. REFERÊNCIAS

ASABE (AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL

ENGINEERS), **Soil cone penetrometer**, St. Joseph: ASAE standard S313,3, p. 3, 2013.

CAMPOS, M.C. C.; SOARES, M. D. R.; AQUINO, R. E.; SANTOS, L.A. C.;

MANTOVANELLI, B. C. Distribuição espacial da resistência do solo à penetração e teor de água do solo em uma área de agrofloresta na região de Humaitá, AM.

Comunicata Scientiae, Bom Jesus, v. 5, n. 4, p. 509-517, 2014.

CORÁ, J. E.; ARAUJO, A.V; PEREIRA, G.; BERALDO, J.M.G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, p. 1013-1021, 2004.

Carneiro, M. A. C.; Souza, E. D. de; Reis, E. F. dos, Pereira, H. S.; Azevedo, W. R. de. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.147-157, 2009.

COSTA, A.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; SILVA, F.R. Propriedades físicas do solo em sistemas de manejo na integração agricultura-pecuária. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v.33, n.2, p. 235-244, 2009

Costa, E.L; SILVA, H. F; RIBEIRO, P. R de A. Matéria orgânica de solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânica- GO, v.9, n. 17, p. 1842-1860, 2013.

DE CARVALHO, Laércio Alves, et al. Resistência mecânica do solo à penetração (RMP) sob cultivo de cana-de-açúcar, no município de Rio Brillhante-MS. *Agrarian*, 2008, 1.2: 7-22.

LIMA, J.S.S.; OLIVEIRA, P.C.; OLIVEIRA, R.B.; XAVIER, A.C. Métodos geoestatísticos no estudo da resistência do solo à penetração em trilha de tráfego de tratores na colheita de madeira. **Revista Árvore**, v.32, n.5, p.931-938, 2008.

LIMA, J. S.S.; SOUZA, G. S.; SILVA, S. A. amostragem e variabilidade espacial de atributos químicos do solo em área de vegetação natural em regeneração. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 127-136, 2010.

Lima, R. P.; De León, M. J.; Da Silva, A. R. Compactação do solo de diferentes classes texturais em áreas de produção de cana-de-açúcar - *Revista Ceres*, Viçosa, v. 60, n.1, p. 016-020, jan/fev, 2013.

LOPES, E.S.; SAMPIETRO, J. A., LOMBARDI, K. C. DIAS, A. N. Avaliação da umidade na compactação do solo submetido ao tráfego de máquinas de colheita florestal. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.659-667, 2011.

MELLO, J. M. de ; BATISTA, J. L. F. ; RIBEIRO JÚNIOR, P. J. ; OLIVEIRA, M. S. de . Ajuste e seleção de modelos espaciais de semivariograma visando à estimativa volumétrica de *Eucalyptus grandis*. *Scientia Forestalis* (IPEF), v. 1, p. 25-37, 2006.

MERCANTE, E.; URIBE-OPAZO, M. A.; SOUZA, E. G. Variabilidade espacial e temporal da resistência mecânica do solo à penetração em áreas com e sem manejo químico localizado. **Bras. Ci. Solo**, v. 27, p. 1149-1159, 2013.

MÜLLER, M. W. MASCARENHAS, A. R. P.; SCCOTI, M. S. V.; MELO, R. F. L. O.; SOUZA, E. F. M.; ANDRADE, R. A.; BERGAMIN, A. C.; MÜLLER, M. W. Atributos físicos e estoques de carbono do solo sob diferentes usos da terra em Rondônia, Amazônia Sul-Occidental. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 89, p. 19-27, 2017.

Oliveira, I. A.; Campos, M. C. C.; Soares, M. D. R.; Aquino, R. E.; Marques Júnior, J.; Nascimento, E. P. Variabilidade espacial de atributos físicos em um cambissoloháplico, sob diferentes usos na região sul do Amazonas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 1103-1112, 2014.

REICHERT, J. M.; SUZUKI L. E. A. S.; REINERT, D.J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Revista Tópicos Ciência do Solo**, v. 5, p.49-134, 2007.

SAMPIETRO, J. A., LOMBARDI, K. C. DIAS, A. N. Avaliação da umidade na compactação do solo submetido ao tráfego de máquinas de colheita florestal. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.659-667, 2015.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. 353 p.

SILVEIRA, D. C.; MELO FILHO, J. F.; SACRAMENTO, J. A. A. S.; SILVEIRA, E. C. P. Relação umidade versus resistência à penetração para um Argissolo Amarelo distrocoeso no Recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 3, p. 659-667, 2010.

Tavares Filho, J., & Ribon, A. A. (2008). Resistência do solo à penetração em resposta ao número de amostras e tipo de amostragem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32(2), 487-494.

ZIMBACK, C. R. L. Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo. 2001. 114f. Tese (Livre-Docência em Levantamento do solo e Fotopedologia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

DETERMINAÇÃO DO FATOR LS ATRAVÉS DO GEOPROCESSAMENTO PARA A MICROBACIA DO RIO DA DONA – BAHIA



LAIANA DOS SANTOS TRINDADE

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

LUISE TORRES OLIVEIRA

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

JAMILE BRAZÃO LIMA SILVA

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

RAÍSSA HOMEM GONÇALVES

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

AVETE VIEIRA LIMA

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

ção (MDE) utilizado neste trabalho é derivado a missão SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), com 30m de resolução espacial. De posse do MDE foi possível obter o mapa de declividade utilizando o programa ArcGIS 10.2®. O mapa do fator LS, foi o resultado da multiplicação do fator L e S, com extensão Spatial Analyst – *Map Algebra*. A declividade foi dividida em cinco classes, e identificou-se que o relevo ondulado que predomina com 45,27% da área da bacia. O fator LS variou aproximadamente de 0,030 a 156,32 (valor adimensional), e o primeiro intervalo (0 – 5) compreendeu a maior parte da bacia com 99,77%. Podemos concluir que os valores de LS encontrados inferem uma baixa vulnerabilidade à erosão na bacia hidrográfica do Rio da Dona, devido ao seu relevo.

PALAVRAS-CHAVES: Relevo; Processos Erosivos; SIG.

RESUMO: O fator LS é a combinação do comprimento de rampa (L) e a declividade (S). A intensidade da erosão hídrica é afetada por esses fatores proporcionalmente ao aumento do comprimento de rampa e da declividade, em que aceleram o processo erosivo, pois aumenta o volume da água que escoar através de uma seção transversal à vertente. Esses fatores compreendem a modificação exercida pela ação erosiva da água das chuvas sobre os solos. Diante do exposto, o presente estudo teve por objetivo determinar o fator LS da Equação Universal de Perdas do Solo (EUPS) para a bacia hidrográfica do Rio da Dona. A bacia está situada na região econômica do Recôncavo Sul do Estado da Bahia com uma área aproximadamente de 668 km², possui vegetação de floresta ombrófila densa e está inserida no bioma Mata atlântica. O Modelo Digital de Eleva-

ABSTRACT: The LS factor is the combination of ramp length (L) and slope (S). The intensity of water erosion is affected by these factors in proportion to their increase in slope length and slope, which accelerate the erosion process, because of the volume of water raising that flows through a cross section to the slope. These factors include the modification exerted by the erosive action of rainwater on soils. In view of the foregoing, the present study aimed to determine the LS factor of the Universal Soil Loss Equation (USLE) for the Rio da Dona watershed. The basin is located in the economic region of Recôncavo Sul of the State of Bahia with an area of approximately 668 km², has dense ombrophilous forest vegetation inside of the Atlantic Forest bio-

me. The Digital Elevation Model used in this work is derived from the Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) mission, with 30m of spatial resolution. With the MDE it was possible to obtain the slope map using the program ArcGIS 10.2®. The LS factor map was the result of the multiplication of factor L and S, with Spatial Analyst - Map Algebra extension. The slope was divided into five classes, and it was identified that the undulating relief predominates with 45.27% of the basin area. The LS factor ranged from approximately 0.030 to 156.32 (dimensionless value), and the first interval (0 - 5) comprised most of the basin with 99.77%. We can conclude that the values of SL found infer a low vulnerability to erosion in the river basin of the Dona River, due to its relief.

KEYWORDS: Relief; Erosive Processes; SIG.

1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é considerada como uma área de superfície que é definida topograficamente. Chamada também de Bacia de drenagem, pois é um local que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos num determinado ponto de canal fluvial para uma saída em comum (COELHO NETO, 2001). A partir dos padrões que tem rede de drenagem, as relações espaciais desses canais podem ser utilizadas como pontos que identificam as áreas mais propícias à erosão hídrica, que aceleraram os processos de intemperismo, pois vão funcionar como via de percolação da água (NASCIMENTO; GARCIA, 2005).

Considerada como um dos grandes problemas que afligem os solos brasileiros, a erosão é um processo que degrada o solo, oriundo de fatores climáticos, como o vento, água e também por fatores antrópicos. Existem dois tipos de erosão: a erosão acelerada, que consiste nas práticas que expõem os solos aos impactos dos agentes erosivos pela ação antrópica, que faz com que o processo de erosão seja acelerado; e a erosão geológica que é oriunda de processos naturais, atuando com o desprendimento e arraste de partículas de forma benéfica para formação dos solos. (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005; PRUSKI, 2009).

Os agentes causadores da erosão do solo podem ser classificados como eólica ou hídrica, sendo que a hídrica no Brasil é mais importante. Com o escoamento superficial das partículas do solo, os nutrientes, matéria orgânica, defensivos agrícolas e sementes são acarretados e trazem prejuízos como: assoreamento, empobrecimento gradativo dos solos e poluição de mananciais. Sendo assim, a erosão hídrica tem sido a que mais acarreta perdas na produtividade de solos agrícolas, podendo até resultar no abandono dessas terras (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990).

Devido aos complexos, processos que se relacionam com os processos erosivos foram adotados diversas propostas que visam encontrar uma modelagem que se adeque, gerando assim uma matemática das perdas de solo por erosão hídrica. Dentre as variáveis utilizadas pelo modelo USLE, estão o fator LS, representado como o comprimento de rampa (fator L) e declividade (fator S) que afetam intensamente a erosão hídrica (BESKOW et al. 2009). Para trabalhos em bacias hidrográficas é um fator de difícil obtenção e são viabilizados pela aquisição de softwares que façam seu cálculo (SILVA et al., 2005).

Diante do exposto, o presente estudo teve por objetivo determinar o fator LS da Equação Universal de Perdas do Solo (EUPS) para a microbacia hidrográfica do Rio da Dona.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A microbacia hidrográfica do Rio da Dona está situada no Recôncavo Sul da Bahia (Figura 1). Abrange uma área de 668 km², e compreende parte dos municípios de Aratuípe, Castro Alves, Conceição do Almeida, Jaguaripe, Laje, Santo Antônio de Jesus, São Miguel das Matas e Varzedo. A microbacia apresenta uma diversidade de aspectos ambientais, econômicos, culturais e sociais no entorno das margens do seu curso.

A vegetação nativa inclui a Região de Floresta Ombrófila Densa, e está inserido no bioma Mata Atlântica. As principais classes de solos são ESPODOSSOLOS FERRI-HUMILÚVICOS Hidromórficos, LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos, LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos, ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos e PLANOSSOLOS Eutróficos (EMBRAPA, 2011). De acordo com a classificação de Köppen, a bacia apresenta uma diversidade climática: Aw (tropical subúmido com chuvas de verão), Af (tropical chuvoso de floresta sem estação seca), Am (tropical chuvoso de floresta) e As (tropical chuvoso de floresta com curto período seco no verão). A precipitação anual varia entre 897 mm e 1809 mm. Os usos das terras se destacam pelo predomínio de pastagem (66,68%), mata atlântica (20,18%), Solo exposto (7,35%), agricultura (5,51%) enquanto 0,28% é coberto por corpos d'água (TRINDADE, 2018).

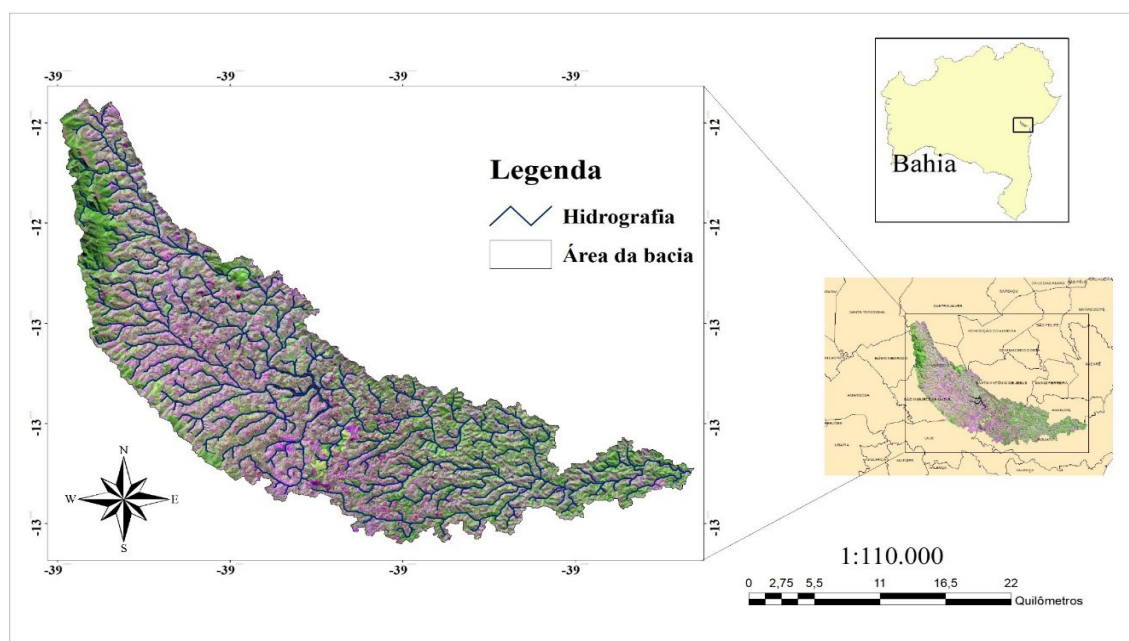


Figura 1. Mapa de Localização da Microbacia do Rio da Dona Bahia.

2.2 Bases cartográficas

Utilizou-se o programa ArcGIS 10.2® da categoria SIG para processamento dos dados, sendo: 1 – delimitação da área de estudo; 2 – representação do relevo por Modelo Digital de Elevação (MDE) e declividade; e 3- determinação do fator LS (Figura 2).

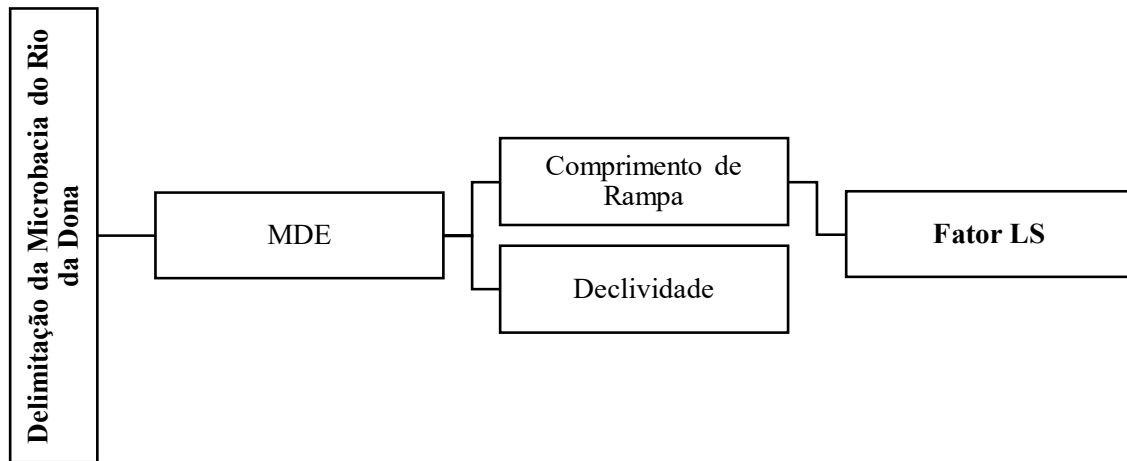


Figura 2. Fluxograma das principais atividades desenvolvidas.

Foram obtidos dados *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), que são imagens de resolução espacial de 30 m, obtidas através do site *United States Geological Survey* (USGS, 2019). De posse desses dados, foi gerado o Modelo Digital de Elevação (MDE) e a delimitação da bacia. A metodologia utilizada para delimitação da microbacia foi composta das seguintes etapas: preenchimento de depressões, direção de fluxo, fluxo acumulado, ordem de curso d'água e delimitação de bacias.

2.3 Determinação do Fator LS

O MDE utilizado neste trabalho é de origem da missão SRTM, descrito anteriormente. Assim foi possível obter o mapa de declividade utilizando o *software* ArcGIS 10.2®. Para obter o mapa do fator LS, primeiramente foi calculado o L, através da equação proposta por Desmet e Govers (1996) (Equação 1), no qual estes desenvolveram a equação baseada na metodologia proposta por Foster e Wischmeier (1974), em que consideram o fluxo acumulado como estimativa do comprimento de rampa.

$$L_{ij} = \frac{[(A_{ij-in} + D^2)^{m+1} - (A_{ij-in})^{m+1}]}{[D^{m+2} * X_{ij}^m (22,13)^m]} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

L_{ij} = Comprimento de rampa;

A_{ij} = Área de contribuição da célula com coordenada (i, j) em m²;

D = Tamanho da célula (m);

m = Expoente da função da declividade da célula com a coordenada (i, j);

X = Coeficiente da função do aspecto da direção da quadrícula da célula com coordenadas (i, j).

Para o cálculo da constante “m” empregou a metodologia de Foster *et al* (1977), através da equação:

$$m = \frac{\beta}{(1 + \beta)}$$

Equação 2

Onde:

β = Razão entre a erosão por sulco e a erosão entre sulcos.

Para o cálculo da constante “ β ” foi utilizada a equação proposta por McCool *et al* (1989), que computou os valores para as condições em que o solo é moderadamente susceptível tanto para erosão entre sulcos quanto em sulcos.

$$\beta = \frac{(\text{sen}\theta/0,0896)}{[3 * (\text{sen}\theta)^{0,8} + 0,56]}$$

Equação 3

Onde:

θ = Declividade da encosta, em graus.

A partir da metodologia proposta por McCool *et al* (1997) foi determinado o fator S, através das equações 4 e 5.

$$S = 10,8 \text{ sen}\theta + 0,03 \text{ para } \tan \theta < 0,09$$

Equação 4

$$S = 16,8 \text{ sen}\theta - 0,50 \text{ para } \tan \theta \geq 0,09$$

Equação 5

Finalmente, o Fator LS (fator topográfico), foi obtido pela multiplicação do comprimento de rampa (L) e declividade (S). Todos os fatores foram obtidos com o auxílio do *software* ArcGIS 10.2®, com a extensão *Spatial Analyst – Map Algebra*.

3. RESULTADOS

O Modelo Digital de Elevação (Figura 3) mostra as feições geomorfológicas que caracterizam o relevo da microbacia do Rio da Dona, que possui uma máxima de 823 metros de altitude.

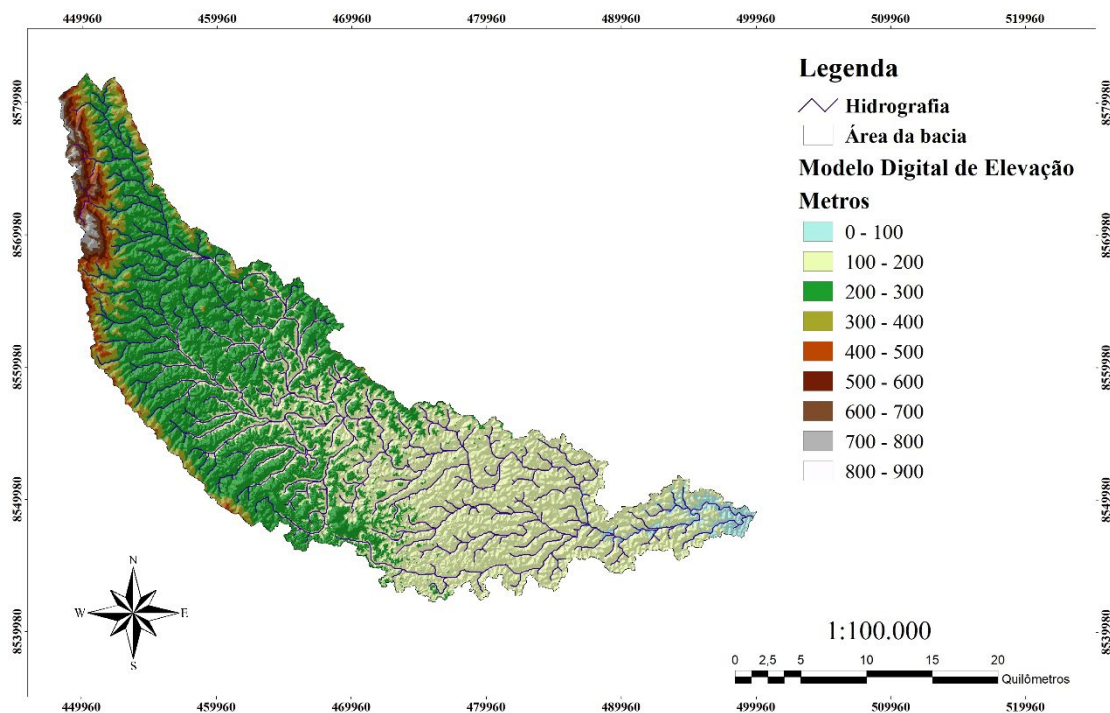


Figura 3. Mapa do Modelo Digital de Elevação da Microbacia do Rio da Dona – BA.

A declividade (Tabela 1 e Figura 4), foi dividida em cinco classes como proposto por Ruthes *et al* (2012). Observou-se a predominância do relevo ondulado com 45,27% da área da microbacia, seguido do tipo suave ondulado (30,30%), as áreas planas com 19,03% e 5,40% compondo as áreas de relevo de forte ondulado a montanhoso. De acordo com o relevo de predominância da microbacia (relevo ondulado), caracteriza que escoamento superficial se dá de forma rápida, e consequentemente exercendo uma influência na ação erosiva.

Tabela 1. Classes de declividade proporcional à área total da microbacia em estudo.

Declividade	Área (ha)	Área (%)	Classificação
0 – 3	12.334,05	19,03	Plano
3 – 8	19.642,23	30,30	Suave Ondulado
8 – 20	29.349,00	45,27	Ondulado
20 – 45	3.490,29	5,38	Forte Ondulado
45 – 75	10,17	0,02	Montanhoso

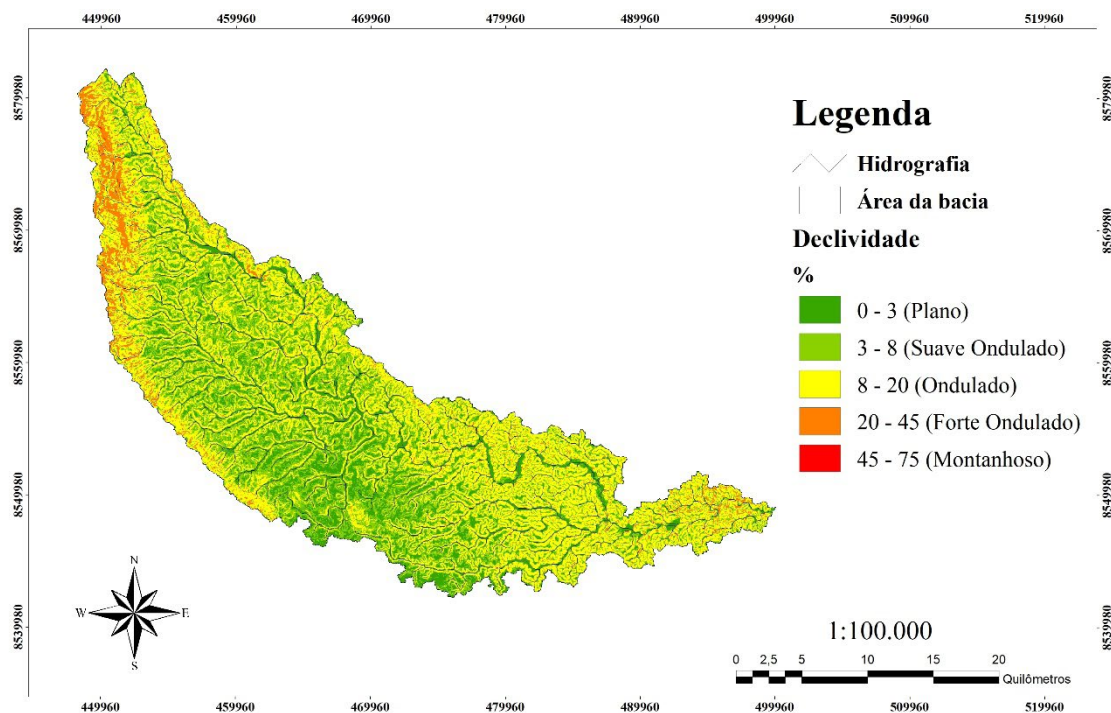


Figura 4. Mapa de Declividade da Microbacia do Rio da Dona – BA.

O fator LS (Figura 6) variou aproximadamente de 0,030 a 156,32 (valor adimensional). Conforme disposto na Tabela 2 o primeiro intervalo (0 – 5) predominou-se na maior parte da bacia com 99,77%, que segundo Beskow *et al* (2009), o fator LS até 5 compreende uma moderada vulnerabilidade à erosão, enquanto os índices acima de 10 são caracterizados como uma elevada vulnerabilidade à erosão. Os índices maiores que 10 encontram-se no alto curso da microbacia onde a declividade também é maior.

De acordo com a predominância dos valores do Fator LS abaixo de 5, a microbacia do Rio da Dona apresenta uma baixa susceptibilidade à erosão.

Tabela 2. Classes do Fator LS proporcional à área total da microbacia em estudo.

Intervalo	Área (ha)	Área (%)
0 – 5	64.674,63	99,767
5 – 10	104,67	0,161
10 – 50	42,57	0,066
50 – 100	3,15	0,005
>100	0,72	0,001

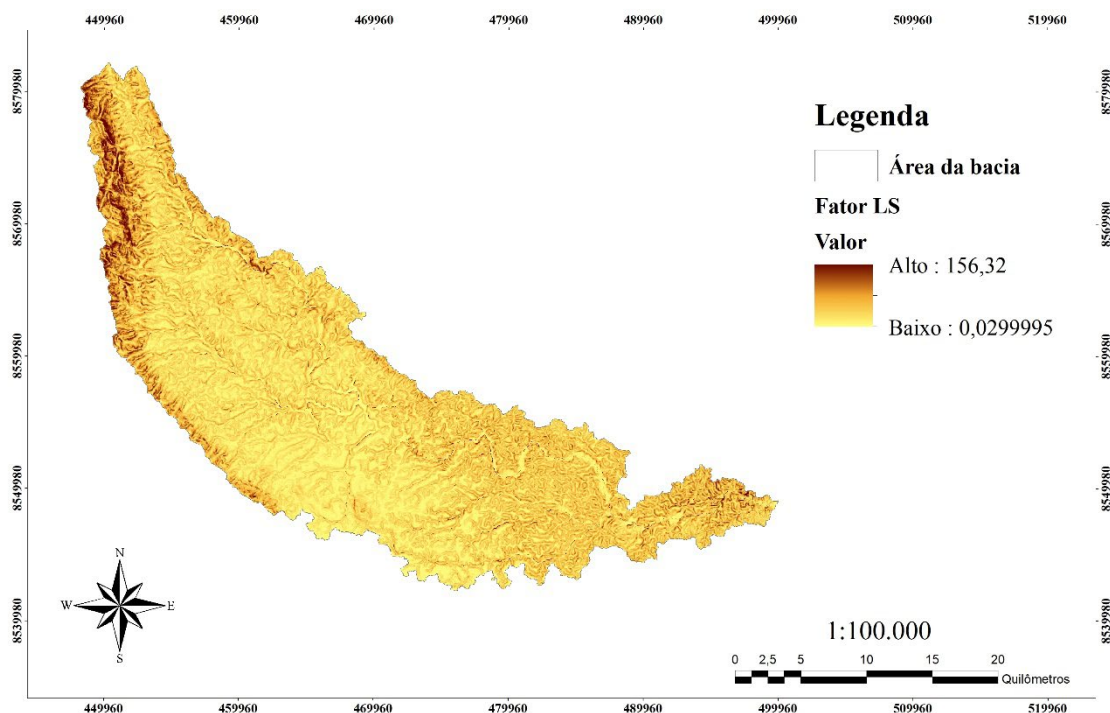


Figura 5. Mapa do Fator Ls da Microbacia do Rio da Dona – BA.

4. CONCLUSÃO

A microbacia do Rio da Dona apresentou uma predominância de relevo ondulado, o que promove maior escoamento superficial e, conseqüentemente, influencia na ação erosiva.

O Fator LS predominante é abaixo de 5 o que caracteriza a microbacia com uma baixa vulnerabilidade à erosão.

A declividade conjuntamente com o Fator LS são relevantes para o planejamento e cumprimento da legislação, visto que tornam mais eficientes as formas de intervenções antrópicas.

5. REFERÊNCIAS

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 5ª ed. São Paulo: Ícone, 2005.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, R. **Conservação do Solo**. São Paulo. Ícone, 1990.
- BESKOW, S.; MELLO, C. R.; NORTON, L. D.; CURI, N.; VIOLA, M. R.; AVANZI, J. C. Soil erosion prediction in the Grande River Basin, Brazil using distributed modeling. **Catena**, 2009.
- COELHO NETO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia uma base de atualização e conceitos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. cap. 3, p. 93-148.
- DESMET, P. J. J.; GOVERS, G. A. GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. **Journal of Soil and Water Conservation**, 1996.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada. Humberto Gonçalves dos Santos et al. Dados eletrônicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.
- FOSTER, G. R.; MEYER, L. D.; ONSTAD, C.A. A runoff erosivity factor and variable slope length exponents for soil loss estimates. **Trans. ASAE**, 1977.
- FOSTER, G. R.; WISCHMEIER, W. H. Evaluating irregular slopes for soils loss prediction. **Transactions of the ASAE**, 1974.
- McCOOL, D. K.; FOSTER, G. R.; MUTCHLER, C. K; MEYER, L. D. Revised slope length factor for the universal soil loss equation. **Trans. ASAE**, 1989.
- McCOOL, D. K.; FOSTER, G. R.; WEESIES, G. A. Slope length and steepness factor. In: **Predicting soil erosion by water - A guide to conservation planning with Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)**. Washington, US Gov. Print Office, 1997.
- NASCIMENTO, P. S. R.; GARCIA, G. J. Compartimentação fisiográfica para análise ambiental do potencial erosivo a partir das propriedades da rede de drenagem. Engenharia Agrícola, **Jaboticabal**, v. 25, n. 1, jan./abr. 2005.
- PRUSKI, F. F. Prejuízos decorrentes da erosão hídrica e tolerância de perdas se solo. In: PRUSKI, F. F. **Conservação do solo e da água**. Viçosa: Ed. UFV, 2009.
- RUTHES, J. M.; TOMAZONI, J. C.; GUIMARÃES, E.; GOMES, T. C. Uso de Sistema de Informação Geográfica na Determinação do Fator Topográfico da Bacia do Rio Catorze, Sudoeste do PR. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 2012.
- SILVA, A. M.; ALVARES, C. A. Levantamento de informações e estruturação de um banco dados sobre a erodibilidade de classes de solos no estado de São Paulo. **Geociências**, v. 24, n.1, 2005.
- TRINDADE, L. S. **Estimativa de perda de solos na bacia hidrográfica do Rio da Dona – BA**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.
- U.S.G.S. UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Disponível em: < <https://earthexplorer.usgs.gov/>.html>. Acesso em: 01 abril 2019.

MAPEAMENTO DA DINÂMICA DO USO DAS TERRAS DA BACIA DO RIO JAGUARIPE – BA



JAMILE BRAZÃO LIMA SILVA

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

LAIANA DOS SANTOS TRINDADE

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

LUISE TORRES OLIVEIRA

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

RAÍSSA HOMEM GONÇALVES

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

JULIANA DE SOUZA PEREIRA

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

LUCAS DE SOUZA ALVES

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

AVETE VIEIRA LIMA

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(UFRB)

RESUMO: O uso da terra na área da Bacia Hidrográfica determina o estado de conservação dos recursos hídricos ao atuar com um fator modificador da paisagem. As tecnologias de geoprocessamento são recursos utilizados para o planejamento de proteção e conservação ambiental. O estudo realizado na bacia do Rio Jaguaripe, Bacia Hidrográfica do Recôncavo Sul, se propôs a analisar o uso e a cobertura do solo por um período de 20 anos. Utilizou-se imagens com 30 m de resolução do SRTM para delimitação da bacia

através do *software* ArcGis 10.2® (ESRI, 2019) e para a comparação, imagens do Satélite Landsat 5 e 8 sensor TM (*Thematic Mapper*) dos anos de 1996 e 2016 com a acurácia dos mapas verificada através do índice Kappa. Os mapas desenvolvidos tiveram resultados excelentes com índice Kappa de 0,85. Para o uso e cobertura da terra tem-se o solo exposto como classe predominante com 43,42% em 1996 e 33,47% em 2016, com redução da área de Mata Atlântica de 12,72% para 8,49%, aumento da atividade agrícola de 4,14% para 32,93%, redução dos corpos d'água de 4,49% para 2,69 e diminuição da pastagem de 35,23% para 22,41%. Pode-se inferir dos resultados um desmatamento em função das atividades agrícolas o que reitera o uso das tecnologias para estudo e planejamento ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Uso e cobertura do solo; Análise temporal; Geotecnologia.

ABSTRACT: The land use in the watershed area determines the conservation status of water resources by acting as a landscape modifying factor. Geoprocessing technologies are tools used for environmental protection and conservation planning. The study conducted in the Jaguaripe River basin, Recôncavo Sul Watershed, proposed to analyze land use and land cover for a period of 20 years. Images with 30 m resolution from SRTM were used for watershed delimitation using the ArcGis 10.2® software (ESRI, 2019) and for comparison Landsat 5 and 8 sensor TM (*Thematic Mapper*) satellite images from 1996 and 2016 with the accuracy of the maps verified through the Kappa index. The developed maps had excellent results with Kappa index of 0.85;

for land use and cover, the predominant class is exposed soil with 43.42% in 1996 and 33.47% in 2016, reduction for the Atlantic Forest area from 12.72% to 8.49%, improvement of agriculture from 4.14% to 32.93%, reduction of water bodies from 4.49% to 2.69 and reduction of pasture from 35.23% to 22.41%, under the above can be inferred from the results deforestation due to agricultural activities, which reiterates the use of technologies for environmental study and planning.

KEYWORDS: Land use and cover; Temporal analysis; Geotechnology.

1. INTRODUÇÃO

O uso da terra é um fator modificador da paisagem, assim como o clima, geologia e geomorfologia, hidrologia, solo, vegetação, fauna, estrutura da paisagem e tempo que constituem os fatores para uma complexa função que segundo Múcher et al. (2010) determina as mudanças ocorridas nos ambientes naturais.

Sendo a Bacia hidrográfica um sistema que se organiza com o escoamento do fluxo hídrico (RODRIGUEZ; SILVA, 2013), o uso e manejo do solo nesta área determinam o estado de conservação dos recursos hídricos. O advento das tecnologias de geoprocessamento torna possível o seu estudo e gestão em concordância com a Política Nacional de Recursos Hídricos, além de proporcionar ferramentas para planejamento de proteção e conservação ambiental (TUNDISI, 2003).

A utilização das tecnologias de geoprocessamento, a cartografia computadorizada, a utilização de softwares e de hardwares, os diferenciados usos do sensoriamento remoto e a ajuda dos SIGs (Sistemas de Informação Geográfica) são um apoio fundamental para o estudo de mapeamento geomorfológico (ARGENTO, 2001).

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo analisar a dinâmica do uso das terras da Bacia do Rio Jaguaripe em um período de 20 anos, no mês de Junho dos anos de 1996 e 2016.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A bacia do Rio Jaguaripe está situada na Bacia Hidrográfica do Recôncavo Sul (Figura 1). Abrange uma área de 2.037 km² e possui uma extensão aproximada de 107 km. O rio Jaguaripe nasce no município de Castro Alves e desagua na ilha de Itaparica, sendo sua foz o limite sul da Baía de Todos os Santos.

De acordo com Souza (2016), o clima da bacia é tropical chuvoso, com um breve período de estiagem. A precipitação máxima chega a superar 2.000 mm, sendo que a média regional é de 1.400 mm. Possui uma distribuição mensal de chuvas bastante regular ao longo do ano. A temperatura média é de 22 °C.

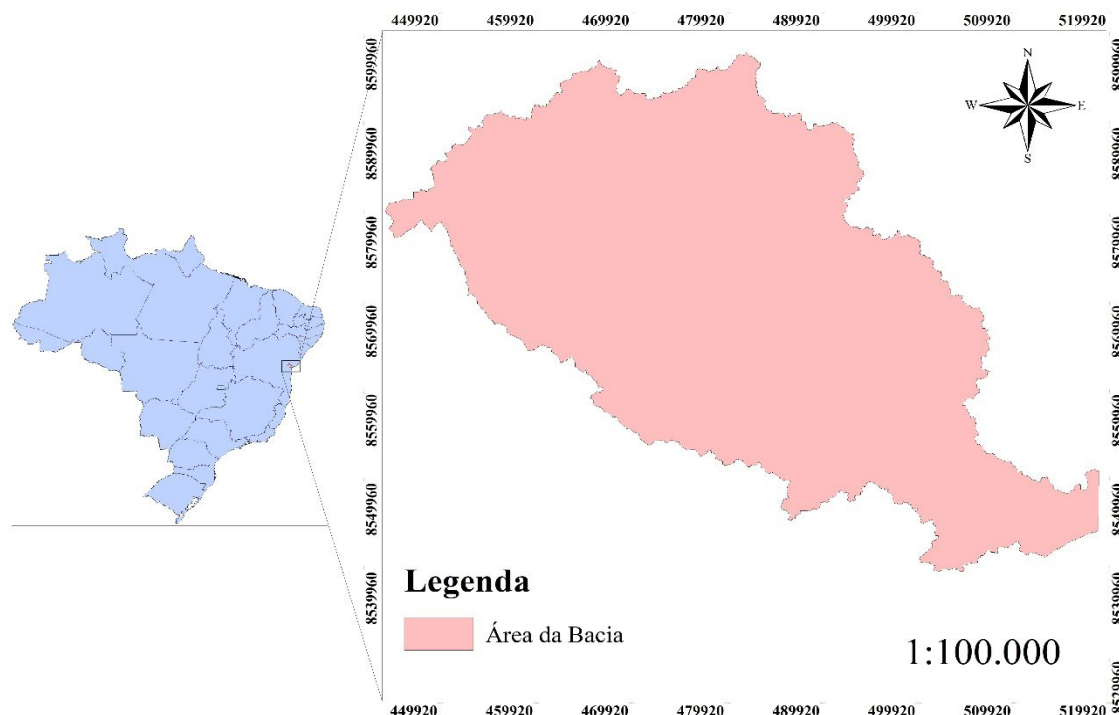


Figura 1. Mapa da Localização da Bacia do Rio Jaguaripe – BA.

2.2 Delimitação da bacia

Foram obtidos dados *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), que são imagens de resolução espacial de 30 m, obtidas através do site *United States Geological Survey* (USGS, 2019), com informações originais disponível para a América do Sul, referente a banda c e resolução espacial de 1 arc-segundo. O processo de delimitação da bacia foi desenvolvido no *software* ArcGis 10.2® (ESRI, 2019), juntamente com as extensões (ferramentas) *Hydrology Modeling* e *Spatial Analyst*. A metodologia utilizada para delimitação da bacia foi composta das seguintes etapas: *Fill* (preenchimento de depressões), *Flow Direction* (direção de fluxo), *Flow Accumulation* (fluxo acumulado), *Stream Order* (ordem de curso d'água) e *Watershed* (vertente) e pôr fim a delimitação de bacia.

2.3 Processamento das imagens

Para a realização do estudo da dinâmica do uso das terras da bacia do Rio Jaguaripe, foram obtidas imagens do Satélite Landsat 5 e 8 sensor TM (*Thematic Mapper*), dos anos de 1996 e 2016, no formato GEOTIFF. As imagens foram obtidas no site USGS – *Science for changing world* (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). As imagens foram interpretadas usando uma composição de bandas 3, 4 e 5 (vermelho, azul e verde). Foi realizado uma classificação supervisionada em classes baseadas nas respostas espectrais selecionadas e fornecidas ao sistema pelo usuário. As imagens do Landsat foram classificadas em cinco classes de uso da terra, descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Classes de uso da terra.

Código da classe	Classe de uso da terra
1	Mata Atlântica
2	Agricultura
3	Solo Exposto
4	Pastagem
5	Corpos d' água

Para avaliação da acurácia dos mapas gerados pelo método utilizado, foi realizada análise estatística através do índice Kappa, para avaliar a acurácia dos mapas gerados. O índice Kappa varia de 0 a 1, e quanto mais próximo de 1 melhor a exatidão (Tabela 2).

Tabela 2. Qualidade de classificação associadas nos valores da estatística de Kappa.

Kappa (K)	Qualidade
$K - 0,2$	Ruim
$0,2 < K - 0,4$	Razoável
$0,4 < K - 0,6$	Bom
$0,6 < K - 0,8$	Muito bom
$K > 0,8$	Excelente

3. RESULTADOS

Na tabela 3 são apresentados os valores encontrados para cada classe de cobertura do solo para a Bacia do Rio Jaguaripe - BA, em um período de 20 anos, compreendido entre os anos de 1996 e 2016. A classe que obteve maior representatividade na área da Bacia foi o solo exposto com valores de 43,42% e 33,47% nos anos de 1996 e 2016, respectivamente.

Tabela 3. Distribuição das classes de uso e cobertura do solo na Bacia do Rio Jaguaripe em um período de 20 anos.

Classes	1996	2016
-	%	%
Mata Atlântica	12,72	8,49
Agricultura	4,14	32,93
Solo Exposto	43,42	33,47
Pastagem	35,23	22,41
Corpos d'água	4,49	2,69

Houve um decréscimo no que se refere a Mata Atlântica visto que no ano de 1996 a classe apresentava 12,72% da área e no ano de 2016 obteve uma redução para 8,49% e um aumento brusco na agricultura que passou de 4,14% no ano de 1996 para 32,93% em 2016. Este acréscimo pode ser consequência de um possível desmatamento na área para compor essa classe viabilizando as atividades agrícolas. Também foi possível visualizar uma redução na área de pastagem e dos corpos d'água que tiveram uma queda de aproximadamente 2% na área podendo ser reflexo do desmatamento indiscriminado das matas ciliares do Rio.

No geral, o índice Kappa das imagens classificadas através da metodologia utilizada apresentaram acurácia de 0,85, valor que é considerado como excelente.

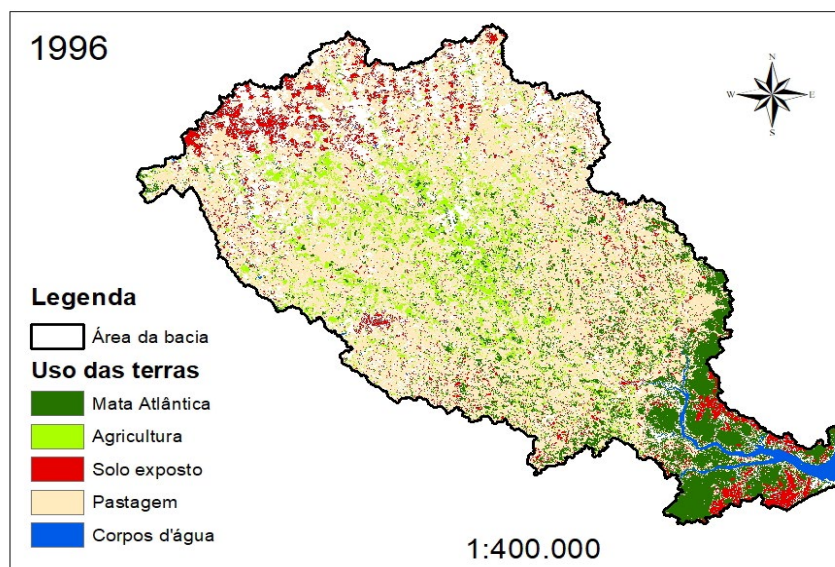


Figura 2. Distribuição espacial das classes de cobertura do solo da Bacia do Rio Jaguaripe – BA em 1996.

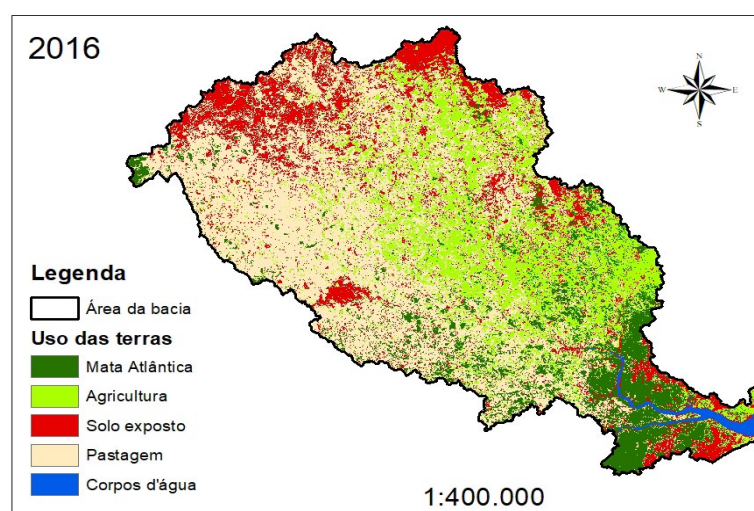


Figura 3. Distribuição espacial das classes de cobertura do solo da Bacia do Rio Jaguaripe – BA em 2016.

4. CONCLUSÃO

Diante dos resultados encontrados é possível afirmar que a metodologia proposta foi capaz de analisar o uso e cobertura do solo da Bacia nesses 20 anos, evidenciando assim a importância do uso das geotecnologias para monitoramento da dinâmica do uso das terras para que quando necessário sejam aplicadas ações mitigatórias em prol do uso correto do solo e da conservação dos recursos hídricos.

5. REFERÊNCIAS

- ARGENTO, Mauro Sérgio Fernandes. Mapeamento Geomorfológico. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Org.). Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. Cap. 9, p. 365-390.
- ESRI. **Arquitetura do ArcGis®** 10.2. Disponível em: <http://www.esri.com>. Acesso em: 01 abril 2019.
- MUCHER, C. A.; KLIJN, J. A.; WASCHER, D. M.; SCHAMNÉE, J. H. J. A new european landscape classification (LANMAP): a transparent, flexible and user-oriented methodology to distinguish landscapes. **Ecol. Indic.** 10(1), 87-103. 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.03.018>
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. **Planejamento e Gestão ambiental: Subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica**. Fortaleza: Edições UFC, 2013.
- SOUZA, A. T. **Uso de imagem de satélite para determinar extensão da zona de mistura estuarina no estado da Bahia, Brasil**. 2016. TCC (Graduação) - Curso de Oceanografia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.
- TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Paulo: RiMa, Ite, 2003.
- U.S.G.S. UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Disponível em: < <https://earthexplorer.usgs.gov/>.html>. Acesso em: 01 abril 2019.

RISCOS DE INCÊNDIO FLORESTAL NOS MUNICÍPIOS DE ALFREDO CHAVES, ECOPORANGA E PRESIDENTE KENNEDY (ES) POR DOIS MÉTODOS, EM COMPARAÇÃO COM OS ÍNDICES DE VEGETAÇÃO NATIVA



CAIO HENRIQUE UNGARATO FIORESE

Centro Universitário São Camilo

ISABEL SILVA MACHADO

Centro Universitário São Camilo

PAULA VALADÃO CAETANO

Centro Universitário São Camilo

RAYANNE ABREU ESTEFANATO

Centro Universitário São Camilo

HERBERT TORRES

Centro Universitário São Camilo

GILSON SILVA-FILHO

Centro Universitário São Camilo

RESUMO: As consequências dos incêndios florestais são severas, comprometendo a presença de áreas de fragmento florestal de determinado local. Diante da relevância da temática, o objetivo do trabalho foi estimar os índices de risco de incêndio florestal municípios de Alfredo Chaves, Ecoporanga e Presidente Kennedy (ES) e comparar com a existência de fragmentos florestais, como forma de subsidiar melhorias locais e sugestões para futuros estudos. Foram considerados dois métodos de estimativa: Fórmula de Monte Alegre e a Fórmula de Monte Alegre Alterada. Junto ao Instituto Nacional de Meteorologia, foram coletadas: umidade do ar e velocidade do vento (às 13:00 horas, diariamente) e pluviosidade. As informações foram manuseadas no Excel, considerando os dois métodos de estimativa e suas diretrizes. No Atlas da Mata Atlântica do Estado do Espírito Santo, foram coletados percentuais de floresta nativa para cada município para comparar com os índices estimados. Em Alfredo

Chaves, todos os dias de setembro a outubro foram classificados de alto a muito alto risco. Mais de 65% dos dias tiveram alto e muito alto risco em Ecoporanga. Em Presidente Kennedy, os meses de janeiro, fevereiro, julho, agosto, setembro e outubro apresentaram maior número de dias com risco elevado. Entre os municípios, Alfredo Chaves é o que possui os índices mais satisfatórios e as maiores áreas de floresta e Ecoporanga apresenta maior número de dias com risco elevado e menores áreas florestais. Há necessidade de ações que visem à minimização dos incêndios florestais, com vistas a preservar as florestas existentes. Para futuros estudos, é sugerida a elaboração de projetos de combate aos incêndios florestais na área.

PALAVRAS-CHAVE: Elementos climatológicos; Fragmentos florestais; Monitoramento ambiental; Risco de Incêndio.

ABSTRACT: The consequences of forest fires are severe, compromising the presence of forest fragment areas in a given location. Given the relevance of the theme, the objective of this work was to estimate the forest fire risk indices of Alfredo Chaves, Ecoporanga and Presidente Kennedy (ES) municipalities and compare with the existence of forest fragments, as a way to support local improvements and suggestions for future ones. studies. Two estimation methods were considered: Monte Alegre Formula and Monte Alegre Altered Formula. Next to the National Institute of Meteorology, were collected: air humidity and wind speed (at 13:00 hours, daily) and rainfall. The information was handled in Excel, considering both estimation methods and their guidelines.

In the Atlantic Forest Atlas of Espírito Santo State, native forest percentages were collected for each municipality to compare with the estimated indexes. In Alfredo Chaves, every day from September to October were rated from high to very high risk. More than 65% of the days were high and very high risk in Ecoporanga. In President Kennedy, January, February, July, August, September and October had the highest number of days with high risk. Among the municipalities, Alfredo Chaves has the most satisfactory rates and the largest forest areas and Ecoporanga has the highest number of days with high risk and smaller forest areas. There is a need for actions aimed at minimizing forest fires with a view to preserving existing forests. For future studies, the elaboration of projects to combat forest fires in the area is suggested.

KEYWORDS: Climatic elements; Forest fragments. Environmental monitoring; Fire risk.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, especialmente a partir da década de setenta do século passado, aumentou significativamente a frequência das ocorrências de incêndio florestal, e verificou-se um acréscimo apreciável das áreas com tais registros (FELGUEIRAS, 2005). Todos os anos, os incêndios florestais atingem vários países no mundo. Eles ocorrem principalmente no período de estiagem quando as temperaturas estão mais elevadas e a umidade relativa do ar encontra-se baixa (OLIVEIRA, 2017).

Ramos (1995) afirma que um incêndio florestal é todo o fogo que incide sobre qualquer forma de vegetação, podendo ser provocado pelo homem (intencional ou negligência) ou por fonte natural. O fato de áreas susceptíveis ainda não terem sido queimadas, não as tornam imunes à ocorrência de incêndio. Caso ocorra uma fonte de ignição em condições meteorológicas favoráveis, o fogo irá se propagar, resultando em um incêndio florestal (WHITE; WHITE; RIBEIRO, 2016).

As causas de um incêndio florestal podem ter origens naturais, como raios, vulcões e meteoritos, mas em sua maioria eles são originados por efeitos antrópicos, por negligência, acidental ou intencionalmente (ALVAREZ et al., 2014). De acordo com Lima (2017), o processo de antropização e a intensa ocupação humana, juntamente com as condições climáticas em períodos secos, são fatores que facilitam a propagação de incêndios florestais.

Na agricultura, o fogo, por exemplo, é utilizado pelos agricultores por ser considerado um meio prático para diversas finalidades, como limpar o terreno a fim de eliminar restos vegetais; favorecer a disponibilidade de nutrientes ao solo e, com isso, aumentar sua capacidade produtiva; reduzir a incidência de pragas e doenças e reduzir gastos com mão-de-obra e produção (RIBEIRO, 2004). Quando um pequeno foco não é controlado imediatamente, o incêndio é estabelecido e seu combate é dificultado por vários fatores, como tamanho do fragmento, falta de recursos próprios de combate, demora em detecção, falta de acessos adequados, dentre outros. Apesar dos avanços tecnológicos dos recursos voltados para o combate aos incêndios, a maior eficiência destes depende de um planejamento estratégico para aplicá-los (SILVEIRA et al., 2013).

As queimadas, aliadas aos incêndios florestais, originados tanto por fenômenos naturais quanto pelo próprio homem, podem provocar não somente impacto no meio ambiente, como também a destruição de benfeitorias, o desligamento de linhas de transmissão de energia elétrica, o comprometimento do transporte aéreo e rodoviário e, ainda, ameaçam a saúde e a própria vida das

populações das áreas atingidas (RAMOS, 1995). De acordo com Martins (2010), ao nível ambiental, as principais consequências são: aumento das emissões de gases nocivos; e da erosão (provocando deslizamentos de terras devido à destruição da camada superficial vegetativa); maior susceptibilidade das áreas onde se verificaram incêndios e a destruição da fauna e flora.

Um dos principais agentes de degradação de fragmentos florestais são os incêndios, tanto pela destruição direta das áreas afetadas, como também pelo efeito causado por focos pequenos que ocorrem nas bordas do fragmento, alterando significativamente a sua dinâmica (VETTORAZZI; FERRAZ, 1998). A manutenção da biodiversidade é um dos aspectos mais importantes das áreas protegidas naturais, e neste contexto, os incêndios florestais têm um efeito muito negativo nos ecossistemas em que sua ocorrência não é natural. A perda de habitats e a consequente diminuição da diversidade da flora e fauna podem ser devastadoras (OMENA et al., 2016).

Diante desse contexto, a alternativa utilizada por agentes de proteção dos recursos naturais é a adoção de técnicas e medidas de prevenção contra eventos que ocorram naturalmente ou por ações antrópicas e que necessitem de políticas específicas e adequadas para o planejamento de distribuição dos recursos (SOUZA; CASAVECCHIA; STANGERLIN, 2012). Uma dessas alternativas é o chamado índice de perigo de incêndio que, de acordo com Soares (1998), constitui-se como uma importante ferramenta para auxiliar no planejamento e supervisão das atividades de controle de incêndios florestais.

Segundo Nunes (2005), outras utilidades dos índices de perigo ou risco de incêndio florestal são: estabelecimento de zonas de risco, definição da estação de incêndios, permissão para queimadas controladas em períodos menos perigosos, previsão do comportamento do fogo, entre outras. Considerando a relevância da temática, o objetivo deste estudo foi estimar os índices de risco de incêndio florestal em três municípios do estado do Espírito Santo por meio de dois métodos, bem como comparar com a existência de fragmentos florestais e propor sugestões quanto à minimização das consequências dos incêndios para as áreas e futuros estudos.

2. METODOLOGIA

Este estudo teve como base uma pesquisa exploratória, tomando como base metodologias utilizadas por pesquisadores e demais estudiosos a respeito da estimativa dos riscos de incêndio florestal, além de dados coletados por importantes instituições para, posteriormente, serem manipulados neste estudo. Foram adotados como local de estudo três municípios do estado do Espírito Santo, que são: Alfredo Chaves, Ecoporanga e Presidente Kennedy.

Inicialmente, foram coletados, junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018), informações sobre precipitação pluviométrica, velocidade dos ventos e umidade relativa do ar para cada município. O período adotado compreendeu do dia 12/08/2017 a 12/08/2018. Os dados foram copiados e armazenados no programa Microsoft Excel. Para estimar os índices de risco de incêndio, foram considerados dois métodos importantes que são: Fórmula de Monte Alegre (FMA) e Fórmula de Monte Alegre Alterada (FMA⁺).

A FMA foi desenvolvida através de dados meteorológicos e de ocorrência de incêndios da Fazenda Monte Alegre, município de Telêmaco Borba, PR, durante sete anos (1965 a 1971), sendo um índice acumulativo que requer valores diários de umidade relativa do ar e quantidade de precipitação, além do número de dias sem chuva, para seu cálculo (SOARES, 1998). De acordo com UFPR (2018), a FMA é estimada através da equação:

$$FMA = \sum_{i=1}^n (100/H_i)$$

Sendo: FMA = fórmula de Monte Alegre; H = umidade relativa do ar (%) medida às 13 horas; n = número de dias sem chuva (UFPR, 2018). Como é um índice acumulativo, existem algumas restrições consideradas quanto à precipitação, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Restrições para o cálculo usando a fórmula de Monte Alegre

CHUVA DO DIA	MODIFICAÇÃO NO CÁLCULO
≤ 2,4 mm	Nenhuma
2,5 mm a 4,9 mm	Abater 30% na FMA calculada na véspera e somar (100/H _i) do dia
5,0 mm a 9,9 mm	Abater 60% na FMA calculada na véspera e somar (100/H _i) do dia
10,0 mm a 12,9 mm	Abater 80% na FMA calculada na véspera e somar (100/H _i) do dia
> 12,9 mm	Interromper o cálculo (FMA = 0) e recomeçar a somatória no dia seguinte

Fonte: (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, 2018).

Segundo a UFPR (2018), a interpretação do grau de risco de incêndio florestal, através da FMA, é feita através de uma escala, como é vista na Tabela 2.

Tabela 2 – Grau de perigo de incêndio

VALOR DE FMA	GRAU DE RISCO
≤ 1,0	Nulo
1,1 a 3,0	Pequeno
3,1 a 8,0	Médio
8,1 a 20,0	Alto
> 20,0	Muito Alto

Fonte: (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, 2018).

A Fórmula de Monte Alegre Alterada foi criada por Nunes (2005) e aplicada por autores como Souza, Casavecchia e Stangerlin (2012). Este índice, de acordo com Nunes (2005), difere por considerar como quesito a velocidade dos ventos. A FMA^+ é estimada através da seguinte equação:

$$FMA^+ = \sum_{i=1}^n (100/H_i) * e^{(0,04 * v)}$$

Em que: FMA^+ = fórmula de Monte Alegre alterada; H_i = umidade relativa do ar em porcentagem, medida às 13 horas; n = número de dias sem chuva maior ou igual a 13 mm; v = velocidade do vento em m/s, medida às 13 horas; e = base dos logaritmos naturais, equivalente a 2,718282 (NUNES, 2005).

O efeito do vento não possui característica acumulativa e, assim como a FMA, este índice está sujeito a restrições de precipitação (NUNES, 2005) que, no entanto, são as mesmas utilizadas pela FMA. A interpretação do grau de perigo através da fórmula de Monte Alegre alterada é feita através de uma escala diferente da FMA, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Escala de risco da FMA^+

VALOR DA FMA^+	GRAU DE PERIGO
$\leq 3,0$	Nulo
3,1 a 8,0	Pequeno
8,1 a 14,0	Médio
14,1 a 24,0	Alto
$> 24,0$	Muito Alto

Fonte: (NUNES, 2005).

Todas as informações foram calculadas por município, utilizando calculadora científica e o software Microsoft Excel. Foram construídas tabelas com o número de dias para cada grau de perigo de incêndio florestal, em ambos os índices considerados e em comparação com a literatura pesquisada. Em seguida, foram consultadas informações sobre as porcentagens de mata atlântica e pastagem presentes em cada município estudado, por meio do Atlas da Mata Atlântica do Estado do Espírito Santo (ESPÍRITO SANTO, 2018). Esses valores foram considerados em comparação com os índices de risco de incêndios florestais encontrados. Posteriormente, foram obtidas as informações quanto essa relação, enfatizando a importância da estimativa dos riscos de incêndio florestal na conservação e proteção dos fragmentos de floresta, para cada município em questão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os procedimentos, foram visualizados, para os municípios, alguns dias sem dados suficientes para estimativa dos índices, devido a problemas na coleta de dados pelas estações automáticas. No entanto, esse imprevisto não influenciou drasticamente nos resultados. As tabelas 4 e 5 mostram o número de dias para cada classe e risco em Alfredo Chaves para, respectivamente, FMA e FMA⁺.

Tabela 4 – Número de dias para cada classe na FMA no município de Alfredo Chaves

MESES	NULO	PEQUENO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
Janeiro	2	2	5	13	9
Fevereiro	9	6	5	8	-
Março	9	5	13	4	-
Abril	11	7	9	3	-
Maio	4	5	11	11	-
Junho	4	1	6	19	-
Julho	0	0	0	0	31
Agosto	2	3	6	17	2
Setembro	-	-	-	8	22
Outubro	3	1	4	12	11
Novembro	9	7	8	6	-
Dezembro	7	7	4	7	6
Total de dias	60	44	71	108	81

Fonte: Os Autores, 2019.

Tabela 5 – Número de dias para cada classe na FMA⁺ no município de Alfredo Chaves

MESES	NULO	PEQUENO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
Janeiro	4	4	6	9	8
Fevereiro	16	5	2	5	-
Março	14	11	6	-	-
Abril	16	7	3	5	-
Maio	9	9	5	5	3
Junho	4	6	13	7	-
Julho	-	-	-	1	30
Agosto	-	-	1	10	7
Setembro	-	1	4	5	20
Outubro	3	4	4	9	11
Novembro	15	9	4	2	-
Dezembro	13	6	3	4	5
Total de dias	94	62	51	62	84

Fonte: Os Autores (2019).

Nota-se que, para a fórmula de Monte Alegre, cerca de 52% dos dias foram classificados com alto ou muito alto risco de incêndios. Entretanto, na fórmula de Monte Alegre alterada, 46,2% dos dias avaliados apresentaram baixo ou nenhum risco a incêndios florestais. Atribui essa divergência ao fato de a FMA⁺ considerar, nos cálculos, a velocidade dos ventos que, por sua vez, exerceu grande

influência nos resultados. Corrêa (2007) afirma que a velocidade do vento é um dos principais elementos considerados em uma avaliação de propagação de incêndios.

Ambos os índices atestam para uma maior atenção aos meses de setembro e julho, em que todos os dias foram classificados de alto a muito alto risco. Isso ocorreu devido à carência de pluviosidades, as quais, de acordo com Corrêa (2007), constituem como um dos grandes elementos climatológicos em relação à ocorrência ou não de incêndios.

Os meses de fevereiro e abril foram os que apresentaram maior número de dias com baixo ou nenhum risco a incêndios. Dessa forma, os resultados corroboram as observações de Seger et al. (2012) que, em estudos sobre ocorrência de incêndios florestais em vegetação nativa em alguns municípios do Paraná, constatou que a precipitação pluviométrica foi a variável que mais influenciou nos resultados. As tabelas 6 e 7 mostram o número de dias para cada classe e risco no município de Ecoporanga para, respectivamente, a fórmula de Monte Alegre e a fórmula de Monte Alegre alterada.

Tabela 6 – Valores para FMA no município de Ecoporanga

MESES	NULO	PEQUENO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
Janeiro	2	2	3	7	17
Fevereiro	3	4	3	12	6
Março	2	7	10	8	4
Abril	1	4	10	15	-
Maio	-	-	-	18	13
Junho	-	-	-	-	30
Julho	-	-	-	2	29
Agosto	-	-	-	7	20
Setembro	-	-	-	7	10
Outubro	1	1	-	-	29
Novembro	2	2	9	11	6
Dezembro	10	6	6	4	1
Total de dias	21	26	41	91	165

Fonte: Os Autores (2019).

Tabela 7 – Valores para (FMA+) no município de Ecoporanga

MESES	NULO	PEQUENO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
Janeiro	1	-	-	3	27
Fevereiro	6	4	4	11	3
Março	8	10	9	2	2
Abril	5	10	7	3	-
Maio	-	-	4	17	10
Junho	-	-	-	-	28
Julho	-	-	-	1	30
Agosto	-	-	-	5	24
Setembro	-	-	-	7	15
Outubro	2	-	-	-	29
Novembro	4	7	9	6	5
Dezembro	16	6	4	5	-
Total de dias	42	37	37	60	173

Fonte: Os Autores, 2019.

Para ambos os índices, mais de 65% dos dias do período analisado foram classificados com alto e muito alto risco. Os meses de maio a outubro foram os que mais apresentaram dias com alto risco a incêndios, o que evidencia um grande motivo de preocupação nesse período. O mês de dezembro foi o que teve resultados mais satisfatórios, e os demais meses apresentaram maior equilíbrio no número de dias classificados.

O município de Ecoporanga possui precipitação média de 1325 mm por ano, com concentração no período que vai de outubro a março, com maior ênfase nos meses de novembro e dezembro. Apresenta pequeno déficit hídrico por ano, em comparação com as precipitações e as evapotranspirações médias ao longo dos anos. O clima é quente e úmido (INCAPER, 2011). Portanto, o município fica mais vulnerável aos incêndios no período em que há menor volume de precipitações, condizendo, assim, com o clima do local (verão quente e úmido e inverno frio e seco) e com os resultados obtidos neste estudo.

As tabelas 8 e 9 mostram o número de dias para cada classe e risco no município de Presidente Kennedy para, respectivamente, a fórmula de Monte Alegre e a fórmula de Monte Alegre alterada.

Tabela 8 – Valores para FMA no município de Presidente Kennedy

MESES	NULO	PEQUENO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
Janeiro	4	1	5	8	14
Fevereiro	4	2	5	17	-
Março	3	5	15	8	-
Abril	3	5	8	10	4
Maio	2	4	11	7	7
Junho	1	2	4	16	7
Julho	-	-	-	4	27
Agosto	-	-	-	11	7
Setembro	-	-	-	-	30
Outubro	1	1	2	10	16
Novembro	6	2	3	16	3
Dezembro	6	5	3	7	10
Total de dias	30	27	56	107	125

Fonte: Os Autores, 2019.

Tabela 9 – Valores para (FMA⁺) no município de Presidente Kennedy

MESES	NULO	PEQUENO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
Janeiro	4	5	4	4	14
Fevereiro	6	5	3	14	-
Março	6	12	6	7	-
Abril	7	8	6	7	2
Maio	4	2	9	14	2
Junho	2	4	4	10	10
Julho	-	-	-	6	25
Agosto	6	5	-	6	13
Setembro	-	-	-	-	30
Outubro	-	-	-	-	31
Novembro	8	3	-	7	12
Dezembro	10	3	3	5	9
Total de dias	53	47	35	80	148

Fonte: Os Autores, 2019.

De acordo com os dados estimados pela fórmula de Monte Alegre, cerca de 41% dos dias foram classificados como baixo ou nenhum risco a incêndios florestais, e mais de 60% dos dias foram classificados com alto ou muito alto risco de incêndios, na fórmula de Monte Alegre alterada. Assim como no município de Alfredo Chaves, em Presidente Kennedy também é visualizada certa influência da velocidade dos ventos na estimativa dos índices. Isso é percebido, por exemplo, no mês de agosto, em que a FMA apontou para todos os dias com alto ou muito alto risco, e a FMA⁺ mostrou que há 36,66% dos dias classificados com baixo ou risco nulo.

Embora a quantidade de chuvas varie muito no município de Presidente Kennedy, há predominância de um volume de 900 a 1.000 mm anual. O maior volume ocorre entre os meses de novembro a janeiro (INCAPER, 2011b). No entanto, com relação ao mês de dezembro, nota-se que houve, para ambos os métodos, 50% ou mais dos dias classificados com alto ou muito alto risco. Dessa forma, os dados indicam que os meses com maior volume de chuvas não correspondem, necessariamente, ao período de menores riscos de incêndio, relevando, assim, o papel da velocidade dos ventos na sua propagação ou não.

Os meses de janeiro, fevereiro, julho, agosto, setembro e outubro apresentaram maior número de dias com risco alto ou muito alto a incêndios florestais. O mês de março foi o que mais apresentou equilíbrio nos riscos, tendo aproximadamente 64,5% dos dias classificados como médio ou pequeno risco. A tabela 10 mostra a porcentagem de fragmentos florestais para cada município e método de estimativa, e as respectivas porcentagens de risco de incêndio (alto e muito alto; nulo e pequeno) no período analisado.

Tabela 10 – Fragmentos florestais em comparação com os riscos de incêndio florestal para FMA

MUNICÍPIOS	FRAGMENTO FLORESTAL (%)	DIAS COM RISCO ALTO E MUITO ALTO A INCÊNDIO (%)	DIAS COM BAIXO OU NENHUM RISCO A INCÊNDIO (%)
Alfredo Chaves	38,8	51,923	28,571
Ecoporanga	5,0	70,33	13,663
Presidente Kennedy	6,2	67,246	16,522

Fonte: Adaptado de Espírito Santo, 2019.

Tabela 11 – Fragmentos florestais em comparação com os riscos de incêndio florestal para FMA⁺

MUNICÍPIOS	FRAGMENTO FLORESTAL (%)	DIAS COM RISCO ALTO E MUITO ALTO A INCÊNDIO (%)	DIAS COM BAIXO OU NENHUM RISCO A INCÊNDIO (%)
Alfredo Chaves	38,8	41,36	44,193
Ecoporanga	5,0	66,762	22,636
Presidente Kennedy	6,2	62,762	27,548

Fonte: Adaptado de Espírito Santo, 2019.

Os dados mostram que as porcentagens de fragmentos florestais, em ambos os índices, estão diretamente relacionadas aos índices de risco de incêndios. Entre os municípios estudados, Alfredo Chaves é o que possui maior porcentagem de dias com baixo ou nenhum risco, além de ter maiores áreas de floresta, ao passo que o município de Ecoporanga é o que apresenta maior número de dias com risco elevado e menores áreas de fragmentos florestais. Esses resultados se justificam devido aos fatores que constituem o micro clima nos municípios (velocidade do vento, pluviosidade e umidade do ar, por exemplo), que afetam a propagação e o surgimento de focos de incêndio.

Diante deste contexto, é essencial o conhecimento dos períodos mais susceptíveis aos incêndios para estabelecer programas de educação e conservação florestal e uma fiscalização mais efetiva. O desenvolvimento de ações planejadas permite a realização de trabalhos de forma objetiva, garantindo a prevenção e redução do fogo (SILVA, 2012). Todos os municípios estudados, portanto, devem estabelecer metas e objetivos para prevenir e controlar melhor os focos de incêndio nas áreas de floresta.

Portanto, nos municípios estudados, se faz importante estabelecer medidas de mitigação e atenuação dos impactos oriundos dos incêndios florestais. Em Alfredo Chaves, onde há grandes extensões de cobertura florestal, o controle é exigente, apesar das condições locais propiciarem menor probabilidade de surgir e propagar incêndios. Em Ecoporanga, preservar e cuidar das pequenas áreas de fragmento florestal é relevante devido às condições climáticas locais. O controle de incêndios nesse município é importante para que o índice de fragmentos florestais não atinja valores ainda inferiores a 5%. Presidente Kennedy, por ser um município litorâneo, o controle dos incêndios florestais se justifica com intuito de proteger ecossistemas costeiros e áreas de reserva legal, no entanto, o mesmo município possui área de 586 m², ao passo que Ecoporanga possui 2294,52 km² (INCAPER, 2018). Sendo assim, entre os municípios estudados, a exigência de preservar os fragmentos florestais é maior no município de Ecoporanga.

4. CONCLUSÃO

Os índices de risco de incêndio foram relevantes em todos os municípios, e estão totalmente relacionados com as áreas de fragmento florestal e a fatores como pluviosidade e velocidade dos ventos. A degradação das áreas devido às condições climáticas favoráveis a incêndios é um grande motivo de preocupação, sobretudo no município de Ecoporanga. Em Alfredo Chaves, mesmo com elevadas áreas de florestas e os menores índices de risco, a preocupação é evidente em meses mais secos, sobretudo no inverno.

Nas áreas estudadas, a atuação dos órgãos fiscalizadores de combate a incêndio, o monitoramento constante da propagação e do surgimento de incêndios, trabalhos de educação ambiental com as populações locais e incentivos do poder público quanto ao reflorestamento de áreas degradadas, são propostas fundamentais para haver maior proteção das florestas e qualidade de vida nos municípios. Para futuros estudos, são sugeridos a criação de novos modelos matemáticos que incluam outros elementos que influenciam nos incêndios florestais e elaboração de novos projetos de combate a focos de incêndio, necessitando, também, da atuação das instituições de ensino para a execução de tais medidas.

5. REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Perigo de incêndio florestal: aplicação da Fórmula de Monte Alegre e avaliação do histórico para Piracicaba, SP. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 104, p. 521-532, dez. 2014.
- CORRÊA, S. de C. **A influência dos sistemas climáticos sobre os incêndios florestais – estudo de caso: evento de incêndio ocorrido em setembro de 2015 no Jardim Botânico de Brasília**. 2007. 70p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- ESPÍRITO SANTO. Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Atlas da mata atlântica do estado do Espírito Santo 2007-2008 / 2012-2015**. Cariacica: IEMA, 2018. 252p.
- FELGUEIRAS, J. J. da S. **Evolução do risco de incêndio florestal**. 2005. 115f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais) – Universidade do Porto, Porto, 2005.
- LIMA, A. M. de. **Zoneamento de risco de incêndio no Distrito Federal**. 2017. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural do Espírito Santo. Programa de assistência técnica e extensão rural PROATER 2011-2013: Ecoporanga. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Noroeste/Ecoporanga.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2018.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações automáticas**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 13 ago. 2018.
- MARTINS, S. D. R. **Incêndios florestais: comportamento, segurança e extinção**. 2010. 96f. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas Sociais, Riscos Naturais e Tecnológicos) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2010.
- NUNES, J. R. S. **FMA⁺ - Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o estado do Paraná – Brasil**. 2005. 169f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- OLIVEIRA, H. L. de. **Processo de prevenção, controle e combate a incêndios florestais no estado de Mato Grosso**. 2017. 28f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2017.
- RAMOS, P. C. M. Sistema nacional de prevenção e combate aos incêndios florestais. In: FÓRUM NACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS, 1., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1995.
- RIBEIRO, G. A. Estratégias de prevenção contra os incêndios florestais. **Revista Floresta**, v. 34, n. 2, p. 243-247, 2004.
- SENGER, C. D. et al. Análise dos incêndios florestais em vegetação nativa de vinte e dois municípios da região leste do estado do Paraná. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 43, p. 30-40, out. 2012.
- SILVA, L. P. P. da. **Ocorrências de incêndios florestais no entorno do Parque Estadual da Pedra Azul, Domingos Martins, ES**. 2012. 36f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2012.
- SILVEIRA, A. H. de M. et al. Proposta metodológica para risco de incêndio florestal: estudo de caso na zona de proteção ambiental (ZPA-1) em Natal/RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 5, p. 1174-1192, 2013.
- SOARES, R. V. Desempenho da “fórmula de Monte Alegre” índice brasileiro de perigo de incêndios florestais. **Revista Cerne**, v. 4, n. 1, p. 87-99, 1998.
- SOUZA, A. P.; CASAVECCHIA, B. H.; STANGERLIN, D. M. Avaliação dos riscos de ocorrência de incêndios florestais nas regiões Norte e Noroeste da Amazônia Matogrossense. **Scientia Plena**, v. 8, n. 5, 2012.
- UFPR – Universidade Federal do Paraná. Índices de risco de incêndios. Disponível em: <<http://www.floresta.ufpr.br/alias/lpf/publichtml/indices.html>>. Acesso em: 18 jul. 2018.
- VETTORAZZI, C. A.; FERRAZ, S. F. de B. Uso de sistemas de informações geográficas aplicados à prevenção e combate a incêndios em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 111-115, dez. 1998.
- WHITE, L. A. S.; WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, G. T. Modelagem espacial do risco de incêndio florestal para o município de Inhambupe, BA. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 85, p. 41-49, 2016.

ESTUDO DE MACRONUTRIENTES DE RESÍDUO SÓLIDO DA AVICULTURA PARA UTILIZAÇÃO COMO FERTILIZANTE AGRÍCOLA NATURAL



CAIO HENRIQUE UNGARATO FIORESE

Centro Universitário São Camilo

FAGNER PEREIRA DEZIDÉRIO

Centro Universitário São Camilo

HELIMAR RABELLO

Centro Universitário São Camilo

ADRIANA FIOROTTI CAMPOS

Universidade Federal do Espírito Santo

MICHAELA PICOLI SCOLFORO

GOUVÊA

Centro Universitário São Camilo

LARA FRANCISCA POLONINI VALIATI

Centro Universitário São Camilo

GILSON SILVA-FILHO

Centro Universitário São Camilo

OTONIEL DE AQUINO AZEVEDO

Centro Universitário São Camilo

RESUMO: A indústria avícola gera grandes quantidades de resíduos, o que necessita, cada vez mais, de novas formas de destinação que possam ser ambientalmente e economicamente viáveis, com vistas a almejar a sustentabilidade da atividade. Diante da relevância da temática em questão, o objetivo do estudo foi realizar a análise de macronutrientes de uma amostra de resíduos de uma indústria avícola, bem como verificar seu tratamento, sua destinação como possível fertilizante ecológico de solos cultiváveis e sugestões para futuros estudos. Uma amostra do resíduo sólido, após a etapa de secagem, foi coletada, gerada pela indústria de abate e comércio de aves escolhida para este estudo. Além do

mais, foi feita uma breve descrição de seu sistema de tratamento de efluentes. A amostra foi enviada para um laboratório de análise de macronutrientes, onde os valores dos parâmetros foram determinados para serem posteriormente caracterizados e enquadrados de acordo com pesquisas da literatura e com a viabilidade na aplicação como fertilizante agrícola natural. O sistema de tratamento consiste em tanques de estocagem, homogeneização e secagem (onde o lodo seco é processado), lagoa anaeróbica e facultativa. Os valores estimados para a indústria avícola não foram uniformes para aplicação em plantas, com excesso ou deficiência na maioria dos parâmetros. No entanto, apresentou níveis excepcionais, como o nitrogênio, e são aplicáveis em culturas baseadas em alguns parâmetros avaliados. No ponto de vista funcional das plantas, a aplicação deste fertilizante depende dos padrões nutricionais exigidos. Melhor balanço nutricional do resíduo, bem como estudos experimentais sobre a aplicação dos mesmos em diferentes espécies de plantas e acerca da viabilidade econômica são sugestões para estudos futuros.

PALAVRA-CHAVE: Indústria avícola; Produção Vegetal; Sustentabilidade; Tratamento de efluentes de aves.

ABSTRACT: The poultry industry generates large amounts of waste, which increasingly needs new forms of disposal that can be environmentally and economically viable, aiming at the sustainability of the activity. Given the relevance of the theme in question, the objective of the study was to perform the analysis of macronutrients of a sample of residues from a poultry industry, as

well as verify its treatment, its destination as a possible ecological fertilizer of cultivable soils and suggestions for future studies. A solid residue sample, after the drying step, was collected, generated by the poultry slaughtering and trade industry chosen for this study. In addition, a brief description of their wastewater treatment system was given. The sample was sent to a macronutrient analysis laboratory, where the parameter values were determined to be further characterized and framed according to literature research and the feasibility of application as a natural agricultural fertilizer. The treatment system consists of storage, homogenization and drying tanks (where dry sludge is processed), anaerobic and facultative ponds. Estimated values for the poultry industry were not uniform for application to plants, with excess or deficiency in most parameters. However, it presented exceptional levels, such as nitrogen, and are applicable in crops based on some evaluated parameters. From the functional point of view of plants, the application of this fertilizer depends on the required nutritional standards. Better nutritional balance of the residue, as well as experimental studies on their application in different plant species and economic viability are suggestions for future studies.

KEYWORDS: Poultry industry; Vegetables production; Sustainability; Poultry effluent treatment.

1. INTRODUÇÃO

A escassez dos recursos naturais tem levado a leis ambientais cada vez mais rígidas, e os custos envolvidos com o uso destes recursos vêm se tornando mais crescentes no setor industrial, levando as indústrias a buscar alternativas que minimizem estes custos procurando desta forma reduzir os impactos ambientais (MENEZES; RAMOS, 2010). Devido à crescente produção brasileira, a produção de resíduos das indústrias de abate e processamento de frango tem aumentado muito, principalmente, entre outros fatores, do acréscimo na utilização de água potável durante as atividades e de aperfeiçoamentos na legislação quanto à melhoria da higiene (OLIVEIRA, 2011). Ainda, o aumento da quantidade de resíduos e do uso da água culmina na elevação de poluente e em maior dispersão do resíduo no meio ambiente.

O Brasil dispõe de rebanhos com importante representatividade mundial considerando-se bovinos, suínos e aves, principalmente, em virtude da sua extensão territorial e capacidade produtora de grãos. Neste cenário, a avicultura de corte brasileira é reconhecida como uma das mais desenvolvidas do mundo, com índices de produtividade excepcionais (SUNADA, 2011). Ainda de acordo com Sunada (2011), os abatedouros se inserem como agroindústrias, cujos resíduos oriundos são vísceras de animais abatidos, pedaços de carne, sangue e outros materiais, sendo todos capazes de receberem tratamento biológico. A avicultura brasileira está mais concentrada nas regiões Sul e Sudeste que, juntas, representam 75% do volume total da produção do país. As duas regiões possuem características econômicas que facilitam sua liderança na avicultura, sobretudo na oferta de insumos básicos e assistência técnica (SEBRAE, 2008).

Em relação à produção de carne de frango, os principais resíduos gerados no processo de abate são vísceras não comestíveis, penas, sangue, cabeças, peles, gorduras, ossos e carcaças desclassificadas. Eles são descartados por não servirem para o consumo humano e ao comércio (PADILHA et al., 2005). Depois do período de engorda, os frangos são encaminhados para frigoríficos e abatedouros, onde são abatidos e enviados para comercialização, sejam como frangos inteiros ou como cortes (SEBRAE, 2008). Gargia (2016) afirma que este processo provoca impactos ambientais, pois, durante o abate, são utilizados grandes volumes de água, além de gerar uma série de resíduos e águas residuárias com

elevada carga orgânica.

A adubação orgânica tem sido uma das alternativas de adubação do solo e nutrição de plantas mais utilizada como substituto de fertilizantes químicos, possui vantagens na melhoria das condições físicas e químicas do solo por meio da incorporação de matéria orgânica (SOUZA, 1998). Fertilizantes são substâncias minerais ou não minerais, de origem natural ou sintética, que são capazes de dar às plantas um ou mais nutrientes essenciais a seu desenvolvimento. O uso de fertilizantes proporciona o aumento da produção agrícola, desde que eles sejam aplicados da forma adequada e nas quantidades técnicas recomendadas para correção de deficiências nutricionais do solo e da cultura correspondente (CRUZ; PEREIRA; FIGUEIREDO, 2017).

Segundo a Norma Brasileira (NBR) 10.004 (BRASIL, 2004), são denominados resíduos sólidos os resultantes de atividades industriais, doméstica, agrícolas, entre outras, incluindo os lodos das Estações de Tratamento de Efluentes (ETE's), resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A resolução CONAMA n° 375, de 29 de agosto de 2006, define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de efluente e seus produtos derivados, e dá outras providências (BRASIL, 2006). Práticas adequadas de manejo dos resíduos são essenciais para que a indústria avícola cresça e se desenvolva sob as condições de restrições legais atualmente existentes. As operações de produção de frangos e poedeiras geram, anualmente, um grande volume de resíduos sob forma de esterco, efluentes, camas de aves e aves mortas. Além de seu uso como fertilizante orgânico, o esterco de aves pode ser usado em cultivos hortícolas, de fruteiras, florestas e como componente orgânico para composição de solo destinado a jardinagem (SEIFFERT, 2000). O autor também destaca níveis de nitrogênio, fósforo e potássio presentes no resíduo avícola, suficientes para atender consideráveis demandas.

Conforme Montagna (2017), os resíduos apresentam algumas características em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, que, se destinados de forma incorreta, podem apresentar: riscos à saúde pública, provocando mortalidade, aparecimento de doenças e; riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada. Uma preocupação decorrente deste resíduo é quanto à presença de microorganismos com elevado potencial patogênico, como a *Salmonella* sp, *Staphylococcus* sp e *Clostridium* sp, que podem estar presentes nas carcaças dos animais e, assim, irão compor o efluente gerado com o abate (SALMINEN; RINTALA, 2002).

O principal destino adotado pelos produtores para esses resíduos relaciona-se à sua composição e capacidade de suprir de nutrientes o solo e as plantas. Estudos comprovam que a aplicação de lodo pode melhorar a qualidade do solo, com aumento dos teores de matéria orgânica, nitrogênio, magnésio e potássio (UNAL; KATKAT, 2009). A utilização desses resíduos na agricultura, por exemplo, além de ter importância ambiental expressiva, surge como uma opção muito viável para o aumento da produtividade das culturas (GONÇALVES et al., 2018).

Diante da relevância da temática, objetivou-se com este estudo fazer uma análise de

macronutrientes de uma amostra de resíduos oriundos de uma indústria avícola, bem como fazer uma breve descrição do seu sistema de tratamento, sua aplicação como fertilizante ecológico de solos e sugestões para futuros estudos.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho se baseou em uma pesquisa experimental acerca da análise de parâmetros químicos do resíduo sólido gerado por uma empresa de avicultura e de suas possíveis aplicações no seu reuso, com base nos parâmetros considerados. Primeiramente, foi realizada uma pesquisa técnica na empresa, cuja atividade é a avicultura. Nela, são realizadas atividades como, por exemplo, abate e comercialização de frangos. A empresa tem, em seus adeptos, um sistema de tratamento do efluente produzido. A visita técnica ocorreu com auxílio de técnicos da empresa responsáveis pelos setores de produção industrial e processamento dos resíduos. Nela, foram avaliados os seguintes quesitos: tipo do efluente gerado e seu processo de tratamento e; destinação do resíduo, depois de passar pelas etapas do tratamento.

Após essa etapa, foi coletada uma amostra do resíduo seco depois de passar por uma das etapas de tratamento, conforme a figura 1.

Figura 1 – Resíduo coletado



Fonte: Os Autores (2018).

Posteriormente, foi feita secagem do resíduo em estufa a 121 °C de temperatura durante duas horas, revolvendo a amostra em intervalos de 30 minutos (ANDREOLI et al., 2001). Após esse tempo, foi encaminhado o equivalente a 1000 g do resíduo tratado para o laboratório de análise química de solos Raphael M. Bloise, da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), campus Alegre – Centro de Ciências Agrárias. Nesse local, foram avaliados os seguintes parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), capacidade de troca catiônica a pH 7 (T), índice de saturação em bases (V), capacidade de troca catiônica efetiva (t), soma de bases trocáveis (SB), índice de saturação em alumínio (m), nitrogênio (n) e acidez total ou potencial (H + Al).

Segundo o laboratório, os equipamentos e procedimentos utilizados para quantificar os parâmetros foram, para cada um: 1- pH (por meio de relação solo-água); 2- fósforo (por extrator Mehlich-1 e determinação por colorimetria); 3- potássio e sódio (por extrator Mehlich-1 e espectrofotometria de chama); 4- cálcio e magnésio (com base em extrator KCl 1 mol L⁻¹ e determinação por espectrometria de absorção atômica); 5- alumínio (extrator KCl 1 mol L⁻¹ e determinação por titulometria); 6- acidez total (por extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹); 7- nitrogênio (pelo método kjeldahl por meio de digestão sulfúrica e destilação com arraste de vapor). Porém, o parâmetro matéria orgânica não foi analisado devido à insuficiência dos equipamentos no momento das análises. Todos os dados foram agrupados em tabelas, para melhor análise.

Após a obtenção dos valores, os resultados foram analisados conforme a legislação vigente para possíveis aplicações para solos cultiváveis. Cada parâmetro foi estudado especificamente, conforme suas concentrações ou valores exigidos para uso como fertilizante, conforme apresentado nas tabelas 1 e 2, além de consultas na literatura. Para soma de bases trocáveis (SB) e nitrogênio (n), não foram adotadas tabelas de classificação e, por isso, seus valores foram enquadrados conforme a literatura.

Tabela 1 – Padrões ou níveis nutricionais para cada parâmetro, exceto SB, n e H+Al

Elemento/Unidade	Descrição	Baixo	Médio	Alto
pH (acidez)	Potencial hidrogeniônico	< 5,0	5,0 - 6,0	> 6,0
Al (cmol _c dm ⁻³)	Alumínio	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Ca (cmol _c dm ⁻³)	Cálcio	< 1,6	1,6 - 3,0	> 3,0
Mg (cmol _c dm ⁻³)	Magnésio	< 0,4	0,4 - 1,0	> 1,0
K	Potássio	< 30	30 - 60	> 60
CTCe (cmol _c dm ⁻³)	Capacidade de troca catiônica efetiva	< 2,0	2,0 - 4,0	> 4,0
CTC a pH 7,0 (cmol _c dm ⁻³)	Capacidade de troca catiônica a pH 7	< 5,0	5 - 15	> 15
m (%)	Índice de saturação em alumínio	< 30,0	30,0 - 50,0	> 50,0
V (%)	Índice de saturação em bases	< 50,0	50 - 70	> 70,0

Fonte: Adaptado de Embrapa (2015).

Tabela 2 – Padrões ou níveis nutricionais para soma de bases trocáveis (H + Al)

Elemento/Unidade	Descrição	Baixo	Médio	Alto
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	Acidez total ou potencial	> 4,0	4,0 - 2,0	< 2,0

Fonte: Adaptado de Fundação Procafé, 2015.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de tratamento da empresa estudada possui as seguintes descrições, coletadas na pesquisa de campo: O tipo de efluente gerado é constituído por óleo, gordura e lodo, sendo que este é composto por excesso de matéria orgânica. Com relação ao sistema de tratamento, primeiramente, o resíduo das aves é separado do efluente por meio de grades (gradeamento). Em seguida, com a separação, o efluente é encaminhado para um tanque homogeneizador, onde é homogeneizado através da inserção de floclulantes. No final dessa etapa, há formação de uma camada de espuma que, como é menos densa, é retirada do restante do efluente com auxílio de uma pá gigante que fica na parte superior do tanque. Essa pá retira o excesso de matéria orgânica que, por sua vez, vai para um tanque de secagem através de seu transporte em tubulações, constituindo o chamado “lodo”. O resíduo seco, coletado para este estudo, apresenta essas etapas de processamento.

Nas demais repartições do sistema, o efluente, depois de separado do resíduo, é transportado para uma lagoa anaeróbia. Esse local, juntamente com a lagoa facultativa, constitui na parte final do sistema de tratamento. O efluente tratado é despejado em um rio que passa próximo à empresa. O material gerado serve como matéria-prima para fabricação de vários produtos como batom, ração para animais, protetor solar e tintas. Porém, com relação ao lodo, a indústria arca com despesas para que uma empresa faça serviços de coleta e transporte desse resíduo para um aterro. Os valores dos parâmetros considerados nas análises de macronutrientes estão na tabela 3.

Tabela 3 – Resultados dos parâmetros analisados

pH	Fósforo	Potássio	Sódio	Cálcio
4,98	4,84 mg dm ⁻³	399 mg dm ⁻³	181 mg dm ⁻³	6,85 Cmolc dm ⁻³
H + Al	Soma bases trocáveis (SB)	Capacidade de troca catiônica efetiva (t)	Capacidade de troca catiônica efetiva (t)	Saturação em bases (V)
51,23 Cmolc dm ⁻³	4,84 Cmolc dm ⁻³	60,97 Cmolc dm ⁻³	15,97%	14,11%
Nitrogênio	Saturação em alumínio (m)	Alumínio	Magnésio	
51,23 Cmolc dm ⁻³	4,90 dag kg ⁻¹	1,6 Cmolc dm ⁻³	1,07 Cmolc dm ⁻³	

Fonte: Os Autores (2018).

O valor do pH foi classificado como baixo, ficando, assim, abaixo do que é recomendado para adubação, que seria um pH de caráter mais neutro. Os solos agrícolas brasileiros, na maioria, apresentam média a alta acidez, o que traz como consequência a baixa produtividade das culturas (VELOSO et al., 1992). Dessa forma, o teor de pH encontrado no resíduo avícola não favorece uma boa produtividade, para determinado cultivo, portanto, sua aplicação não exerce melhoria em relação a esse parâmetro, quando aplicado em um solo.

Assim como o pH, o valor de fósforo também foi baixo. As limitações na disponibilidade de fósforo no início do ciclo vegetativo podem causar restrições no desenvolvimento, dos quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de fósforo a níveis adequados (GRANT et al., 2001). No resíduo estudado, a disponibilidade do fósforo é muito baixa para suprir consideráveis demandas de uma planta.

O potássio apresentou resultado muito alto para sua aplicação agrícola. De acordo com Embrapa (2003), a agricultura orgânica é um sistema produtivo que possibilita o uso de fontes alternativas de potássio. O potássio é um dos macronutrientes mais utilizados pelas plantas, perdendo apenas para o nitrogênio, sendo que altos rendimentos implicam em maior necessidade de potássio pela cultura. Os solos brasileiros, em geral, apresentam carência dessa substância (EMBRAPA, 2003). No resíduo estudado, o índice de potássio é excepcional para suprir sua deficiência em solos cultiváveis.

Também foi observado um valor muito elevado para o cálcio. Essa substância promove a redução da acidez do solo, melhora o crescimento das raízes, aumento da atividade microbiana e da disponibilidade de nutrientes. Além disso, diminui a toxidez do alumínio (Al), cobre (Cu) e manganês (Mn). Plantas que apresentam altos teores de cálcio resistem a melhor a toxidez desses elementos (AGROLINK, 2016). O resíduo apresentou valor elevado para o cálcio, sendo importante na aplicação em solos para minimizar a toxicidade de algumas substâncias químicas e na maior fertilidade.

O magnésio foi um parâmetro determinado em quantidade alta. Segundo Cakmak e Yazici (2010), o magnésio possui várias funções quando absorvido pelas plantas como, por exemplo, fixação fotossintética do dióxido de carbono, síntese proteica e formação de clorofila. Ainda segundo os autores, muitos processos fisiológicos e bioquímicos nas plantas são afetados pela falta de magnésio, provocando prejuízos no crescimento e na produção. Assim, o teor de magnésio encontrado no resíduo é satisfatório na fertilização, contribuindo, assim, em um melhor funcionamento do organismo das plantas.

O alumínio é um dos principais fatores acidificantes, especialmente em solos de regiões tropicais, sendo que, em geral, seu conteúdo é muito maior na raiz do que em outras partes da planta. Sua absorção pela planta ocorre principalmente em sua forma mais tóxica (RIBEIRO; VILELA, 2007). A presença de alumínio no solo pode inibir o crescimento radicular e influenciar a disponibilidade de outros nutrientes e processos como a mineralização da matéria orgânica (EMBRAPA, 2015). A quantidade determinada para o alumínio foi alta, entretanto, não satisfatória. O alumínio, por contribuir na acidez de um solo, pode acarretar problemas semelhantes aos provocados pelo pH como, por exemplo, prejuízos na produtividade vegetal.

Quanto mais baixo for o pH, mais elevado é o valor da acidez total ou parcial ($H + Al$) que, por sua vez, é utilizada para o cálculo da capacidade de troca catiônica e da saturação por bases (EMBRAPA, 2015). O resultado encontrado em relação a esse parâmetro foi extremamente baixo, contrariando a ideia exposta por Embrapa (2015), pois o valor do pH também foi baixo. Para o $H + Al$, a condição de menores níveis é a mais adequada (FUNDAÇÃO PROCAFÉ, 2018), portanto, no resíduo analisado, esse parâmetro não está em conformidade para aplicação em cultivos.

A soma de bases trocáveis (SB) reflete a soma de cálcio, magnésio, potássio e, se for o caso,

também o sódio. Essa soma dá uma indicação do número de cargas negativas dos colóides que está ocupado por bases. Além disso, permite calcular a percentagem de saturação de alumínio e a de bases da CTC efetiva (LOPES; GUILHERME, 2004). Este parâmetro, ao contrário dos demais descritos nos parágrafos anteriores, não possui uma classificação específica, uma vez que esse valor é utilizado para obter outros parâmetros.

A capacidade de troca catiônica (CTC) é a quantidade de íons eletropositivos que um solo pode reter em determinadas condições (VAN RAIJ; KÜPPER, 1966), sendo um dado a ser considerado no manejo da adubação; em solos de baixa CTC, o parcelamento do nitrogênio e potássio é necessário para evitar perdas por lixiviação (EMBRAPA, 2015). Os valores obtidos para as capacidades de troca catiônica efetiva e a pH 7 foram classificados como alto, em decorrência dos elevados valores obtidos para os parâmetros nitrogênio e potássio.

O índice de saturação por bases (v) é a proporção da capacidade de troca catiônica ocupada pelas bases (EMBRAPA, 2015). Esse índice é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade e do solo, sendo que $v \geq 50\%$ indica solos férteis e $v < 50\%$ indica solos pouco férteis (EMBRAPA, 2010). O resíduo estudado apresentou valor baixo desse parâmetro, indicando que não há grande fertilidade. Portanto, sua aplicação em solos não iria contribuir para um aumento de saturação por bases das áreas cultivadas.

Quando a saturação por alumínio (m) é alta, ou seja, maior ou igual a 50%, o solo é álico, ou seja, pobre em cálcio, mas com alto teor de alumínio tóxico para as raízes (PRADO; CARVALHO, 2018). No caso do resíduo analisado, o valor de m foi inferior a 30%, ou seja, baixo, indicando índice de cálcio elevado, como já foi discutido neste trabalho.

Já o nitrogênio, para as plantas, é importante, entre outros fatores, para estimar o crescimento das raízes, ajudar na absorção de cálcio e cumprir função estrutural e participativa em processos metabólicos (RIBEIRO; VILELA, 2007). Como não há um número específico de teores de nitrogênio para as plantas, caracterizar esse valor é um procedimento mais complexo. Dessa forma, é relevante comparar os teores de nitrogênio em outras fontes de adubação orgânica com àquela considerada neste trabalho. A tabela 4 mostra o percentual de nitrogênio presente em alguns adubos minerais orgânicos.

Tabela 4 – Teores médios de nitrogênio para alguns adubos orgânicos.

Adubo orgânico	Teores médios de nitrogênio
Bagaço/cana	1,07%
Palha/café	1,37%
Esterco bovino	1,27%
Esterco equino	1,44%
Esterco ovino	2,13%
Composto	1,37%
Vermicomposto	1,87%

Fonte: (MARTINS, 2006).

O valor encontrado no resíduo analisado foi de 4,9 dag kg⁻¹ ou 4,9%. Comparando com os demais fertilizantes da tabela, foi o teor de nitrogênio mais elevado. Isso pode ser importante para alguns cultivos, entretanto, é relevante entender os padrões nutricionais de cada espécie, para que não há excesso de nitrogênio. Ribeiro e Vilela (2007) destacam os prejuízos do excesso de nitrogênio na planta, que podem ser: aumento da fase vegetativa, atraso no florescimento e redução da frutificação.

É importante frisar que os valores estimados para o resíduo da indústria avícola não estão totalmente regulares, havendo excesso ou carência, na maioria dos parâmetros. A aplicação desse material como fertilizante, no ponto de vista ambiental, é recomendada, pois ajuda na reciclagem de um recurso que traria problemas ambientais severos, caso não fosse destinado adequadamente, de acordo com a norma ABNT NBR 10.004 (BRASIL, 2004).

A aplicação do resíduo como fertilizante agrícola é mais recomendada em situações que há pouca fertilidade do solo de um local, com déficit de alguns nutrientes como nitrogênio e fósforo, desde que não seja em grandes quantidades. A avicultura pode impactar a água de várias maneiras como, por exemplo, quando não há um tratamento e destinação adequados do resíduo (EMBRAPA, 2011). Portanto, o resíduo tem relevante importância para uso como fertilizante ecológico, apesar de necessitar ainda de estudos mais profundos acerca do comportamento das plantas com o uso desse material.

4. CONCLUSÃO

No cultivo de plantas, o resíduo apresenta boas concentrações de alguns nutrientes benéficos. Contudo, teores vistos em outros nutrientes não são favoráveis às plantas como, por exemplo, pH e alumínio. O sistema de tratamento da indústria afeta nos valores dos macronutrientes, pois ajuda a reduzir microorganismos patogênicos e na secagem do resíduo. Há desequilíbrio na quantidade de macronutrientes no resíduo, o que afeta a disponibilidade de nutrientes no solo. No ponto de vista funcional das plantas, a aplicação desse adubo depende dos padrões nutricionais exigidos, sobretudo com relação ao nitrogênio. Um dos grandes desafios para futuras pesquisas sobre esse resíduo da empresa relaciona-se ao balanceamento dos nutrientes, além de estudos experimentais sobre a aplicação do mesmo em diferentes espécies de plantas e análise de viabilidade econômica.

5. REFERENCIAS

AGROLINK. **Cálcio**. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/calci_o_361447.html>. Acesso em: 8 mai. 2018.

ANDREOLI, C. V. **Resíduos sólidos do saneamento**: processamento, reciclagem e disposição final. 1.ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011.

BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Resíduos sólidos – classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 71p.

BRASIL. Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgotos gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 30 ago. 2006. Seção 1, p. 141-146.

CAKMAK, I.; YAZICI, A. M. Magnésio: um elemento esquecido na produção agrícola. **BetterCrops**, v. 94, n. 2, p. 23-25, 2010.

CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. dos S.; FIGUEREDO, V. S. Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro. **BNDES Setorial**, n. 45, p. 137-187, 2017.

EMBRAPA. **A importância estratégica do potássio para o Brasil**. 1.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. 27f.

EMBRAPA. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para regiões tropicais**. 1.ed. Campinas: Embrapa, 2010. 26f.

EMBRAPA. **Manejo ambiental na avicultura**. 1.ed. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. 221 p.

EMBRAPA. **Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 13f.

FUNDAÇÃO PROCAFÉ. **Padrões referenciais**. Disponível em: <<http://www.fundacaoprocafe.com.br/laboratorio/solos-e-folhas/padroes-referenciais>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

GARCIA, N. N. 2016. **Uso do lodo de flotador de abatedouro de aves na produção de biochar**. 2016. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

GONÇALVES, J. C. et al. Análise socioambiental da geração de resíduos da atividade agrícola e sucoenergética. **Educação Ambiental em Ação**, n. 62, 2018.

GRANT, C. A. et al. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agrônomicas**, n. 95, set. 2001.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Interpretação de análise de solo: conceitos e aplicações**. Lavras: ANDA, 2004. 50f.

MARTINS, A. G. **Adubação orgânica ou não, eis a questão**. Disponível em:

<<https://www.cafepoint.com.br/noticias/tecnicas-de-producao/adubacao-organica-ou-nao-eis-a-questao-31999n.aspx>>. Acesso em: 23 mai. 2018.

MENEZES, N.; RAMOS, G. **A importância do tratamento de efluentes orgânicos e industriais como mecanismo de reaproveitamento de água em indústrias: análise do programa das bactérias Moura em Belo Jardim**. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2010/II-001.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

MINGORANCE, M. D. et al. Stabilized municipal sewage sludge addition to improve properties of an acid mine soil for plant growth. **Journal of Soils and Sediments**, v. 14, n. 4, p. 703-712, 2014.

MONTAGNA, T. B. **Levantamento e análise de técnicas para disposição e tratamento de dejetos de suínos e de aves em estabelecimentos rurais familiares**. 2017. 157f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2017.

NASCIMENTO, C. W. A. et al. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 2, p. 385-392, 2004.

OLIVEIRA, A. R. de M. **Biodigestão anaeróbia de efluente de abatedouro avícola**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2011.

PLANTE CERTO. **Tabelas de interpretação**. Disponível em: <http://www.plantecerto.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=84>. Acesso em: 5 mai. 2018.

PRADO, H. do.; CARVALHO, J. P. de. **Solos e ambientes de produção para o agricultor**. Disponível em: <http://www.pedologiafacil.com.br/artig_7.php>. Acesso em: 9 mai. 2018.

RIBEIRO, D. O.; VILELA, L. A. F. **Nutrientes**. Mineiros: s.e., 2007. 54f.

SANTOS, N. M.; MALHEIROS, R.; TAVEIRA, R. Z. Disposição adequada de resíduos orgânicos gerados no setor de avicultura de produção de frangos de corte por meio da compostagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 8., 2017, Campo Grande. **Gestão ambiental...** Campo Grande: UCDM, 2017.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cadeia produtiva da avicultura:** cenários econômicos e estudos setoriais. Recife, 2008.

SEIFFERT, N. F. **Planejamento da atividade avícola visando qualidade ambiental.** Disponível em: <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/anaais/anaais65_seiffert.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2018.

SUNADA, N. da S. **Efluente de abatedouro agrícola:** processos de biodigestão anaeróbia e compostagem. 2011. 75f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2011.

UNAL, M.; KATKAT, A.V. The effects of food industry sludge on soil properties and growing of maize (*Zeamays* L.). **Journal of Food Agriculture & Environment**, v. 7, n. 2, p. 435-440, 2009.

VANRAIJ, B.; KÜPPER, A. Capacidade de troca de cátions em solos. **Boletim Científico do Instituto Agrônomo**, v. 25, n. 30, p. 327-336, 1966.

VELOSO, C. A. C. et al. Efeito de diferentes materiais no pH do solo. **Scientia Agrícola**, v. 49, n. 1, p. 123-128, 1992.

RESPOSTA DA FAUNA EDÁFICA AO USO DA CAMA DE AVES: UMA PRÁTICA NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL



NATIELO ALMEIDA SANTANA

Universidade Federal de Santa Maria

TAILINI BEATRIZ LENHARDT JAGNOW

IFSC – São Miguel do Oeste

NICOLY PASQUALON

IFSC – São Miguel do Oeste

VALÉRIA ORTAÇA PORTELA

Universidade Federal de Santa Maria

REYLLIS KIEFER UNFER

Universidade Federal de Santa Maria

IGOR SULZBACKER SCHARDONG

Universidade Federal de Santa Maria

JOICE ALINE FREIBERG

Universidade Federal de Santa Maria

**CEDINARA ARRUDA SANTANA
MORALES**

Universidade Federal de Santa Maria

RESUMO: A cama de aves é uma alternativa para a adubação do solo. Porém, a adição deste resíduo na forma *in natura* pode provocar contaminação do solo modificando o ecossistema. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito da cama de aves na fauna do solo em diferentes locais no campus São Miguel do Oeste do Instituto Federal de Santa Catarina. Esta atividade foi uma proposta de ensino voltada à Educação Ambiental. Utilizou-se o método PROVID para avaliar o efeito da cama de aves em três diferentes locais: solo próximo a um depósito de cama de aves, e duas áreas de cultivo do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), com e sem a aplicação de cama de aves. Os

organismos da fauna do solo foram classificados em grupos de acordo com características morfológicas. O local próximo ao depósito da cama de aves apresentou a menor abundância de indivíduos e no cultivo de nabo forrageiro sem cama de aves foi observado a maior abundância. Em termos de riqueza, no local sem adição de cama de aves e com cultivo de nabo foi observado o maior número de grupos. O grupo dos colêmbolos foi observado em maior número em todos os locais. No local próximo ao depósito de cama de aves foi observado o menor número destes indivíduos demonstrando que a grande concentração deste resíduo afeta a fauna edáfica. A fauna do solo é sensível a aplicação da cama de aves, portanto a grande concentração de cama de aves prejudica a fauna do solo.

PALAVRAS-CHAVE: resíduo orgânico; fauna do solo; bioindicadores.

RESPONSE OF SOIL FAUNA TO THE USE OF THE POULTRY LITTER: A PRACTICE IN THE PERSPECTIVE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION

ABSTRACT: The poultry litter is an alternative for soil fertilization. However, the addition of this residue in fresh form can contribute to soil contamination modifying the ecosystem. The objective of this study was to evaluate the effect of poultry litter on soil fauna at different locations in the São Miguel do Oeste Campus of the Federal Institute of Santa Catarina. This activity was a practice research proposal focused on Environ-

mental Education. The PROVID method was used to evaluate the effect of poultry litter in three different locations: soil near a poultry litter deposit, and two nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) cultivation areas, with and without the application of poultry litter. The soil fauna organisms were classified in groups according to morphological characteristics. The location near the poultry litter deposit presented the smallest abundance of individuals and in the cultivation of nabo forrageiro without poultry litter, the highest abundance was observed. The richness of the groups, in the place without the addition of poultry litter and with nabo forrageiro cultivation, the largest number of groups was observed. The collembolus group was observed in greater number in all sites. In the place near the poultry litter deposit was observed the smallest number of these individuals, demonstrating the high concentration of this residue affects the present fauna. Soil fauna is sensitive to poultry litter application. Therefore, the high concentration of poultry litter affects the soil fauna.

KEYWORDS: organic residue; soil fauna; bioindicators.

1. INTRODUÇÃO

A Educação Ambiental busca desenvolver a sustentabilidade no ambiente escolar, oportunizando aos alunos espaços para a construção de conhecimento e habilidades técnicas, concomitante às preocupações ambientais. Segundo Silveira-Filho (2011), o ambiente escolar é importante para a formação de sujeitos responsáveis e aptos a colaborar e decidir sobre questões sociais, de forma a restabelecer suas relações com o meio onde vivem.

A Política Nacional do Meio Ambiente, no inciso X do artigo 2º da lei nº 6.938, orienta a inserção da Educação Ambiental em todos os níveis de ensino, objetivando capacitá-la para a participação ativa na defesa do meio ambiente. O contexto do reaproveitamento de resíduos orgânicos relaciona-se com os preceitos da Educação Ambiental. A grande produção de resíduos orgânicos e a sua baixa taxa de reutilização são duas das principais problemáticas discutidas na temática da sustentabilidade ambiental.

No setor agropecuário, a criação de aves é uma das atividades que produz resíduos orgânicos em grande quantidade. A destinação correta dos resíduos e o seu reaproveitamento são imprescindíveis a fim de evitar a poluição ambiental; principalmente diante dos altos índices de crescimento da avicultura brasileira, verificado nos últimos anos. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de carne de frango, com mais de 13 milhões de toneladas anuais (ABPA, 2018; IBGE, 2019). Dentre os estados brasileiros, Santa Catarina (SC) tem grande importância na produção e exportação avícola. A avicultura catarinense situa-se entre as mais avançadas do planeta e o estado é o segundo maior produtor e exportador de carne de frango (ABPA, 2019). A região Oeste de Santa Catarina é caracterizada pela produção em pequenas propriedades com mão de obra familiar, tendo na criação de aves, suínos e pecuária leiteira suas principais atividades econômicas. A produção de aves gera anualmente enorme quantidade de resíduo que precisa de destinação correta, de modo a minimizar os impactos ambientais a curto e longo prazo (CRUZ et al., 2017; PARENTE et al., 2019)

À medida que a produção nacional de frangos aumenta, maiores quantidades de resíduos, como a cama de aves, são geradas e é notória a necessidade de novas possibilidades de manejo e de destino deste resíduo a fim de minimizar os impactos por ele causado. Nesse sentido, tem-se

verificado a necessidade de maiores estudos relacionados com o manejo adequado, principalmente com a qualidade da cama e o destino deste subproduto (FUKAYAMA, 2008).

Uma alternativa para destinação deste resíduo da produção é a sua aplicação como adubo orgânico ao solo. Esta atividade está sendo muito difundida, não somente na adubação de pastagens (BRYAN et al., 2017), mas também em hortaliças (ZÁRATE et al, 2003) e milho (SILVA et al., 2011). O uso da cama de aves como adubo orgânico pode tornar a produção mais rentável em virtude da substituição de parte ou a totalidade do adubo químico, principalmente ureia, mas também adubos minerais potássicos ou fosfatados. Todavia, há carência de pesquisas que orientem os agricultores quanto às doses, frequência de aplicação, eficiência agrônômica destes resíduos orgânicos em substituição às fontes minerais.

O efeito da matéria orgânica sobre a produtividade pode ser direto, por meio do fornecimento de nutrientes; ou indiretamente por modificações nas propriedades físicas do solo, melhorando o ambiente radicular e estimulando o desenvolvimento das plantas (KIEHL, 1997). É de grande importância que o produtor utilize um material de excelente qualidade, livre de produtos químicos e padronizado quanto à composição química. Quantidades inadequadas deste resíduo na forma *in natura* podem provocar contaminação do solo, alterando a dinâmica no agroecossistema.

A fauna edáfica desempenha importantes funções na manutenção do equilíbrio do agroecossistema, atuando no fluxo energético e na manutenção da cadeia alimentar. Pela influência direta na qualidade do solo e a sensibilidade às alterações provocadas pelo uso e manejo, os organismos do solo apresentam importante papel como bioindicadores da qualidade do solo (FERREIRA et al., 2018). A adubação é uma das práticas de manejo do solo que pode modificar a estrutura de comunidades do solo e os grupos edáficos (LAVELLE et al., 2006). As respostas da fauna do solo à adubação relacionam-se, principalmente, à disponibilidade de nutrientes, em função das alterações no carbono da biomassa microbiana, e disponibilidade de nitrogênio, fósforo e potássio (WANG et al., 2016)

Neste contexto, torna-se imprescindível estudar o impacto da aplicação de cama de aves na fauna edáfica. A fauna do solo pode ser uma ótima ferramenta biológica para a difusão da Educação Ambiental, principalmente em estudos de impactos ambientais voltados ao uso do solo. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da cama de aves em organismos da fauna do solo, em diferentes locais no campus São Miguel do Oeste do Instituto Federal de Santa Catarina; e oportunizar aos alunos atividades práticas em Educação Ambiental, no contexto da formação técnica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido como parte das atividades práticas da disciplina de Tratamento de Resíduos, ministrada para o curso Técnico Integrado em Agropecuária do Instituto Federal de Santa Catarina, campus São Miguel do Oeste, SC. Esta prática tem por objetivo, agregar conhecimentos por meio da integração entre as disciplinas ministradas no curso e, resgatar conhecimentos e habilidades adquiridos na formação básica.

A aplicabilidade desta prática incentiva a pesquisa como princípio educativo promovendo a interdisciplinaridade e a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, por meio do incentivo à inovação tecnológica. Neste estudo, foi oportunizado aos alunos, um espaço de associação dos conhecimentos teóricos, construídos anteriormente, à novos conhecimentos práticos. A Educação Ambiental como ferramenta de gestão ambiental, permitiu aos alunos, associar conhecimentos relacionados à caracterização e classificação dos resíduos das atividades agrícolas; as perspectivas da redução, a reutilização e reciclagem de resíduos e o aproveitamento alternativo de resíduos. Esta ação concebe a relação entre o conhecimento científico e o social, na qual são reconhecidos novos saberes ambientais, pautados na ética da responsabilidade e na sustentabilidade socioambiental, práticas fundamentais na construção da criticidade na Educação Ambiental.

O estudo foi conduzido no Instituto Federal de Santa Catarina campus São Miguel do Oeste, SC (26°44'37.7"S 53°31'36.0"W). O solo é classificado como Latossolo vermelho. O clima da região é subtropical do tipo Cfa (mesotérmico úmido, com verão quente), com precipitação pluvial anual média de 1.700 a 1.900 mm (MUNIZ et al., 2019)

Na captura dos organismos do solo, utilizou-se o método PROVID (ANTONIOLOI et al., 2006). Em cada local foram instaladas três armadilhas contendo 200 ml de álcool 70% (Figura 1). Os locais do estudo foram (Figura 2): a) área adjacente ao depósito de cama de aves, b) cultivo de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) com a aplicação de cama de aves; e c) cultivo de nabo forrageiro sem a aplicação da cama de aves. A área de cultivo do nabo forrageiro foi adubada com o resíduo orgânico da cama de aves, conforme recomendações técnicas (CQFS, 2018).

As armadilhas de queda são eficientes na avaliação da abundância e diversidade de organismos do solo. Além disso, estas armadilhas do tipo PROVID preconizam a reutilização de garrafas PET, atentando para um dos princípios básicos da educação ambiental.

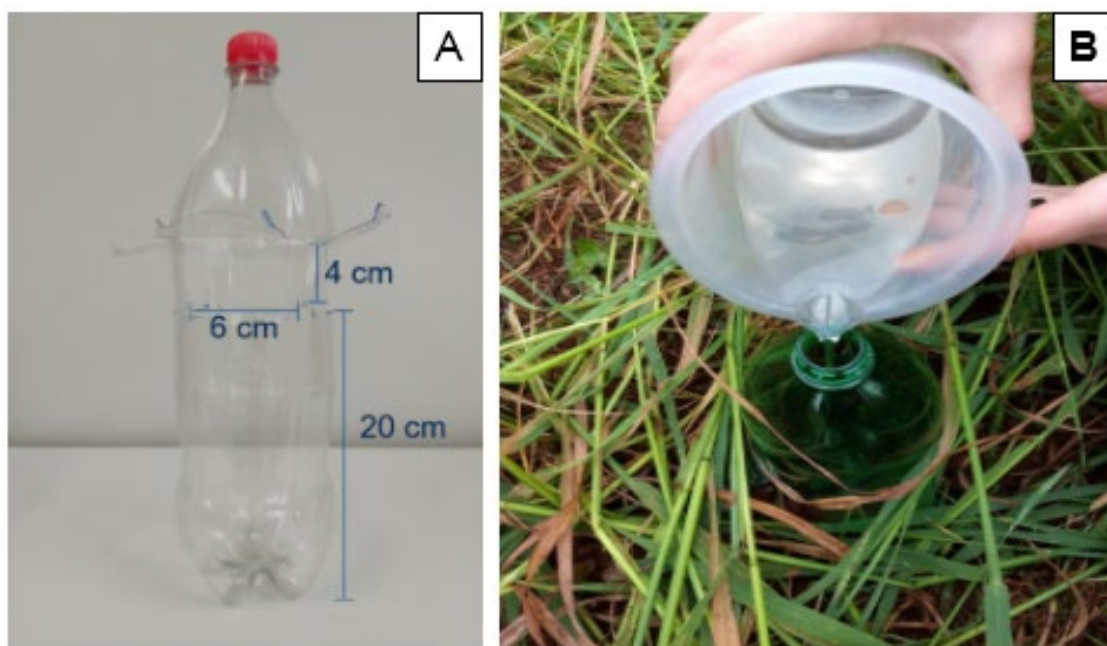


Figura 1. Armadilha do tipo PROVID confeccionada pelos alunos na disciplina de tratamento de resíduos (A), adição da solução conservante (álcool 70%) nas armadilhas (B).

Nas áreas de estudo, os alunos utilizaram uma cavadeira para a abertura das covas. As armadilhas foram instaladas com cuidado, a fim de evitar que grandes quantidades de solo fossem introduzidas no seu interior, como forma de facilitar a posterior análise dos organismos (Figura 2). Após a introdução das armadilhas no solo, a vegetação do local, bem como resíduos culturais foram alocados sobre cada armadilha.

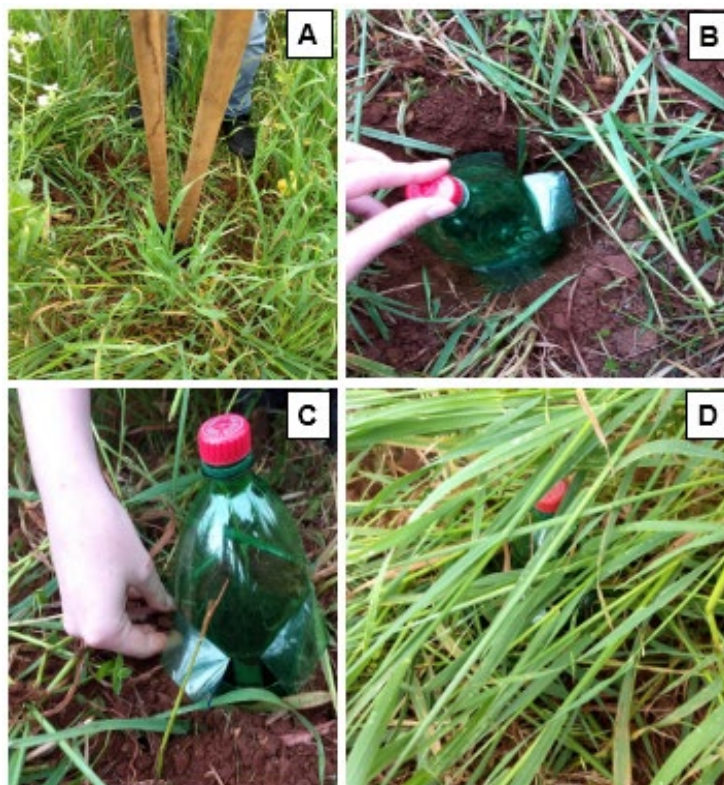


Figura 2. Abertura de covas para a armadilha do tipo PROVID nos diferentes locais (A), colocação da armadilha no solo (B e C) e proteção das armadilhas nos locais amostrados (D).

As armadilhas permaneceram quatro dias no campo. Após a coleta e como forma de dinamizar a avaliação dos PROVIDS decidiu-se trabalhar com amostras compostas. Estas amostras foram adicionadas em peneiras (malha de 400 mesh) para a separação dos organismos das impurezas (Figura 3).



Figura 3. Limpeza e separação dos organismos da fauna do solo em amostras oriundas das armadilhas do tipo PROVID.

Desta forma, os indivíduos foram classificados em grupos de acordo com características morfológicas. Os alunos utilizaram uma ficha de classificação simplificada (SOUZA, 2007). A identificação foi realizada com auxílio de lupa. Foram observadas a riqueza e abundância de indivíduos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adoção de estratégias diferenciadas de ensino e voltadas ao desenvolvimento sustentável são extremamente importantes para a contextualização dos alunos frente às problemáticas cotidianas. O uso indiscriminado de cama de aves pode resultar em contaminação seguida por poluição dos compartimentos ambientais (água, solo e atmosfera). Desta forma, os bioindicadores em estudos de impactos ambientais são importantes ferramentas de monitoramento do equilíbrio no sistema. A fauna do solo é sensível ao manejo, às diferentes práticas antrópicas e aos diversos condicionantes ambientais existentes o que a configura como um excelente indicador biológico (FERREIRA et al., 2018; 2019).

A adição de cama de aves no solo, independente do uso, modificou a fauna edáfica. O local próximo ao depósito da cama de aves apresentou a menor abundância total de indivíduos (112 indivíduos) (Tabela 1 e Figura 4). Da mesma forma, no local próximo ao depósito foi verificado a menor riqueza de grupos, quando comparado ao cultivo de nabo com aplicação da cama de aves, sugerindo um estado de desequilíbrio ambiental. A partir destes resultados, os alunos foram capazes de refletir sobre os impactos que o depósito de resíduos orgânicos provocou no solo, reduzindo significativamente o número e a riqueza de organismos edáficos; e comparativamente, o cultivo do nabo favoreceu a fauna do solo em relação ao utilizado como depósito para a cama de aves (Tabela 1).

No cultivo de nabo, sem adubação com cama de aves, houve alta dominância de colêmbolos. Da mesma forma, os ácaros também foram mais abundantes neste local, em função do incremento de matéria orgânica e nutrientes no sistema. Neste sistema foi verificada a maior abundância e riqueza de grupos edáficos. Contudo, no cultivo de nabo com a aplicação da cama de aves houve redução na riqueza de grupos. Neste local, a presença da cama de aves *in natura* reduziu a abundância e riqueza de grupos. Segundo Maccari (2018) a presença de cama de aves *in natura* e em grande quantidade provoca efeitos negativos em alguns organismos da fauna do solo, principalmente colêmbolos e minhocas, devido ao menor grau de estabilização e da presença de frações orgânicas mais lábeis no resíduo, resultando na formação de alguns compostos tóxicos como amônio, nitrato e amônia. Estes resultados corroboram com estudos sistemas hortícolas e pastagem. Almeida et al. (2017) verificaram menor riqueza de grupos em um solo adicionado de grande quantidade de cama de aves para o cultivo hortícola. Silva et al. (2019) observaram menor riqueza da fauna do solo quando foi utilizado apenas cama de aves na adubação de pastagem Tifton 85 quando comparado ao solo adubado com dejetos de suínos em mistura com cama de aves.

Tabela 1: Grupos da fauna do solo observados em área adjacente ao depósito de cama de aves (DCA), em cultivo de nabo forrageiro adubado com cama de aves (NCCA) e nabo forrageiro sem adição de cama de aves (NSCA). IFSC-SMO, 2018.

Grupo	DCA	NCCA	NSCA
Araneae	2	-	1
Colêmbolos	102	1000	5000
Coleoptera	2	-	3
Diptera	3	5	2
Hymenoptera	5	-	2
Hemiptera	-	1	1
Acarina	-	6	1
Isoptera	-	-	1
Abundância Total	112	1012	5000
Riqueza	5	4	8

NCCA: cultivo de nabo forrageiro com aplicação de cama de aves; NSCA: cultivo de nabo forrageiro sem aplicação de cama de aves; DCA: local adjacente ao depósito de cama de aves.

As biotransformações dos resíduos orgânicos tornam os resíduos orgânicos mais estáveis e com potencial benéfico superior ao resíduo *in natura* (ECKIHARDT et al., 2018). A partir desta análise, os alunos puderam compreender a importância das biotransformações dos resíduos orgânicos e os efeitos da adição de resíduos *in natura* na fauna do solo. Esta atividade prática transcendeu os conceitos de compostagem e vermicompostagem, como alternativas para o tratamento de resíduos orgânicos, ao associar os impactos negativos da utilização de resíduos orgânicos *in natura* nos grupos de organismos que integram a fauna edáfica.

O grupo dos colêmbolos foi observado em maior número em todos os locais (Tabela 1). Estes indivíduos são considerados bioindicadores e sua abundância está diretamente relacionada às boas condições de solo. Os colêmbolos são considerados microartrópodes do solo e possuem grande influência na ecologia microbiana, ciclagem de nutrientes e na fertilidade do solo, pois auxiliam na decomposição de resíduos orgânicos (OLIVEIRA FILHO et al., 2016). A maior abundância destes organismos instigou a atenção dos alunos (Figura 4), visto que ao transferir as amostras para as placas de Petri, e realizar a contagem dos organismos, os colêmbolos foram facilmente visualizados sem a necessidade de estereomicroscópio, pois formavam uma camada de cor cinza-azulada sobre a placa. Para muitos alunos, esta atividade prática oportunizou o primeiro contato e a visualização de colêmbolos. No contexto ambiental, foi proporcionado aos alunos a compreensão do importante papel ecológico desempenhado pelos colêmbolos, e associar a presença de determinados morfotipos de colêmbolos com agroecossistemas mais resilientes (MACHADO et al., 2019; GRUSS et al., 2019).

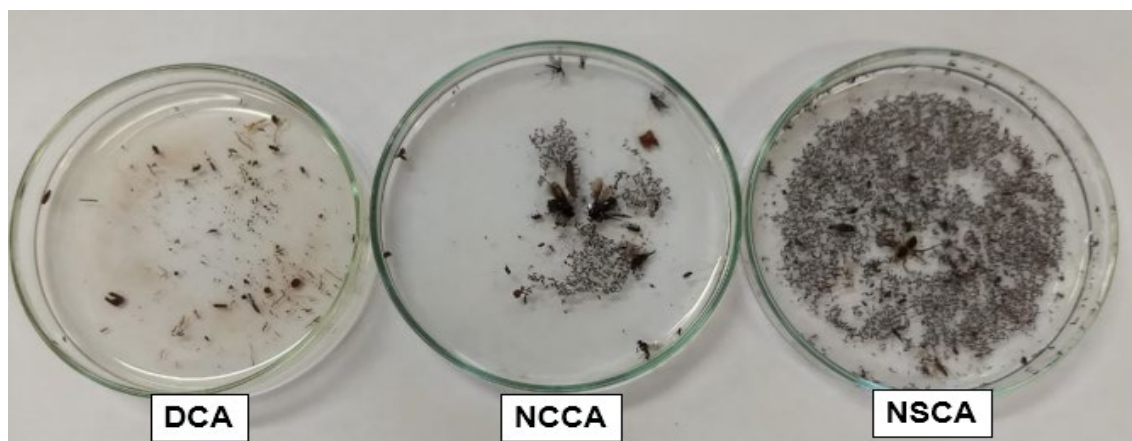


Figura 4. Análise dos organismos da fauna do solo em área com nabo forrageiro adubado com cama de aves (NCCA), nabo forrageiro sem adição de cama de aves (NSCA) e local adjacente ao depósito de cama de aves (DCA) no IFSC-SMO. Nas placas, principalmente NSCA é possível identificar grande predominância de colêmbolos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ações práticas de educação ambiental possibilitam maior sensibilidade e visão crítica os alunos às problemáticas ambientais. O reaproveitamento de resíduos orgânicos é uma prática voltada ao desenvolvimento sustentável e sendo vivenciada pelos próprios alunos no seu cotidiano, este constituindo-se como um contexto favorável para construção de saberes socioambientais, fundamentais para a plena formação técnica e cidadã.

A fauna edáfica mostrou-se sensível a aplicação da cama de aves. No cultivo de nabo forrageiro sem a aplicação da cama de aves foi verificada a maior abundância e riqueza de grupos da fauna do solo, contrapondo a redução na abundância de organismos, principalmente colêmbolos, na área com aplicação da cama de aves.

Estratégias de ensino como a prática com organismos do solo devem ser planejadas de forma a oportunizar aos alunos uma aprendizagem significativa. Nesta ação, a prática integrou conhecimentos sobre as técnicas de compostagem e vermicompostagem, uso e manejo do solo, tratamento de resíduos e os organismos do solo, contribuindo para uma visão sistêmica do agroecossistema e dos impactos que as ações antrópicas ocasionam no ambiente.

REFERÊNCIAS

- ABPA. **Associação Brasileira de Proteína Animal**. Disponível: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/resumo>>. Acesso: 21 de maio de 2019.
- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2018**. Disponível: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>>. Acesso: 27 de outubro de 2019.
- ALMEIDA, H. S. et al. Ocorrência e diversidade da fauna edáfica sob diferentes sistemas de uso do solo. **Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária**. v. 1, n. 1, p. 15-23, 2017.
- ANTONIOLLI, Z. I. et al. Método alternativo para estudar a fauna do solo. **Revista Ciência Florestal**. v. 16, n. 4, p. 407-417, 2006. Disponível: <<https://www.redalyc.org/pdf/534/53416406.pdf>>

CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. dos S.; FIGUEIREDO, V. **Fertilizantes Organominerais de Resíduo do Agro-negócio: Avaliação do Potencial Econômico Brasileiro**. Indústria Química /BNDES Setorial, n. 45, p.137: Rio de Janeiro, 2017. Disponível: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/11814/1/BS%2045%20Fertilizantes%20organominerais%20de%20res%20c3%aadduos%20%5b...%5d_P_BD.pdf

ECKHARDT, D. P. et al. Cattle Manure Bioconversion Effect on the Availability of Nitrogen, Phosphorus, and Potassium in Soil. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 42, e0170327, 2018. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832018000100527&lng=pt&nrm=iso>.

FERREIRA, C. R.; CORREIA, M. E. F.; CAMARA, R.; RESENDE, A. S.; CUNHA DOS ANJOS, L. H.; PEREIRA, M. G. Soil fauna changes across Atlantic Forest succession. **Comunicata Scientiae**. v. 9. n. 2, p. 162-174, 2018. <http://dx.doi.org/10.14295/CS.v9i2.2388>

FERREIRA, C. dos R.; GUEDES, J. do N.; ROSSET, J. S.; CUNHA DOS ANJOS, L. H.; PEREIRA, M. G. Diversity of the edaphic macrofauna in areas managed under notillage for different periods. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 40, n. 2, p. 599-610, 2019. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n2p599>

FUKAYAMA, E. H. **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante**. 2008. 99f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

GRUSS, I. et al. The Effect of Biochar Used as Soil Amendment on Morphological Diversity of Collembola. **Sustainability**. v. 11, n.18, p. 5126, 2019. <https://doi.org/10.3390/su11185126>

IBGE, 2019. **Pesquisa Trimestral do Abate de Animais**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9203-pesquisas-trimestrais-do-abate-de-animais.html?=&t=publicacoes>>.

KIEHL, J.C. Adubação orgânica de culturas forrageiras. In. SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV/Unesp, 1997. p. 208 - 250.

LAVELLE, P. et al. Soil Invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Soil Biology**. v.42, p. 3 - 15, 2006. Disponível: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1164556306001038>>.

LIMA, J.J. et al. Influência da adubação orgânica nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico e na produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Acta Sci. Agron**. Maringá, v. 29, supl., p. 715719, 2007.

MACCARI, A. P. **Avaliação ecotoxicológica de cama de aves em solos do estado de Santa Catarina**. 2018. 172f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). - Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, SC. 2018. <https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1478/Tese_AnaPaulaMaccari_Versaofinal_15694160117643_1478.pdf>.

MACHADO, J. da S. et al. Diversidade morfológica de colêmbolos (Hexapoda: Collembola) como bioindicadora de qualidade do solo em sistemas de uso. **Biota Neotropica**. v.19, n.1, e20180618, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-bn-2018-0618>.

MUNIZ, J. et al. Propagação e Produção Orgânica de *Physllis* na Região do Extremo-Oeste Catarinense. **Revista Eletrônica Técnico-Científico do IFSC**. v. 2, n. 6, p. 45- 51, 2018. <<http://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/1980/119>>.1

O'BRYAN, C. A. et al. Assessment of nitrogen and phosphorus loads present in environments impacted by alternative poultry processing operations utilized in pasture-raised poultry production. **Renewable Agriculture and Food Systems**. v 32, n. 1, p. 33-42, 2017. <https://doi.org/10.1017/S1742170515000514>

OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; BARETTA, D. Por que devemos nos importar com os colêmbolos edáficos?. **Scientia agraria**, v. 17, n. 2, p. 21-40. 2016.

PARENTE, C. E. T. et al. Multi-temporal accumulation and risk assessment of available heavy metals in poultry litter fertilized soils from Rio de Janeiro upland region. **Environ Monit Assess**. v. 191, n. 28, p. 1-13, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-7156-7>

SILVA, R.F. et al. Changes in edaphic mesofauna by successive application of pig slurry and poultry litter in Tifton 85 pasture. **Rev. Bras. Cienc. Agrar.**, Recife, v.14, n.2, e5654, 2019. <https://www.researchgate.net/profile/Douglas_Scheid/publication/334124224>

SILVA, T. R. et al. Cultivo do milho e disponibilidade de P sob adubação com cama-de-frango. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.9, p.903–910, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000900005>

SOUZA, B. **Chaves para algumas ordens e famílias de insecta**. UFLA. Acesso: 30 de outubro de 2019. Disponível: http://www.den.ufla.br/attachments/article/70/apostila_GET101_completa.pdf

WANG, S. et al. Fertilizer regime impacts on abundance and diversity of soil fauna across a poplar plantation chronosequence in coastal Eastern China. **Scientific Reports**, v. 6, n 20816, p. 1-10, 2016. <http://dx.doi.org/10.1038/srep20816>

ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. DO C.; BRATTI, R. Efeitos da cama-de-frangos e da época de produção e a renda bruta da cebolinha “Todo Ano”. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 33, n. 2, p. 73-78, 2007.

DOSES DE CINZA DE BIOMASSA FLORESTAL E SEU EFEITO NOS TEORES NUTRICIONAIS FOLIARES E NO DESENVOLVIMENTO DA AVEIA



MAURICIO VICENTE ALVES

Universidade do Oeste de Santa Catarina

CRISTIANO NUNES NESI

Universidade do Oeste de Santa Catarina

JAQUELINE GAIO SPRICIGO

Universidade Federal de Santa Maria

ANDRESSA CHAGAS

Universidade Federal da Grande Dourados

GABRIELA NAIBO

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

WHELYTON EDUARDO CANDIDO

Universidade do Oeste de Santa Catarina

GILBERTO LUIZ CURTI

Universidade do Oeste de Santa Catarina

EVERTON SKORONSKI

Universidade do Estado de Santa Catarina

deram a 0; 3,5; 7; 14; 28 e 56 t/ha⁻¹ de cinza. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições. Foram analisados altura de plantas, massa fresca e massa seca de parte aérea e raiz, macronutrientes e micronutrientes. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos, à análise de regressão. Os teores de nitrogênio ficaram abaixo da média exigida pela cultura. Os teores de K em todos os tratamentos foram superiores aos valores considerados padrões. O cálcio no tratamento testemunha e no de 3,5 t ha⁻¹ permaneceu dentro da faixa adequada e os demais tratamentos acima do ideal. Os elementos P, Mg, Cu e Zn ficaram dentro dos valores ideais para a cultura. Para massa seca de raiz houve um incremento a cada tonelada aplicada. A maior altura de plantas foi encontrada nas doses 29,128 t ha⁻¹ e 37,238 t ha⁻¹ de cinza. Observamos que a medida que se aumenta a dose aplicada de cinza ocorre um incremento nos teores de Ca e Cu nas folhas e na massa seca das plantas, até a dose de 22 t ha⁻¹.

RESUMO: A cinza de biomassa florestal é proveniente da queima de madeira das indústrias de papel e celulose. Este resíduo, quando conhecidas as suas características físicas, químicas e biológicas pode ser utilizado na agricultura para a reposição de nutrientes e melhoria dos atributos do solo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de diferentes doses de cinza de biomassa florestal no cultivo da aveia preta. O experimento foi conduzido no município de Xanxerê, SC, na Universidade do Oeste de Santa Catarina, em casa de vegetação no ano de 2015. O solo utilizado foi um horizonte A de um Latossolo Vermelho distroférico, coletado na camada de 0-10 cm. Os tratamentos correspon-

PALAVRA-CHAVE: resíduo, *Avena strigosa* Schreb, nutrientes foliares.

ABSTRACT: Forest biomass ash is generated from wood firing in the pulp and paper industries. As long as the physical, chemical and biological characteristics of this waste are known, we would use it in agriculture as nutrient replacement and for the improvement of soil attributes. The present work aimed to evaluate the application effects of different forest biomass ash doses on black oat cultivation. The experiment was carried out

in the municipality of Xanxerê, SC, in a greenhouse at the University of Western Santa Catarina, in 2015. The soil used was a horizon A of a dystrophic Red Latosol, collected at the 0-10 cm layer. It was applied ash at the following loads: 0; 3.5; 7; 14; 28 and 56 t ha⁻¹. The experimental design was completely randomized, with six treatments and five replications. The parameters plant height, fresh and dry mass of shoot and root systems, macronutrients and micronutrients were analyzed. The data were subjected to analysis of variance and, for the statistically significant difference observed, to regression analysis. Nitrogen levels were below the average amount required by the crop. Potassium contents were higher than the values considered as standard in all treatments. The calcium in the control treatment and in the test at 3.5 t ha⁻¹ remained within the adequate range. The other treatments showed results above the ideal level. The elements P, Mg, Cu and Zn were within the ideal values for the culture. For root dry mass there was an increment for each ton applied. The highest plant height was found at doses of 29,128 t ha⁻¹ and 37,238 t ha⁻¹ ash. We observed that the increase in the applied dose of ash is responsible for higher concentration of Ca and Cu in leaves and dry mass of plants, up to 22 t ha⁻¹ doses.

KEYWORDS: residue, *Avena strigosa* Schreb, leaf nutrients

INTRODUÇÃO

A utilização de resíduos na agricultura, os quais seriam descartados por suas empresas geradoras, vem sendo uma estratégia muito utilizada para o aumento da sustentabilidade da produção agroindustrial. Muitos destes resíduos deixaram de ser considerados como passivos ao meio ambiente, e de posse de suas características físicas, químicas e biológicas, podem ter vários destinos, incluindo o uso na agricultura, como fonte de reposição de nutrientes e na melhoria das características do solo (SILVEIRA, 2010).

A cinza “de caldeira” é resultante da queima de biomassa florestal em empresas de papel e celulose, para o aquecimento das caldeiras. Assim o aumento constante de produção destes produtos, gera diariamente grande quantidade deste resíduo, constituindo uma preocupação ambiental (MORO e GONÇALVES, 1995). As mesmas são compostas por quantidades consideráveis de macro e micronutrientes que podem corrigir a acidez do solo, o que lhe confere um bom potencial para uso agrícola (OLIVEIRA et al., 2006). Assim as características químicas da cinza de caldeira da indústria de Dendê obtidas por Oliveira et al. (2006) é 10,0 de pH; 8, 8g kg⁻¹ de nitrogênio; 57,3 g kg⁻¹ de P; 50,8 g kg⁻¹ de K; 76,5 g kg⁻¹ de Ca, 23,3 g kg⁻¹ de Mg; 8,3 g kg⁻¹ de enxofre; 10,1 g kg⁻¹ de ferro; 274 mg kg⁻¹ de Cu, 190 mg kg⁻¹ de B, 457 mg kg⁻¹ de Mn e 199 mg kg⁻¹ de Zn.

Em estudos realizados por Bellote et al. (1994) pode-se constatar que os tratamentos que receberam uma maior quantidade de cinza de biomassa tiveram um aumento significativo nos teores nutricionais do solo e, além disso, verificou-se aumento nos teores foliares de fósforo, potássio, cálcio e magnésio no *Eucalyptus grandis*. Souza et al. (2013) avaliaram o efeito de cinza de caldeira em doses crescentes sobre a produção da cultura de alface, e concluíram que nos níveis de 11,35 mg ha⁻¹ proporcionou o maior valor de massa fresca da parte aérea sendo 180,4 g por planta, e para massa seca da parte na aérea na dose de 12,4 mg ha⁻¹ atingiu a máxima produção chegando a valores de 9,9 g por planta.

Desta forma, observamos que este produto pode substituir ou complementar a adubação química. Entretanto são necessários estudos para determinar as doses mais adequadas em virtude dos efeitos no solo e na planta, bem como a viabilidade de sua utilização em diversas culturas, principalmente as de interesse agrônomo. Dentre estas, a aveia preta (*Avena strigosa*), uma planta da família das gramíneas, caracteriza-se por ser uma excelente alternativa para o cultivo de inverno e na rotação de culturas, tendo grande importância dentro do sistema de produção de grãos no sul do Brasil. É utilizada na alimentação humana e animal e como forrageira para cobertura do solo (PORTAS e VECHI, 2007). Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de cinza de biomassa florestal sobre massa seca, desenvolvimento e teores químicos foliares da aveia preta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Xanxerê, na Universidade do Oeste de Santa Catarina – Campus Xanxerê, em casa de vegetação. A cultura utilizada foi a aveia preta (*Avena strigosa*). O plantio ocorreu em julho de 2015, onde foram semeadas seis sementes por vaso. Após duas semanas efetuou-se o desbaste dos mesmos, sustentando quatro plantas, durante um período de sessenta dias.

O solo utilizado no experimento foi o Latossolo Vermelho distroférico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (2013), sendo este coletado na camada de 0-10 cm, destacando as características na Tabela 1, avaliadas conforme metodologia descrita em Tedesco et al. (1995).

Tabela 1: Atributos químicos e granulométricos do solo o qual foi utilizado no plantio da aveia preta.

P	K	Al	H+Al	Ca	Mg	MOS	pH	pH
----mg dm³----		-----cmol _c dm⁻³-----				%	água	SMP
14,92	206,67	0	5,61	11,15	6,56	5,50	6,08	5,78
t*	T	SB	V	Argila		Silte		Areia
-----cmol _c dm³--		-----%						
18,24	23,85	18,24	76,45	60		20		20

t*: CTC efetiva; T: CTC em pH 7,0; SB: Soma de Bases; V: Saturação de Bases; MOS: Matéria orgânica.

Anteriormente a semeadura, realizou-se a correção da fertilidade do solo conforme a necessidade da cultura e expectativa de produção conforme descrita no (COMISSÃO..., 2004). A adubação foi feita com aplicação de 44,4 Kg ha⁻¹ na semeadura e duas aplicações de 45 Kg ha⁻¹ em cobertura de ureia, 200 Kg ha⁻¹ de cloreto de potássio e 222,2 Kg ha⁻¹ de super fosfato simples no plantio. Cada vaso continha 1 kg de solo, onde posteriormente foram incorporadas as doses de cinza com características descritas na tabela 2. Os tratamentos corresponderam a 0; 3,5; 7; 14; 28 e 56 t ha⁻¹ (volume/volume).

Tabela 2: Caracterização química da cinza de biomassa florestal da empresa Celulose Irani S.A.

pH	PRNT	PN	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	MS ¹		
-----%												
7,2	11,9	12,5	0,18	0,29	1,28	3,04	2,95	0,04	4,87	30		
Cu	Zn	Na	Fe	Mn	Ba	Cd	Co	Cr	Ga	Li	Sr	Tl
-----mg dm ⁻³ -----			--g dm ⁻³ --		-----%							
57,04	28,92	1050	13,0	2,27	0,02	0,0012	0,0052	<LD ²	0,01	<LD	0,01	0,02

¹Materia seca, ²LD = Menor que o limite de detecção do equipamento.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, apresentando seis tratamentos com cinco repetições, totalizando 30 vasos. O mesmo foi conduzido em casa de vegetação com irrigação duas vezes ao dia, com intensidade média de aproximadamente 5 mm/dia.

Semanalmente media-se a altura de todas as plantas com régua graduada (1 mm), do solo a última folha completamente expandida. Na nona semana realizou-se a colheita e a pesagem da massa fresca de parte aérea e de raiz contida em cada vaso. Em seguida as amostras foram levadas a estufa a 65°C, até atingirem a massa constante e posteriormente pesada para obtenção da massa seca de parte aérea e da raiz.

Após secar as folhas em estufa, foi realizado as análises de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) e micronutrientes (Cu, Zn) no Laboratório de Solos Unoesc Xanxerê, conforme metodologia descrita pela Embrapa (2009).

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando teste F, com 95% de confiança, e quando o efeito de dose foi significativo, os dados foram submetidos à análise de regressão ajustado os modelos Mitscherlich, equações lineares simples e modelo linear quadrático: Mitscherlich ($y=b1*(1-e^{-\log(1-0,99)*(dose-b1/b2-b1)})$) em que “y” representa a variável resposta, “b1” assíntota máxima, “b2” dose que confere 99% da assíntota máxima, “b3” parâmetro que controla a forma da função; linear quadrático ($y = ym + c * (x - xm)$) em que, “y” = resposta, “ym” mínima resposta, “c” parâmetro que controla a forma da função, “xm” é a dose que confere a mínima resposta; linear simples ($y = b1+b2*dose$) em que “y” representa a variável resposta, “b1” o intercepto – resposta para dose zero e “b2” taxa de incremento (crescente ou decrescente), conforme parametrização proposta por ZEVIANI (2013). Todas as análises foram realizadas com o programa R (R CORE TEAM, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise química da planta

De posse dos teores nutricionais na planta de aveia, os mesmos foram submetidos a uma análise de variância ANOVA, e quando significativos analisados através de regressão, com ajuste do melhor modelo para cada elemento (Tabela 3).

Tabela 3: Parâmetros das equações avaliados nas características químicas na aveia preta após aplicação de diferentes doses de cinza (0; 3,5; 7; 28; 56 t ha⁻¹), Xanxerê – SC, 2015.

	b1	b2
	Mitscherlich	
Cálcio (g kg⁻¹)	6,373	22,41
Cobre (mg kg⁻¹)	14,683	98,22
	Quadrática	
Potássio (g kg⁻¹)	33,04	32,045
	Linear	
Fósforo (g kg⁻¹)	3,485	-0,009
Nitrogênio (g kg⁻¹)	14,723	-0,041
Magnésio (g kg⁻¹)	3,103	-0,008
Zinco (mg kg⁻¹)	38,237	-0,117

Para Mitscherlich b1- valores máximos encontrados e b2- dose que confere 99% dos valores máximos encontrados (t/ha). Para Quadrática b1 - valor máximo da parábola e b2 dose que confere maior valor (t/ha). Para equação linear b1 – valor encontrado no nutriente quando dose igual a 0 (zero) e b2 incremento ou decréscimo por tonelada adicional aplicada.

O Cálcio foi ajustado pela equação de Mitscherlich e observamos que na dose de 22,41 t ha⁻¹ tivemos o valor de teor máximo, que é de 6,37 g kg⁻¹ de Ca (Figura 1 - A e Tabela 4). Mostrando claramente que temos uma melhor dose para um maior teor de Ca nas folhas da aveia.

O Cobre também foi ajustado pela mesma equação que o Ca, e a dose que indica o máximo teor é de 98,22 t ha⁻¹ e o teor máximo de 14,68 mg kg⁻¹ de Cu (Tabela 3). Observamos que à medida que aumenta a dose de cinza a um aumento do teor na planta, porem isso tende a se estabilizar na dose de 98,22 t ha⁻¹ (Figura 1 - B).

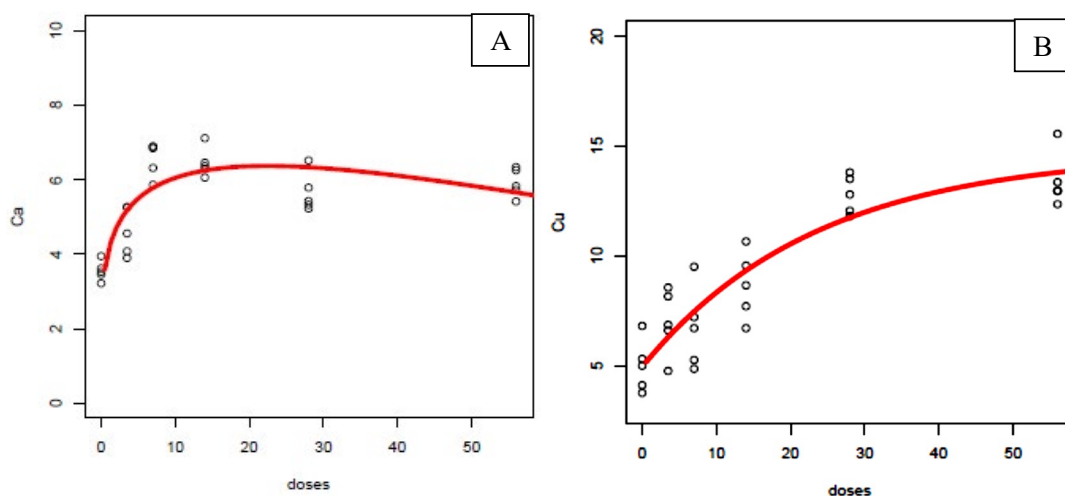


Figura 1: A- Comportamento do teor de Ca (g kg⁻¹) no tecido foliar da aveia nas diferentes doses (t ha⁻¹) de cinza após 60 dias de cultivo. B - Comportamento do teor de Cu (mg kg⁻¹) no tecido foliar da aveia nas diferentes doses (t ha⁻¹) de cinza após 60 dias de cultivo.

O potássio é o cátion mais abundante na planta, sendo absorvido em grandes quantidades pelas raízes, tendo importante função no estado energético, na movimentação e armazenamento de assimilados e na manutenção da água no tecido vegetal (FERNANDES, 2006). Sendo obtido assim os valores de b_1 que é o valor máximo da parábola (máximo teor encontrado) e b_2 a dose aplicada em que conferiu o maior teor (Tabela 3), desse modo na dose de 32,045 t ha⁻¹ o maior teor foi de 33,04 g kg⁻¹ de potássio. Deixando claro que se aumentarmos esta dose (32,04 t ha⁻¹) o teor de K nas folhas irá diminuir (Figura 2).

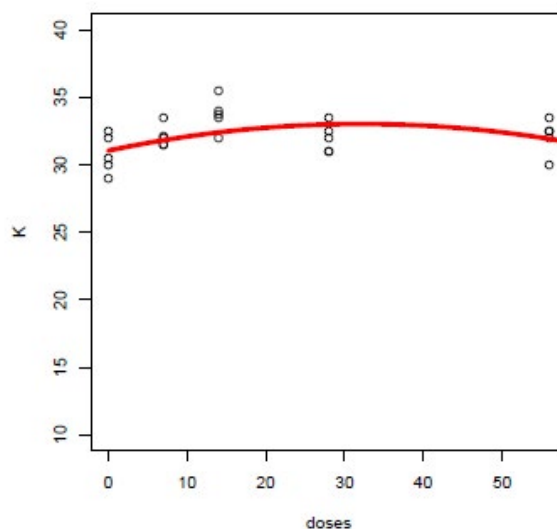
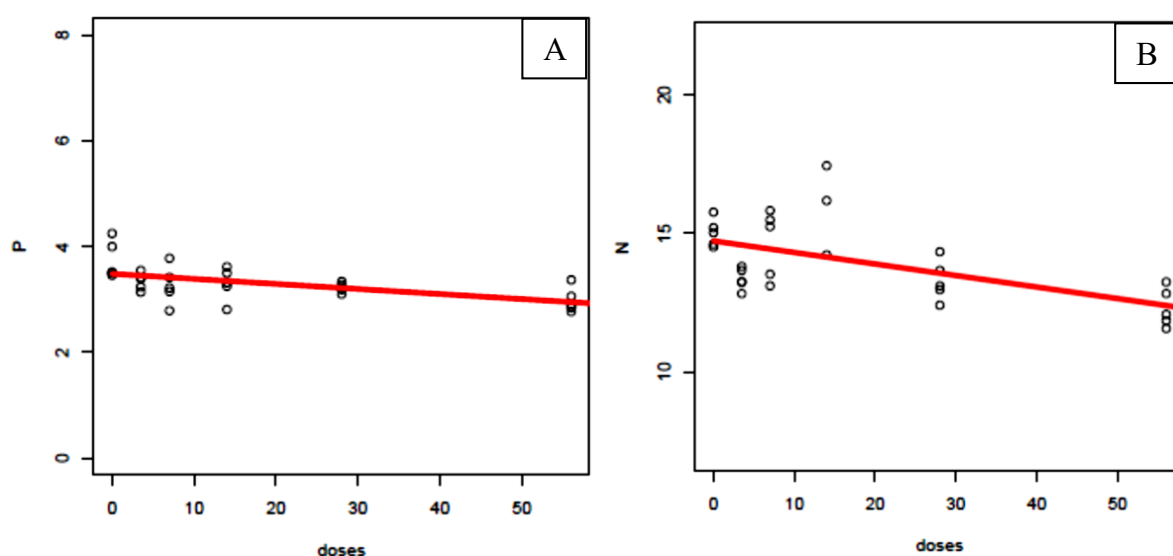


Figura 2: Comportamento do teor de K (g kg⁻¹) no tecido foliar da aveia nas diferentes doses (t ha⁻¹) de cinza após 60 dias de cultivo.

O fósforo, conforme adicionadas doses crescentes de cinza houve decréscimo na quantidade disponível do elemento na parte aérea da planta (Figura 3 - A). Onde a cada tonelada de cinza aplicada o teor decresce 0,009 g kg⁻¹ sendo o teor máximo encontrado na dose zero de 3,485 g kg⁻¹ (Tabela 3).



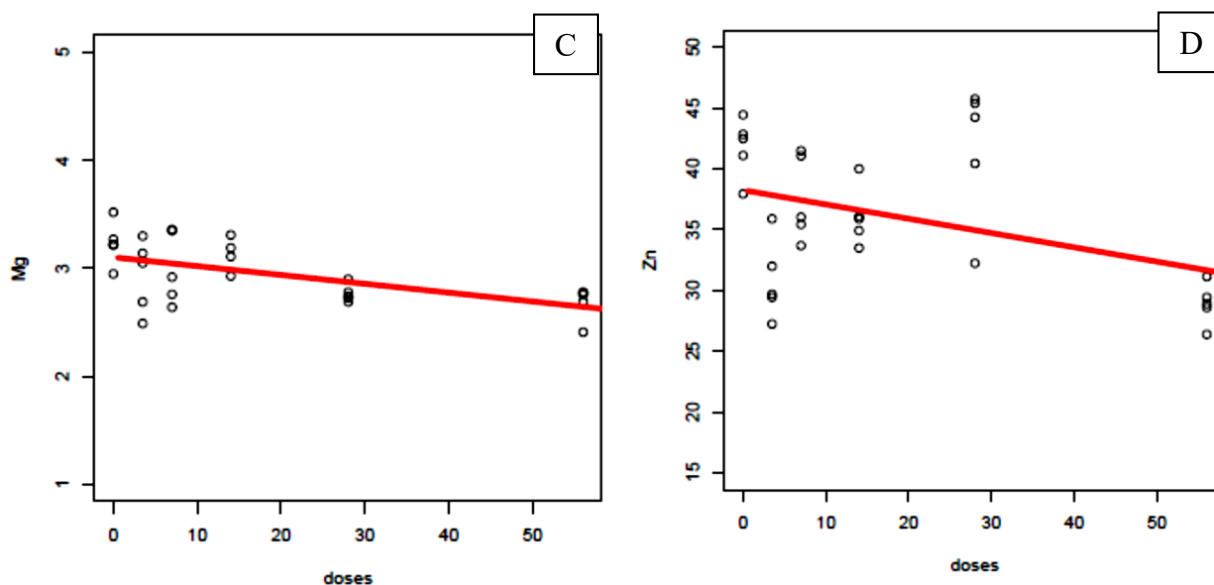


Figura 3: A - Comportamento do teor de P (g kg^{-1}) no tecido foliar da aveia nas diferentes doses (t ha^{-1}) de cinza após 60 dias de cultivo. B - Comportamento do teor de N (g kg^{-1}) no tecido foliar da aveia nas diferentes doses de cinza após 60 dias de cultivo. C - Comportamento do teor de Mg (g kg^{-1}) no tecido foliar da aveia nas diferentes doses (t ha^{-1}) de cinza após 60 dias de cultivo. D - Comportamento do teor de Zn (mg kg^{-1}) no tecido foliar da aveia nas diferentes doses (t ha^{-1}) de cinza após 60 dias de cultivo

O nitrogênio apresentou comportamento similar ao do P, onde se observou uma diminuição nos teores conforme aumentava-se as doses (Figura 3 - B). O valor máximo encontrado foi na dose zero ($14,72 \text{ t ha}^{-1}$) e a diminuição no teor a cada tonelada aplicada foi de $0,041 \text{ g kg}^{-1}$.

No magnésio foi diminuindo seu teor com a dose de cinza aplicada (Figura 3 - D), observando uma queda de $0,008 \text{ g/kg}$ do elemento no tecido foliar relacionada a ausência da aplicação com dose de $3,10 \text{ t ha}^{-1}$ de cinza de biomassa florestal (Tabela 3).

Para o micronutriente zinco, constatou-se um decréscimo com a dose aplicada (Figura 3 - D) resultando em $0,117 \text{ mg kg}^{-1}$ de zinco a menos no teor na parte aérea da planta de aveia a cada tonelada aplicada e o maior teor foi encontrado na dose zero de $38,237 \text{ t ha}^{-1}$ (Tabela 3).

A análise química de tecido vegetal é um método utilizado na avaliação nutricional da planta, comparando os valores analisados com o de um padrão de cada cultura (EMBRAPA; 2009). Observamos que o nitrogênio adequado para a cultura é de 20 a 30 g kg^{-1} (EMBRAPA; 2009). Nas condições do experimento os teores ficaram abaixo do adequado, estando entre $12,70$ a $16,12 \text{ g kg}^{-1}$ (Tabela 4). Podendo ser justificada, segundo Mandre (2005), que durante a combustão da cinza o nitrogênio volatiliza, assim sendo encontrada no composto apenas quantidade muito pequena do elemento.

Os teores de K em todos os tratamentos ficaram superior ($30,8$ e $32,4 \text{ g kg}^{-1}$) aos valores exigidos considerados padrões pela cultura (Tabela 4), que é de 15 a 30 g kg^{-1} (EMBRAPA, 2009). O cálcio os valores considerados padrões pela cultura são de $2,5$ a 5 g kg^{-1} (EMBRAPA; 2009), sendo que no tratamento testemunha e no de $3,5 \text{ t ha}^{-1}$ os teores ficaram dentro da faixa adequada, e os

demais tratamentos ficaram de 6,28 a 7,93 g kg⁻¹, encontrando-se acima da adequado. Quando Silva (2008) analisou o teor de Ca no tecido foliar de eucalipto observou-se que não ocorreram alterações significativas em função da aplicação de doses crescentes de cinza de biomassa, todavia os resultados encontrados ficaram acima do limite mínimo para o desenvolvimento normal da cultura.

Os elementos P e Mg os teores encontrados em todos os tratamentos ficaram dentro dos valores ideais para a cultura da aveia preta (Tabela 4). Conforme a EMBRAPA (2009) os valores ideais para P é de 2,0 a 5,0 g kg⁻¹ e para o Mg de 1,5 a 5,0 g kg⁻¹.

Os micronutrientes são elementos essenciais para o crescimento das plantas e se caracterizam por serem absorvidos em pequenas quantidades. A deficiência de qualquer micronutriente pode provocar problemas no desenvolvimento das plantas afetando a qualidade e quantidade da produção (FERNANDES, 2008). Em nosso estudo os micronutrientes Cu e Zn ficaram dentro da faixa suficiente da cultura da aveia, sendo os valores adequados segundo a EMBRAPA (2009) de 5 a 25 mg kg⁻¹ para Cu e de 15 a 70 mg kg⁻¹ de Zn.

Tabela 4: Teores nutricionais da parte aérea da aveia preta, sob influência de diferentes doses de cinza (0; 3,5; 7; 14; 28; 56 tha⁻¹), Xanxerê – SC, 2015.

Dose	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn
	----- g kg ⁻¹ -----				----- mg kg ⁻¹ -----		
¹ Padrão	20-30	2-5	15-30	2,5-5,0	1,5-5,0	5-25	15-70
Embrapa							
0	16,12a	3,70a	30,8a	4,48b	3,44a	7,44ab	47,99a
3,5	13,35a	3,34a	31,7a	4,61ab	2,93ab	6,98b	30,83a
7	15,81a	3,27a	31,2a	6,52ab	3,01ab	7,81ab	69,18a
14	15,94a	3,87a	32,4a	6,28ab	3,05ab	10,46ab	30,98a
28	14,33a	3,42a	32,0a	5,56ab	2,74b	13,97a	41,59a
56	12,70a	2,98a	32,1a	7,93a	2,68b	12,96ab	32,65a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.¹EMBRAPA, 2009.

Produção por vaso de massa seca de raiz e de parte aérea.

A incorporação de cinza de biomassa florestal interferiu na produção de massa seca da parte aérea da cultura da aveia preta (Figura 4 A). O incrementando por tonelada aplicada foi de 0,008 t ha⁻¹ na produção de massa seca de parte aérea da aveia preta (Tabela 5). Resultado similar ocorreu no trabalho de Bezerra, (2013), em que na dose de 15 g dm⁻³ de cinza vegetal incrementou em 78,41 e 66,25 % a produção de massa seca de folhas do capim-marandu, cultivado em Argissolo Vermelho-

Amarelo e Latossolo Vermelho, respectivamente, quando comparado ao tratamento sem a aplicação de cinza. A matéria seca da parte aérea está relacionada com a qualidade e quantidade de folhas, sendo um aspecto muito importante, pois estas representam umas das principais fontes de fotoassimilados e nutrientes para adaptação (BEZERRA, 2013).

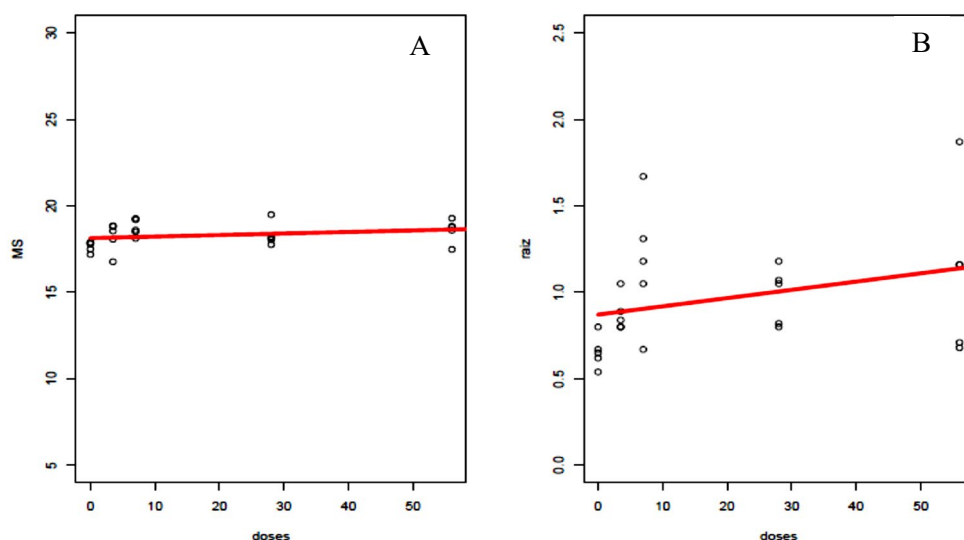


Figura 4: A - Avaliação de massa seca da parte aérea e B - massa seca de raiz da aveia (g), sobre doses de cinza (t ha^{-1}) após 60 dias de cultivo.

Para a matéria seca de raiz a equação mais adequada foi a linear simples, onde houve um incremento de $0,004 \text{ g}$ a cada tonelada aplicada (Tabela 5). O valor encontrado quando a dose é igual zero foi de $0,871 \text{ g vaso}^{-1}$ (Figura 4 - B), obtendo-se um resultado satisfatório com a utilização da cinza de biomassa florestal, o que mostra que à medida que aumentamos a dose a planta resultou em um maior peso de raiz. Segundo Bezerra (2013) a raiz é um órgão que possui as funções básicas de sustentação, reserva e absorção de água e nutrientes, relevante também na contribuição destas para o acúmulo de matéria orgânica no solo. Onde verificou que o capim-marandu em cultivo em Latossolo vermelho com menor fertilidade natural, obteve uma produção de massa seca da raiz que se ajustou a um modelo quadrático em que o maior valor $15,94 \text{ g vaso}^{-1}$ foi encontrada na dose de $10,65 \text{ g dm}^{-3}$, onde ultrapassou a produção de massa seca da raiz quando cultivada em Argissolo vermelho-amarelo onde o maior valor, igual a $10,0 \text{ g vaso}^{-1}$ de cinza vegetal foi na dose de $4,12 \text{ g dm}^{-3}$.

Tabela 5: Parâmetros das equações avaliadas na massa seca da parte aérea e massa seca da raiz da aveia preta, após aplicação de diferentes doses de cinza ($0; 3,5; 7; 28; 56 \text{ t ha}^{-1}$), Xanxerê – SC, 2015.

	b1	b2
	Linear	
Massa seca (g vaso^{-1})	18,136	0,008
Matéria seca raiz (g vaso^{-1})	0,871	0,004

Para equação linear b1 – valor encontrado quando dose igual a 0 (zero) e b2 incremento por tonelada adicional aplicada.

Altura de planta

Ao analisarmos as doses de cinza sobre a altura de plantas a equação se ajustou no modelo quadrático de regressão. Onde que b1 é o valor máximo encontrado na parábola e b2 a dose que confere maior valor (Tabela 6). Observamos que as doses que apresentaram o maior valor de altura de planta ficaram entre 29,128 tha^{-1} sendo na segunda semana e 37,238 t ha^{-1} de cinza na quarta semana (Figura 5 - C).

A altura de planta foi constata até a quarta semana, onde estabilizou por uma semana, voltando a um crescimento constante até o corte. Na segunda semana (Figura 5 - A) de avaliação as plantas estavam com média de 16,928 cm de altura (Tabela 6), e na última avaliação apresentou média de 44,120 cm de altura. Na quarta para quinta semana observa-se uma estabilização na altura da planta devido à necrose nas pontas das folhas, isso ocorreu em consequência a uma deficiência nutricional de nitrogênio e fósforo. Segundo Rozane et al. (2008), a omissão de N na aveia preta reduz o desenvolvimento das plantas, afetando o número de folhas, perfilho e a altura, correspondendo dos sintomas de clorose uniforme da parte vegetativa, especialmente na extremidade das mesmas.

Tabela 6: Parâmetros das equações avaliados a altura de plantas na cultivar de aveia preta, após aplicação de diferentes doses de cinza (0; 3,5; 7; 28; 56 t ha^{-1}), Xanxerê – SC, 2015.

Altura de plantas	b1 (cm)	b2 (t ha ⁻¹)
	Quadráticas	
2ª semana	16,928	29,128
3ª semana	22,166	35,716
4ª semana	25,561	37,238
5ª semana	25,540	31,330
7ª semana	32,541	31,121
9ª semana	44,120	32,471

Quadrática b1 - Altura máxima encontrada e b2 dose que confere maior altura.

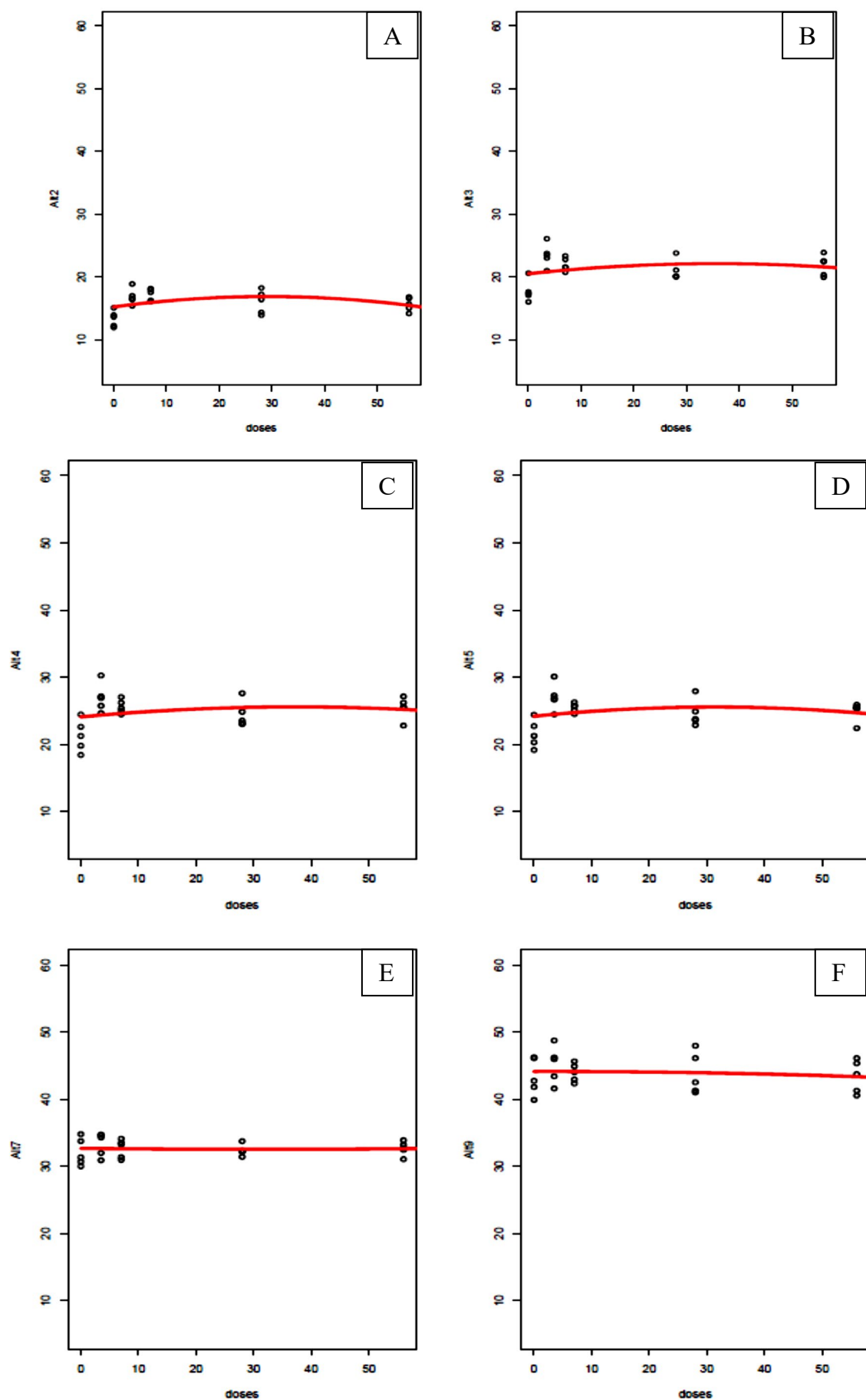


Figura 5: Avaliação da altura das plantas da aveia preta (cm) sobre doses crescentes de cinza ($t\ ha^{-1}$) durante 60 dias de cultivo. A – Segunda semana, B – Terceira semana, C – Quarta semana, D – Quinta semana, E – Sétima semana e F – Nona semana de avaliação.

4. CONCLUSÃO

Os teores de nitrogênio ficaram abaixo da média exigida pela cultura, o que pode ser justificado pela volatilização do elemento durante a combustão da cinza.

Os teores de K em todos os tratamentos foram superiores aos valores considerados padrões.

O cálcio no tratamento testemunha e no de 3,5 t ha⁻¹ permaneceu dentro da faixa adequada e os demais tratamentos acima do ideal.

Os elementos P, Mg, Cu e Zn ficaram dentro dos valores ideais para a cultura da aveia preta.

A massa seca de raiz houve um incremento a cada tonelada aplicada, as doses que apresentaram o maior valor de altura de planta ficaram entre 29,128 t ha⁻¹ e 37,238 t ha⁻¹ de cinza (base úmida).

REFERÊNCIAS

- BELLOTE, A. F. J. et al. Implicações ecológicas do uso de cinza de caldeira e resíduo em plantios de *Eucalyptus grandis*. In: SEMINÁRIO SOBRE USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E URBANOS DE FLORESTAS **Anais...** Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1994. p. 167-197.
- BEZERRA, M. D. L. **Cinza vegetal como corretivo e fertilizante no cultivo de capim-marandu em solos do cerrado Mato-grossense**. 2013. 64f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Mato Grosso. Rondonópolis - MT. 2013.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, CQFS-RS/SC. **Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre -RS: [s.n.], 2004.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 rev. ampl. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. rev.ampl. Brasília- DF: Embrapa, 2013.
- FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa- MG: Sociedade Brasileira de Solos, 2006.
- MANDRE, M. Influence of wood ash on soil chemical composition and biochemical parameters of young Scots pine. **Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol**, Estonia, v. 55, p. 91-107, 2006.
- MORO, L.; GONÇALVES, L. D. M. Efeitos da cinza de biomassa florestal sobre a produtividade de povoamentos de *Eucalyptus grandis* e avaliação financeira. **IPEF**, Piracicaba - SP, 18-27 1995.
- OLIVEIRA, F. D.; FURLAN JÚNIOR, ; TEIXEIRA, B. Composição química de cinzas de caldeira da agroindústria do dendê. **Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2006.
- PORTAS, A.; VECHI, A. D. **Aveia preta - boa para a agricultura, boa para a pecuária.**, 2007. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/AveiaPreta/index.htm>. Acesso em: 29 mar. 2016.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation For Statistical Computing**, Vienna - Austria, 2014. <http://www.Rproject.org/>.
- ROZANE, ; PRADO, D. M.; ROMUALDO,. Deficiências de macronutrientes no estado nutricional da aveia-preta cultivar comum. **Científica**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 116-122, 2008.

SILVA, R. D. **Cinza de Biomassa Florestal: Efeitos nos Atributos de Solos Ácidos e na Cultura do Eucalipto**. 2008. 65p. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo) - Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages - SC. 2008.

SILVEIRA, T. **Avaliação de cinza de caldeira de indústria de concentrados de frutas cítrica sobre as propriedades de solo degradado e solo cultivado com cana-de-açúcar**. 2010. 45p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". Jaboticabal - SP. 2010.

SOUZA, A. B. M. C. D. et al. Efeito da cinza de caldeira sobre as características químicas de um solo do Cerrado baiano e produtividade da alface. **Cultivando o Saber**, Cascavel - PR, v. 6, n. 4, p. 60-73, 2013.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de Solos, Plantas e Outros Materiais**. 2 ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995.

ZEVIANI, M. **Parametrizações interpretáveis em modelos não lineares**. 2013. 150p. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agropecuária) - Universidade Federal de Lavras. Lavras - MG. 2013.

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE CULTIVARES DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.), PRODUZIDAS SOB CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO SUDESTE PARAENSE



RHAIANA OLIVEIRA DE AVIZ

Universidade Federal Rural da Amazônia - Campus
Paragominas

LUCIANA DA SILVA BORGES

Universidade Federal Rural da Amazônia - Campus
Paragominas

MICHELANE SILVA SANTOS LIMA

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho

**MARIA DO BOM CONSELHO LACERDA
MEDEIROS**

Universidade Federal Rural da Amazônia – Campus
Belém

HUDSON PIERRE DA SILVA CUNHA

Universidade Federal Rural da Amazônia - Campus
Paragominas

TAYNA AMARO DE CARVALHO

Universidade Federal Rural da Amazônia - Campus
Paragominas

TAYLANE SANTOS SANTOS

Universidade Federal Rural da Amazônia - Campus
Paragominas

FELIPE SOUZA CARVALHO

Universidade Federal Rural da Amazônia - Campus
Paragominas

trabalho foi realizado em casa de vegetação localizada na área experimental de produção vegetal, e as análises feitas no laboratório multifuncional, situados na Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Paragominas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 10 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram 10 cultivares de alface (Betânia, Giovana, Lirice, Lucy Brown, Luiza, Mônica SF 31, Pira roxa, Regina, Rubinela e Stella-manteiga). Foi determinado o ciclo das cultivares, com a contagem dos dias entre a semeadura e a colheita. Foi realizada análise sensorial das cultivares de alface, utilizando o método afetivo. Para avaliação participaram 30 voluntários, que após a degustação atribuíram notas, de acordo com uma escala definida. As cultivares Lucy Brown, Mônica SF 31, Regina e Stella-manteiga apresentaram ciclo de 52 DAS, enquanto as cultivares Betânia, Giovana, Lirice, Luiza, Pira roxa e Rubinela apresentaram ciclo de 60 DAS. Entre as cultivares que apresentaram ciclo de 52 DAS, a cultivar Mônica SF 31 obteve as melhores avaliações sensoriais, já em relação as cultivares que apresentaram ciclo de 60 DAS, as alfaces Luiza e Lirice obtiveram as melhores avaliações.

PALAVRAS-CHAVE: Asteraceae; Análise sensorial; Região Norte.

RESUMO: A alface é uma hortaliça comum na mesa da população brasileira, por isso tem-se a necessidade de oferta de folhosas com características cada vez mais atrativas e também melhor qualidade sensorial. Diante disso, o trabalho teve como objetivo avaliar as características sensoriais de 10 cultivares de alface produzidas sob as condições climáticas do sudeste paraense. O

ABSTRACT: Lettuce is a common vegetable on the table of the Brazilian population, so there is a need to offer hardwoods with increasingly attractive characteristics and also better sensory quality. Therefore, the objective of this work was to evaluate the sensory characteristics of 10 lettuce cultivars produced under the climatic conditions of southeastern Pará. The work was carried out in

a greenhouse located in the experimental area of plant production, and the analyzes made in the multifunctional laboratory, located at the Federal Rural University of Amazonia, Campus Paragominas. The experimental design was a randomized complete block with 10 treatments and 4 replications. The treatments were 10 lettuce cultivars (Betânia, Giovana, Lirice, Lucy Brown, Luiza, Monica SF 31, Pira roxa, Regina, Rubinela and Stella-butter). The cycle of the cultivars was determined by counting the days between sowing and harvesting. Sensory analysis of lettuce cultivars was performed using the affective method. Thirty volunteers participated in the evaluation. After tasting, they scored according to a defined scale. The cultivars Lucy Brown, Monica SF 31, Regina and Stella-butter presented a 52 DAS cycle, while the cultivars Betânia, Giovana, Lirice, Luiza, Pira roxa and Rubinela presented a 60 DAS cycle. Among the cultivars that presented a 52 DAS cycle, the cultivar Mônica SF 31 obtained the best sensory evaluations. In relation to the cultivars that presented a 60 DAS cycle, the Luiza and Lirice lettuces obtained the best evaluations.

KEYWORDS: Asteraceae; Sensory analysis; North region.

1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças mais cultivadas na região norte, e segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019) em 2018 essa região apresentou aumento de 5,32% na produção de produtos hortícolas. Atualmente existem variedades de alfaces disponíveis no mercado brasileiro, e as cultivares mais consumidas são as do tipo crespa, que apresentam folhas crespas e soltas, textura macia e consistente, sem formação de cabeça e podem ter coloração verde ou roxa, e também do tipo lisa, que apresentam folhas lisas, delicadas e macias, podem ter também aspecto oleoso.

Nos dias de hoje a população está cada vez mais exigente com relação à aparência, qualidade e a forma de produção dos alimentos, e para as indústrias lançarem um produto novo no mercado e obter aceitação dos consumidores é imprescindível a realização de análise sensorial.

A análise sensorial é uma ciência multidisciplinar, que se vale de pesquisa de opinião dos consumidores sobre diversas características de um determinado produto. O julgamento das características é feita através dos órgãos dos sentidos (olfato, paladar, visão e tato), e são atribuídas notas, de acordo com uma determinada escala (DELIZA, 2017).

Devido ser avaliada por meio dos órgãos dos sentidos, a análise sensorial é considerada como análise subjetiva, entretanto é de grande importância pois através dela é possível ajustar as características do produto de acordo com o gosto do consumidor, avaliar as alterações sensoriais que podem ser modificadas de acordo com o tipo e tempo de armazenamento e identificar as similaridades e particularidades de cada produto (MORETTI, 2007).

Os fatores principais para avaliação das hortaliças são: aparência, odor, textura e sabor. A aparência é o primeiro fator e também determinante na decisão de compra pelo consumidor. O odor está ligado à possibilidade da presença de compostos voláteis ou nível de degradação do produto. A textura é a característica mais complexa de avaliação, pois ela pode ser classificada em dureza, coesividade, adesividade, densidade e elasticidade (DELIZA, 2017).

Existem vários métodos de realização de análise sensorial, entretanto esses métodos são

classificados em grupos. São eles discriminativos, descritivos e afetivos. Os testes discriminativos são geralmente realizados para identificar diferenças perceptíveis entre dois ou mais produtos, e são realizados por pessoas treinadas para a função. Já as análises descritivas são realizadas quando o objetivo é descrever as características sensoriais do produto (DELIZA, 2017).

As análises afetivas além de realizar as avaliações sensoriais, tem como objetivos ter como julgadores o público-alvo do produto, e dessa forma saber a intenção de compra e alterar as características de acordo com o gosto do consumidor. Essas análises podem ser realizadas tanto em laboratório, quanto em centros comerciais. Em laboratório a quantidade de pessoas é mais limitada em relação aos centros comerciais, entretanto há menor variação dos resultados. Além disso, essa análise também pode ser dividida em dois tipos, teste de preferência e teste de aceitabilidade (MORETTI, 2007).

A alface é uma hortaliça comum na mesa da população brasileira, por isso tem-se a necessidade de oferta de folhosas com características cada vez mais atrativas e também melhor qualidade sensorial, de acordo com a preferência do consumidor. Isso aumenta a demanda e consequentemente a necessidade de aumento da produção. Diante disso, o trabalho teve como objetivo avaliar as características sensoriais de 10 cultivares de alface produzidas sob as condições climáticas do sudeste paraense, e verificar qual a preferência dos consumidores da região.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em casa de vegetação localizada na área experimental de produção vegetal, e as análises feitas no laboratório multifuncional, situados na Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Paragominas.

O município de Paragominas está localizado na mesorregião sudeste Paraense, entre as coordenadas geográficas de 03° 00' 00" S e 47° 21' 30" W (FAPESPA, 2016). O tipo de solo predominante é o Latossolo Amarelo muito argiloso. O clima enquadra-se nos tipos Aw_i, que segundo a classificação de Köppen é tropical chuvoso, com expressivo período de estiagem, e BlwA'a', que segundo a classificação de Thornthwaite é tropical úmido, com expressivo déficit hídrico. Durante o ano tem temperatura média de 26,3 °C e umidade relativa média de 81% (BASTOS et al., 2005).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 10 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram 10 diferentes cultivares de alface (Betânia, Giovana, Lirice, Lucy Brown, Luiza, Mônica SF 31, Pira roxa, Regina, Rubinela e Stella-manteiga), escolhidas conforme a predominância e também necessidade no mercado da região (Quadro 01). Cada parcela foi constituída de 8 plantas, das quais seis foram utilizadas para avaliação dos parâmetros de produção. As demais foram consideradas bordaduras.

Quadro 01- Diferentes cultivares de alface escolhidas para produção sob as condições climáticas de Paragominas, e suas principais características de acordo com o fornecedor.

Cultivar	Tipo	Ciclo	Outras características
Betânia	Tipo: Crespa	60 à 65 dias	Cor: Roxa brilhante; folhas brilhantes e tenras
Giovana	Tipo: Crespa	60 dias	Cor: verde clara; resistência ao míldio raças 1-16, 19-23, e também à podridão das raízes.
Lirice	Tipo: Crespa	65 à 50 dias	Cor: verde; Resistência ao míldio da Alface, e tolerante ao pendoamento precoce e à queima de bordas (<i>tip burn</i>).
Lucy Brown	Tipo: Americana	75 à 85 dias	Cor: verde clara; resistência ao vírus do mosaico raça 1.
Luiza	Tipo: Romana	70 à 80 dias	Cor: verde clara; resistência ao vírus do mosaico raça 1
Mônica SF 31	Tipo: Crespa	60 à 70 dias	Cor: verde intermediário; tolerante a temperaturas elevadas e ao pendoamento.
Pira Roxa	Tipo: Crespa	60 à 75 dias	Cor: roxa; tolerância ao míldio, vírus do mosaico e murchadeira.
Regina	Tipo: Lisa	70 à 80 dias.	Cor: verde clara; resistência ao calor.
Rubanela	Tipo: Crespa	60 à 75 dias	Cor: vermelho com o centro verde; resistente ao míldio.
Stella-Manteiga	Tipo: Lisa	60 à 80 dias	Cor: verde claro; resistente ao calor e boa tolerância a doenças.

Fonte: FELTRIN, 2018; VILMORIN, 2019; SEMINIS, 2019; TSV, 2018.

A produção de mudas de alface foi realizada em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, utilizando para preenchimento substrato constituído de terra preta (60%) e palha de arroz (40%), e enriquecido com calcário (15 g bandeja⁻¹), superfosfato simples (10 g bandeja⁻¹), cloreto de potássio (5 g bandeja⁻¹) e ureia (5 g bandeja⁻¹). Foi semeado uma semente por célula.

As bandejas permaneceram em viveiro, com dimensões 4 x 12 metros, pé direito de 3 metros e coberto com sombrite 70% e colocadas em bancadas de madeira, com altura de 70 cm, e dimensões 60x220 cm, e com suporte de arame galvanizado (com aberturas de 5 cm), possibilitando circulação de ar debaixo das bandejas. A irrigação foi realizada de forma manual, utilizando regador, com capacidade de 5 litros, duas vezes ao dia.

Aos 16 (dezesseis) e 20 (vinte) dias após a semeadura, as mudas foram adubadas com solução de ureia (44% de N) (5g.L⁻¹ diluído em água), foi realizada 2 aplicações com intervalo de 10 dias entre aplicações, a adubação realizada é uma adaptação da recomendação de Yuri et al. (2016). E aos 23 (vinte e três) dias foram transplantadas, apresentando entre 4 a 5 folhas definitivas.

As mudas foram transplantadas para casa de vegetação que possui as dimensões de 12,5m de comprimento, 6,27m de largura e 5m de pé direito, com as laterais abertas e coberta por plástico transparente (150 micra de espessura). Foi realizada análise química do solo utilizado no trabalho, com o objetivo de verificar o teor de nutrientes, acidez e nível de fertilidade do solo (Tabela 01), com

o uso de um trado holandês foram retiradas 10 amostras simples, e a partir delas foi formada uma amostra composta que foi enviada para laboratório de análises químicas. O preparo dos canteiros foi de forma manual, e foram incorporados ao solo: caroço de açaí, palha de arroz, compostagem, superfosfato simples (50 g m⁻²) e calcário (100 g m⁻²). O espaçamento utilizado foi de 0,25m x 0,25m entre planta.

Em relação aos tratos culturais realizados, a irrigação ocorreu de forma manual, utilizando mangueira de jardim (15 m), duas vezes ao dia. O controle de plantas invasoras foi através de capina manual sempre que necessário. Foram realizadas 4 adubações com solução de ureia (44% de N) (12mL por planta e com intervalo de 7 dias entre aplicações) e 2 aplicações de solução de cloreto de potássio (58% de K₂O) (12mL por planta e com intervalo de 15 dias entre aplicações), a adubação realizada é uma adaptação da recomendação de Yuri et al. (2016). Para evitar incidência de pragas, foi aplicado solução de neem (0,5 mL L⁻¹ diluído em água).

Tabela 01- Resultado da análise química do solo situado na área experimental da UFRA, campus Paragominas.

M.O.	COT	P	Mn	Zn	S	B	Cu	Fe
-----g dm ³ -----		-----mg dm ³ -----						
25	15	3,8	46,1	2,9	21	0,59	0,6	230
K	Ca	Mg	Na	H ^o + Al ³	Al ³	H ^o	S.B.	C.T.C.
-----mmolc dm ³ -----								
2,3	23	8	0,3	51	0	51	33,6	84,6
K na CTC	Ca na CTC	Mg na CTC	Na na CTC	Al na CTC	H na CTC	H+AL na CTC	V%	m%
-----%-----								
2,7	27,2	9,5	0,4	0	60,3	60,3	40	0
Ca/K	Ca/Mg		Mg/K		pH		pH	
10	2,9		3,5		4,6		5,83	

M.O.: Matéria orgânica; **COT:** Carbono orgânico total; **P:** fósforo; **Mn:** Manganês; **Zn:** zinco; **S:** enxofre; **B:** boro; **Cu:** cobre; **Fe:** ferro; **K:** potássio; **Ca:** cálcio; **Mg:** magnésio; **Na:** sódio; **H:** hidrogênio; **Al:** alumínio; **S.B.:** soma de bases; **CTC:** capacidade de troca de cátions; **V%:** saturação por bases; **m%:** saturação por alumínio. **Fonte:** Instituto Brasileiro de Análises – IBRA, 2018

A colheita foi realizada quando as plantas se apresentavam tenras e com início de alongamento do caule (Figura 07 e 08). Após a colheita as plantas foram levadas ao laboratório, as raízes foram retiradas e a parte aérea lavada em água corrente, e analisadas posteriormente. Após a colheita foi determinado o ciclo das cultivares, com a contagem dos dias entre a semeadura e a colheita.

A análise sensorial das cultivares de alface foi realizada utilizando o método afetivo. Para avaliação participaram 30 voluntários, que após a degustação atribuíram notas, de acordo com uma escala definida (Quadro 02), para diferentes características que as alfaces apresentavam. Essas características são: aparência, odor, desidratação, escurecimento, sabor, textura e qualidade global. As cultivares eram identificadas através de números e não era permitido diálogo entre os participantes, com o objetivo de não haver interferência nos resultados.

Quadro 02- Escala de notas atribuídas às características aparência, sabor, qualidade global (escala geral), odor, desidratação, escurecimento, e textura da alface.

Escala geral: 1. Muito ruim 2. Ruim 3. Aceitável 4. Bom 5. Muito bom	Escala de desidratação e odor: 1. Nenhum(a) 2. Leve 3. Aceitável 4. Bastante 5. Muito(a)
Escala de textura: 1. Muito branda 2. Branda 3. Aceitável 4. Firme 5. Muito firme	Escala de escurecimento: 1. Menos de 10% 2. Entre 10% e 30% 3. Entre 30% e 50% 4. Entre 50 e 70% 5. Mais de 70%

Fonte: Elaboração própria.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a colheita das cultivares, foi possível verificar que as alfaces apresentaram ciclo (Tabela 02) na seguinte ordem: as cultivares Lucy Brown, Mônica SF 31, Regina e Stella-manteiga foram as primeiras à serem colhidas, apresentando ciclo de 52 dias após a semeadura (DAS), enquanto as cultivares Betânia, Giovana, Lirice, Luiza, Pira roxa e Rubinela apresentaram ciclo de 60 DAS. Comparando com as especificações dos fornecedores (Quadro 01), podemos destacar que as cultivares colhidas com 52 DAS e também a cultivar Luíza apresentaram ciclo precoce, enquanto as demais estão dentro da normalidade. Essa precocidade pode estar relacionada com o efeito da proteção da cobertura plástica sobre desenvolvimento da cultura.

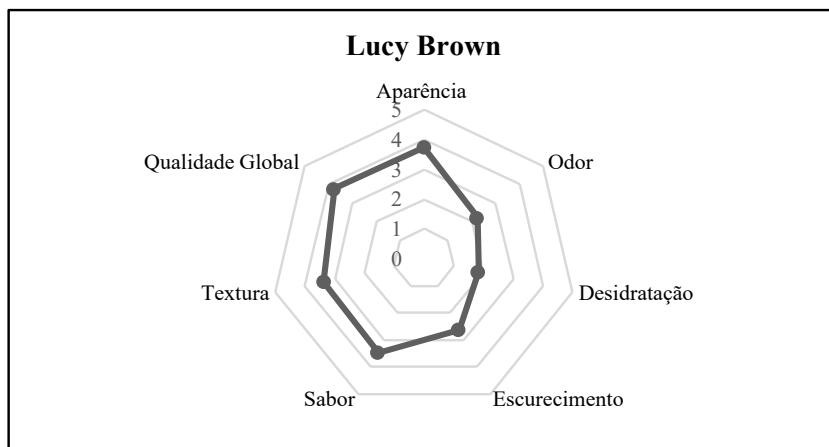
Tabela 02- Ciclo de produção que as cultivares de alface apresentaram, sob as condições climáticas de Paragominas.

Tratamento	DAS
Lucy Brown	52
Mônica SF 31	
Regina	
Stella-manteiga	
Betânia	60
Giovana	
Lirice	
Luiza	
Pira roxa	
Rubinela	

DAS: Dias após a semeadura. **Fonte:** Elaboração própria.

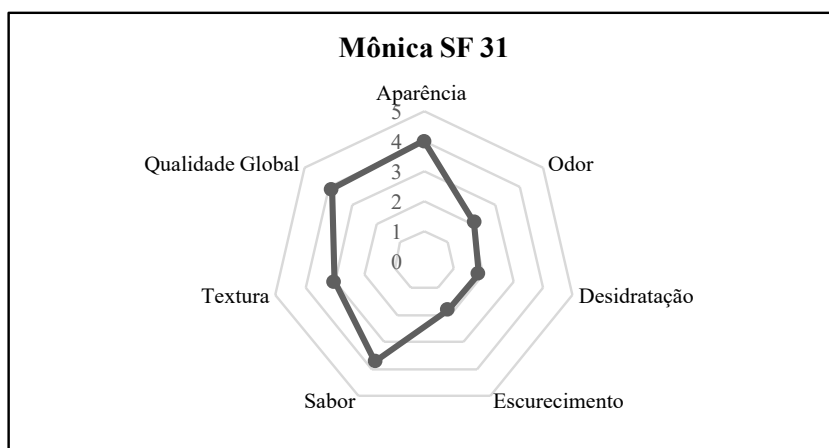
Para os resultados do ciclo de 52 DAS (Figura 01, 02, 03, 04), é possível observar que houve semelhança entre as cultivares em relação à aparência, odor, desidratação, textura e qualidade global, indicando satisfação por parte dos consumidores, que avaliaram as cultivares como aparência boa, odor leve, desidratação leve, textura aceitável e qualidade global boa.

Figura 01- Resultado da análise sensorial da cultivar Lucy Brown.



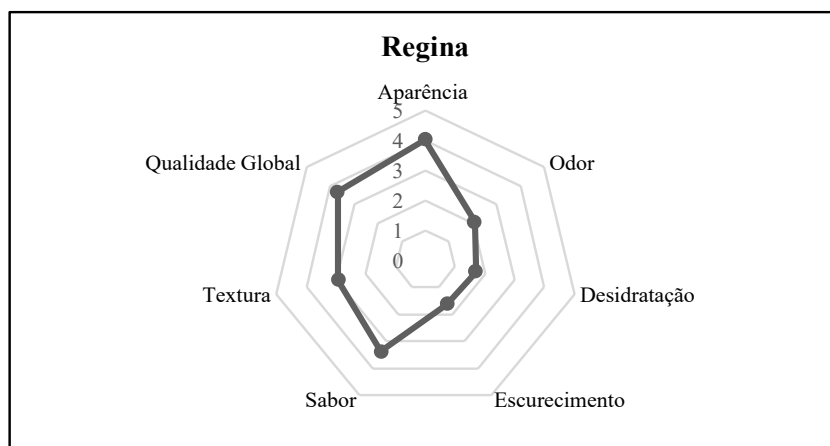
Fonte: Elaboração própria

Figura 02 - Resultado da análise sensorial das cultivares de alface Mônica SF 31.



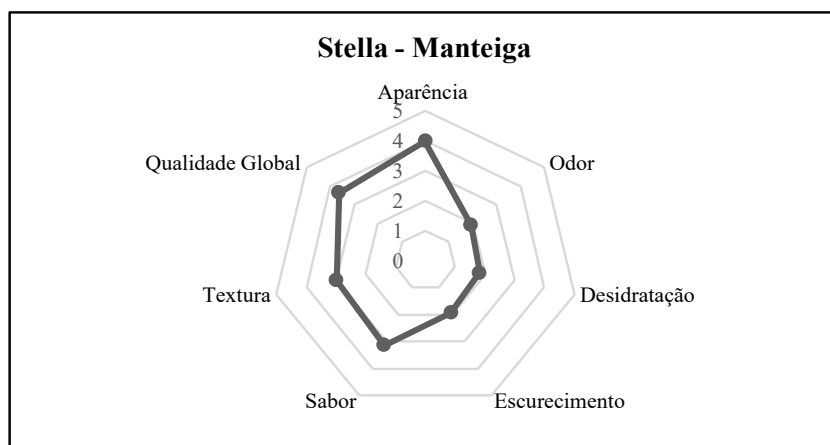
Fonte: Elaboração própria.

Figura 03- Resultado da análise sensorial das cultivares de alface Regina.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 04 - Resultado da análise sensorial das cultivares de alface Stella-manteiga.



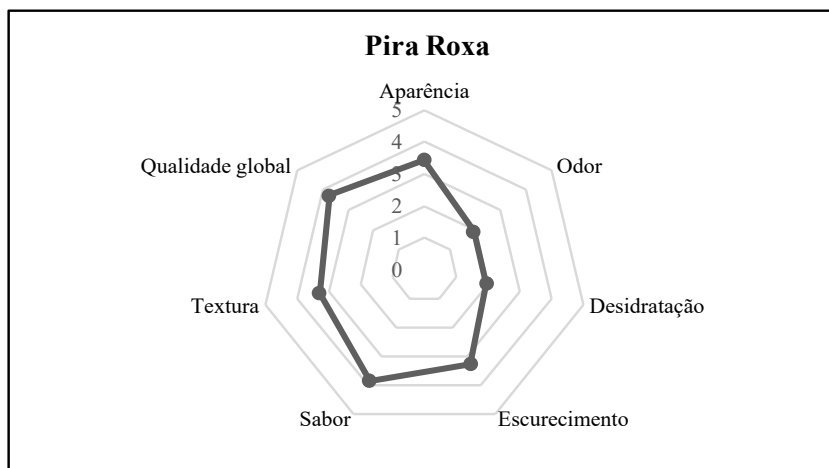
Fonte: Elaboração própria

Para a característica escurecimento houve semelhança entre as cultivares Regina, Mônica SF 31 e Stella-manteiga (Figuras 02, 03, 04), que foram classificadas com escurecimento entre 10% e 30%. Entretanto, a alface Lucy Brown (Figura 01) apresentou nota inferior as demais, sendo classificada com escurecimento entre 30% e 50%. Esse resultado pode estar ligado ao fato dos consumidores apreciarem alfaces com coloração verde claro, visto que a cultivar Lucy Brown, apesar das especificações do fornecedor, apresentou folhas com cor verde mais escuro em relação as demais. Lima et al. (2018) também reforçou esse fato, devido a cultivar Maravilha, que apresenta coloração roxa, apresentar resultado inferior as demais, sendo classificada com escurecimento entre 10% e 30%.

Em relação ao sabor, a mais aceita pelos consumidores foi a cultivar Mônica SF 31 (Figura 02), sendo classificada como “boa”. As cultivares Regina, Lucy Brown e Stella-manteiga (Figura 01, 03 e 04) apresentaram resultado semelhante, sendo avaliadas como “aceitável”.

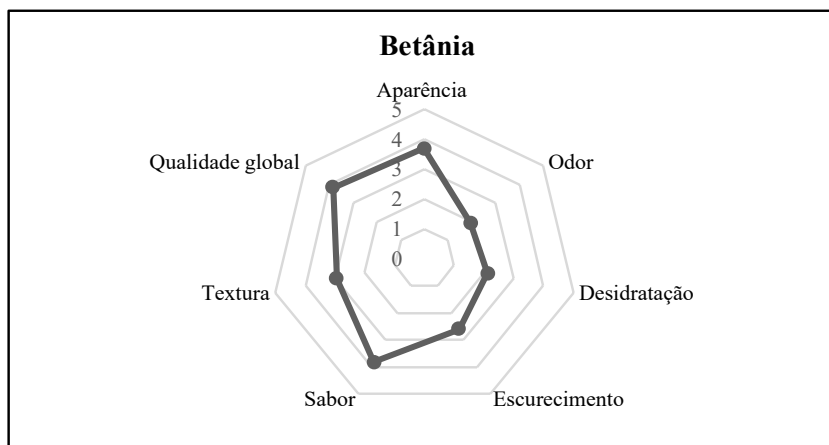
De acordo com avaliação realizada para as alfaces com ciclo de 60 DAS, é possível observar nas Figuras 05, 06, 07, 08, 09 e 10, que as cultivares apresentaram nota semelhante para as características odor, desidratação e qualidade global. Indicando satisfação por parte dos consumidores, que avaliaram as cultivares como odor leve, desidratação leve e qualidade global boa.

Figura 05- Resultado da análise sensorial da cultivar de alface Pira roxa.



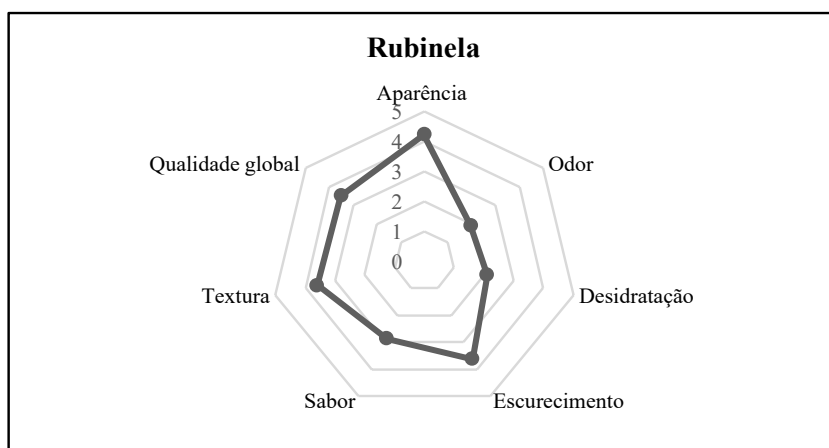
Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 06- Resultado da análise sensorial da cultivar de alface Betânia.



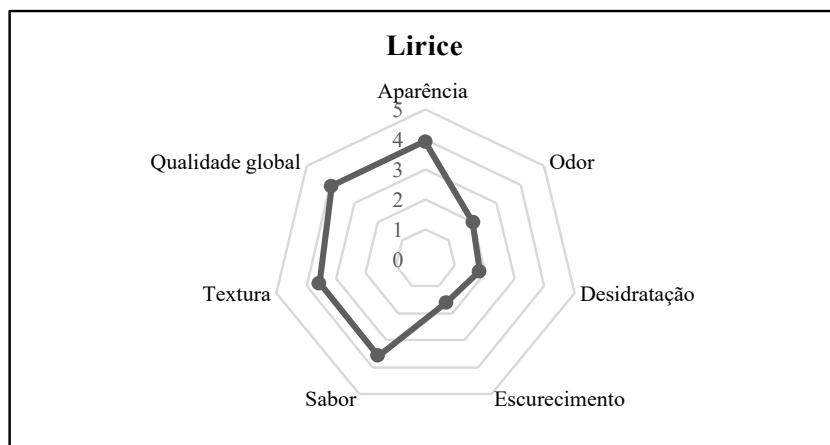
Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 07- Resultado da análise sensorial da cultivar de alface Rubinela.



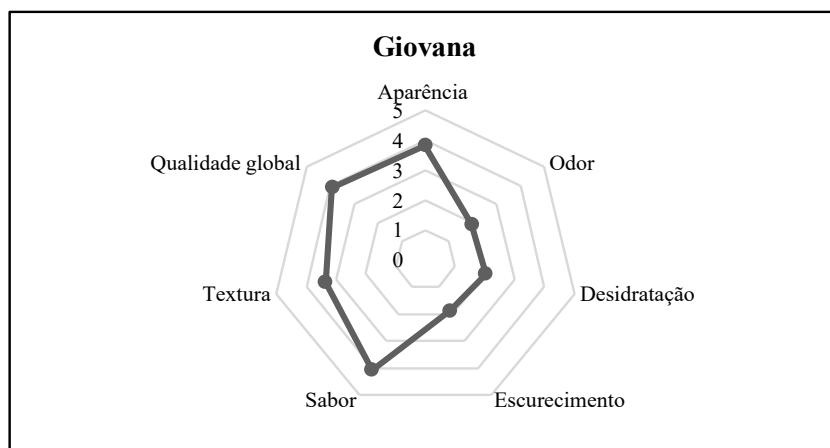
Fonte: Arquivo pessoal

Figura 08- Resultado da análise sensorial da cultivar de alface Lirice.



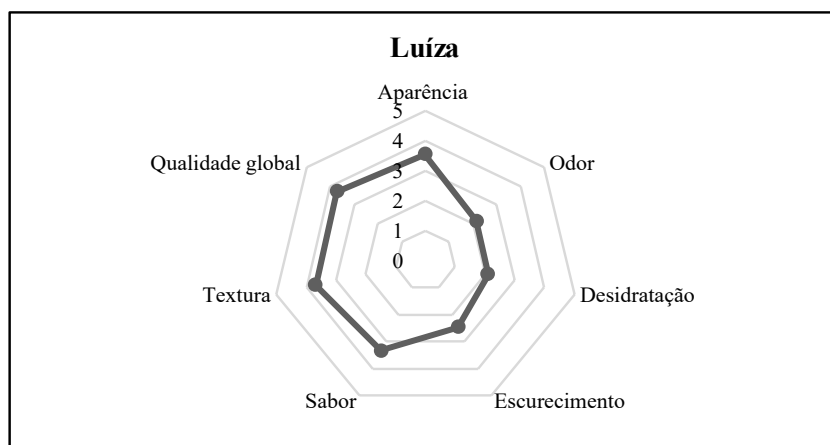
Fonte: Arquivo pessoal

Figura 09- Resultado da análise sensorial da cultivar de alface Giovana.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 10- Resultado da análise sensorial da cultivar de alface Luíza.



Fonte: Arquivo pessoal.

Em relação ao escurecimento, as cultivares Giovana e Luiza (Figuras 09 e 10) obtiveram a melhor classificação, sendo avaliadas com escurecimento entre 10% e 30%. Entretanto, a cultivar Rubinela (Figura 07), de coloração roxa, obteve resultado inferior as demais, sendo classificada com escurecimento entre 50% e 70%. Esse resultado pode estar ligado ao mesmo fato apresentado para a nota da cultivar Lucy Brown, avaliada na primeira colheita, e também apresentado por Lima et al. (2018) para a avaliação do escurecimento da alface Maravilha.

Para a característica sabor das folhas, as cultivares Pira roxa, Betânia, Lirice e Giovana (Figuras 05, 06, 08 e 09) apresentaram os melhores resultados, sendo avaliadas pelos consumidores como sabor bom. Entretanto, as cultivares Rubinela e Luiza (Figuras 07 e 10) apresentaram resultado inferior as demais, sendo classificadas como sabor aceitável.

Em relação à avaliação da textura, é possível observar que as cultivares Rubinela, Lirice e Luiza (Figuras 07, 08 e 10) apresentaram os melhores resultados, sendo avaliadas pelos consumidores como textura firme. Entretanto, as cultivares Pira roxa, Betânia e Giovana (Figuras 05, 06 e 09) e obtiveram nota inferior as demais, sendo classificadas como textura aceitável.

4. CONCLUSÕES

As cultivares Lucy Brown, Mônica SF 31, Regina e Stella-manteiga apresentaram ciclo de 52 dias DAS, caracterizando precocidade, enquanto as cultivares Betânia, Giovana, Lirice, Luiza, Pira roxa e Rubinela apresentaram ciclo de 60 DAS.

Entre as cultivares que apresentaram ciclo de 52 DAS, a cultivar Mônica SF 31 obteve as melhores avaliações sensoriais, indicando maior preferência pelos consumidores. Em relação as cultivares que apresentaram ciclo de 60 DAS, as alfaces Luiza e Lirice obtiveram as melhores avaliações.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação Amazônia Paraense de Amparo à Pesquisa (FAPESPA) pela concessão de bolsas e recursos financeiros para realização do trabalho. À Universidade Federal Rural da Amazônia (Campus Paragominas) e ao Grupo de Pesquisa em Horticultura da Amazônia (HORTIZON) pelo apoio.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, T. X et al. Características agroclimáticas da Município de Paragominas. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 21 p. (Documentos, 228).
- BEZERRA NETO, F. et al. Produtividade de alface em função de condições de sombreamento e temperatura e luminosidade elevadas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.2, 189-192 p., 2005.

- BLIND, A. D.; SILVA FILHO, D. F. Desempenho de cultivares de alface americana cultivadas com e sem mulching em período chuvoso da Amazônia. *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 9, n. 2, 143-151 p., 2015a.
- BLIND, A. D.; SILVA FILHO, D. F. Desempenho Produtivo De Cultivares De Alface Americana Na Estação Seca Da Amazônia Central. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 31, n. 2, 404-414 p., 2015b.
- CARVALHO, A. M. et al. Análise sensorial de genótipos de cenoura cultivados em sistema orgânico e convencional. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.3, 805-809 p., 2005.
- COLARICCIO, A.; CHAVES, A. L. R. (Coord.). *Aspectos Fitossanitários da Cultura da Alface*. São Paulo: Instituto Biológico, 2017. 1-126 p.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Centrais de Abastecimento: Comercialização Total de Frutas e Hortaliças*. Brasília, DF, 2019. 16 p.
- DELIZA, R. Frutas e Hortaliças: a importância da qualidade sensorial e a aceitação do consumidor. In: FERREIRA, M. D. (Ed.). *Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças*. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2017. 142-166 p.
- FAPESPA. **Estatísticas Municipais Paraenses: Paragominas**. Belém: Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação, 2016. 59 p.
- FELTRIN. Nossos produtos – Hortaliças. 2018. Disponível em: <<https://www.sementesfeltrin.com.br/Produto/Categoria/hortalicas/frutos/ALFACE>>. Acesso em: 06 outubro 2019.
- FERREIRA, L. L. et al. Comportamento de variedades de alface na semeadura de março no município de Areia-PB. **Scientia Plena** v. 9, n. 4, 2013
- FERREIRA, N. T. M. Y. et al. Características sensoriais de hortaliças cultivadas em sistema de produção vegetal sem agrotóxico e convencional. *Ágora – A revista científica da FaSaR*, n. 7, 2015
- HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de Alface Cultivados no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2009. 4 p. (Comunicado Técnico, 75)
- HOLCMAN, E. **Microclima E Produção De Tomate Do Tipo Cereja Em Ambiente Protegido Com Diferentes Coberturas Plásticas**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.
- INMET. Dados meteorológicos–estações automáticas. 2019. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 06 outubro 2019.
- LIMA, M. S. S. et al. Qualidade E Produtividade Econômica De Cultivares Alface Conduzidas Nas Condições Edafoclimáticas Do Sudeste Paraense. **Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, p. 227 – 240, 2018
- MALDONADE, I. R.; MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L. **Manual de boas práticas agrícolas na produção de alface**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014. 44 p.
- MORETTI, C. L. **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 531 p.
- OLIVEIRA, A. M. P. et al. Desempenho De Diferentes Variedades De Alface Americana Nas Condições Da Amazônia Oriental. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 14, n. 1, p. 1-5, 2016
- PEREIRA JUNIOR, A. S. **Produtividade e análise sensorial de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) hidropônica em período chuvoso e seco de Paragominas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônoma). Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.
- PRELA-PANTANO, A.; NOVO, M. C. S. S.; TRANI, P. E. Desempenho De Cultivares De Alface Na Região De Americana, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 1, p. 92-104, 2015

RESENDE, G. A. et al. Desempenho produtivo de genótipos de alface crespa no Submédio do Vale do São Francisco. *Scientia Plena*, vol. 13, n. 11, 2017.

RIBAS, R. G. T. Densidades populacionais de pepino sobre índices agroeconômicos do consórcio com alface. Tese (Doutorado em Agronomia-Produção vegetal). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017.

SEMINIS. Produtos – Alfaces. 2019. Disponível em: <<https://www.seminis.com.br/produtos/resultados/culturas/alface/mercados/todo/regiao/C3%B5es/todo>>. Acesso em: 06 outubro 2019.

SOARES, M. G. Plasticidade fenotípica de plantas jovens de *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Matos (Bignoniaceae) em resposta a radiação solar. Dissertação (Mestrado em Biologia vegetal). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2017.

TIBIRIÇÁ, A. C. G.; BRITO, A. A. A.; BAÊTA, F. C. Produção de alface no verão: estufas como ambiente de cultivo. In: Encontro Nac. de Eng. de Produção, 24, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABEPRO, 2004. 418-425 p.

TSV. Produtos classe A – Folhosas. 2018. Disponível em: <http://www.tsvsementes.com.br/produto?grupo=linha_te&categoria=alfaces>. Acesso em: 06 outubro 2019

VILMORIN. Produtos – Alface. 2019. Disponível em: <<http://www.vilmorin.com.br/produtos/alface/todos>>. Acesso em: 06 outubro 2019

YURI, J. E.; MOTE, J. H.; RESENDE, G. M.; SOUZA, R. J. Nutrição E Adubação Da Cultura Da Alface. IN: PRADO, R. M.; CECÍLIO FILHO, A. B. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/CAPES, 2016. 559-577 p.

ADAPTAÇÃO DE CULTIVARES DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO SUDESTE PARAENSE



RHAIANA OLIVEIRA DE AVIZ

Universidade Federal Rural da Amazônia -
Campus Paragominas

LUCIANA DA SILVA BORGES

Universidade Federal Rural da Amazônia -
Campus Paragominas

MADSON JONHNSTON SOUZA SILVA

Universidade Federal Rural da Amazônia -
Campus Paragominas

LUANA KESLLEY NASCIMENTO CASAIS

Universidade Federal Rural da Amazônia -
Campus Paragominas

ANDREZA SOUSA CARMO

Universidade Federal Rural da Amazônia -
Campus Paragominas

DENILZE SANTOS SOARES

Universidade Federal Rural da Amazônia -
Campus Paragominas

FABIANA DAS CHAGAS GOMES SILVA

Universidade Federal Rural da Amazônia -
Campus Paragominas

FELIPE SOUZA CARVALHO

Universidade Federal Rural da Amazônia -
Campus Paragominas

RESUMO: Alfaces cultivadas em regiões de clima tropical apresentam dificuldades para expressar o seu potencial produtivo. Diante disso, o objetivo deste trabalho é avaliar genótipos de alface, cultivadas sobre condições climáticas do sudeste paraense e determinar qual material é mais adaptado à região. O trabalho foi realizado em casa de vegetação localizada na área experi-

mental de produção vegetal, e as análises feitas no laboratório multifuncional, situados na Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Paragominas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 10 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram 10 cultivares de alface (Betânia, Giovana, Lirice, Lucy Brown, Luiza, Mônica SF 31, Pira roxa, Regina, Rubinela e Stella-manteiga). Os parâmetros avaliados após a colheita das alfaces foram: índice de clorofila A, B e total, quantidade de folhas, diâmetro do caule, área foliar (cm²), largura (cm), comprimento (cm), fator de proporção e perímetro das folhas (cm), Peso (g) e Produtividade (Kg.m⁻²). Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa (software) SISVAR. A cultivar Lucy Brown apresentou maior produtividade. As cultivares Lucy Brown, Stella-manteiga, Luíza e Mônica SF 31 apresentaram melhor desenvolvimento morfofisiológico. As cultivares Lucy Brown, Stella-manteiga, Luíza e Mônica SF 31 apresentaram maior adaptação às condições climáticas de Paragominas.

PALAVRAS-CHAVE: Asteraceae; Produtividade; Região Norte.

ABSTRACT: Lettuces grown in tropical regions have difficulties to express their productive potential. Therefore, the objective of this work is to evaluate lettuce genotypes, cultivated under climatic conditions of southeastern Pará and to determine which material is more adapted to the region. The work was carried out in a greenhouse located in the experimental area of plant production, and the analyzes made in the multifunctional laboratory, located at the Federal Rural University of Amazonia, Campus Paragominas. The experimental design was a randomized complete

block with 10 treatments and 4 replications. The treatments were 10 lettuce cultivars (Betânia, Giovana, Lirice, Lucy Brown, Luiza, Monica SF 31, Pira roxa, Regina, Rubinela and Stella-butter). The parameters evaluated after lettuce harvest were: chlorophyll index A, B and total, leaf quantity, stem diameter, leaf area (cm²), width (cm), length (cm), leaf proportion and perimeter (cm), Weight (g) and Productivity (Kg.m⁻²). Data were subjected to analysis of variance (F test) and means compared by Tukey test at 5% probability, using the SISVAR software. The cultivar Lucy Brown showed higher yield. The cultivars Lucy Brown, Stella-butter, Luiza and Monica SF 31 showed better morphophysiological development. The cultivars Lucy Brown, Stella-butter, Luiza and Monica SF 31 showed greater adaptation to Paragominas climatic conditions.

KEYWORDS: Asteraceae; Productivity; North region.

1. INTRODUÇÃO

No Estado do Pará, localizado na região norte do Brasil, a produção de hortaliças é realizada principalmente por agricultores familiares que abastecem as localidades mais próximas da produção. No ano de 2018, de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB (2019) a região norte teve um aumento de 5,32% na produção de produtos hortícolas, entretanto ainda é um índice baixo em relação a regiões como sudeste e centro-oeste, e isso ocorre devido à falta de conhecimento em relação à tecnologias, manejo e uso de cultivares adequadas para o clima da região norte.

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliça mais cultivadas na região norte, mas apesar disso a produtividade ainda é baixa e há problemas no desenvolvimento, como pendoamento precoce. Ela é originada da região do mediterrâneo, onde predomina o clima temperado, por isso é bastante sensível à luminosidade e temperatura elevada, faixas acima de 20°C promovem o aparecimento de distúrbios fisiológicos (SOUZA et al, 2018). Diante disso, é fundamental que se faça uma escolha adequada da cultivar de alface que será cultivada em função do clima.

No mercado existem variedades de alfaces disponíveis, e cada vez mais vem crescendo os estudos e desenvolvimento de novas cultivares adaptadas ao clima tropical, enquanto isso os produtores utilizam as cultivares, que apesar de não ser adaptada à região norte, conseguem desenvolver e apresentar uma produtividade satisfatória. As cultivares mais utilizadas para a produção, são as do tipo crespa, que apresentam folhas crespas e soltas, textura macia e consistente, sem formação de cabeça e podem ter coloração verde ou roxa, e também do tipo lisa, que apresentam folhas lisas, delicadas e macias, podem ter também aspecto oleoso (HENZ e SUINAGA, 2009).

A produção dessas cultivares geralmente é realizada em canteiros em campo aberto, mas no Pará é possível observar que boa parte dos produtores utilizam coberturas plásticas para proteger as plantas do excesso das chuvas e luminosidade, o que promove um ambiente mais propício ao desenvolvimento da alface, além dessa proteção, os ambientes cobertos por filmes plásticos podem reduzir a incidência de pragas e doenças, e retém as radiações ultravioleta.

Apesar do uso dessa tecnologia no cultivo e também ser uma das principais hortaliças produzidas no norte, ainda existem poucas informações em relação ao comportamento e produtividade de cultivares de alface no sudeste paraense, por isso há necessidade de estudos que mostrem quais cultivares são ideais para essa região.

2. METODOLOGIA

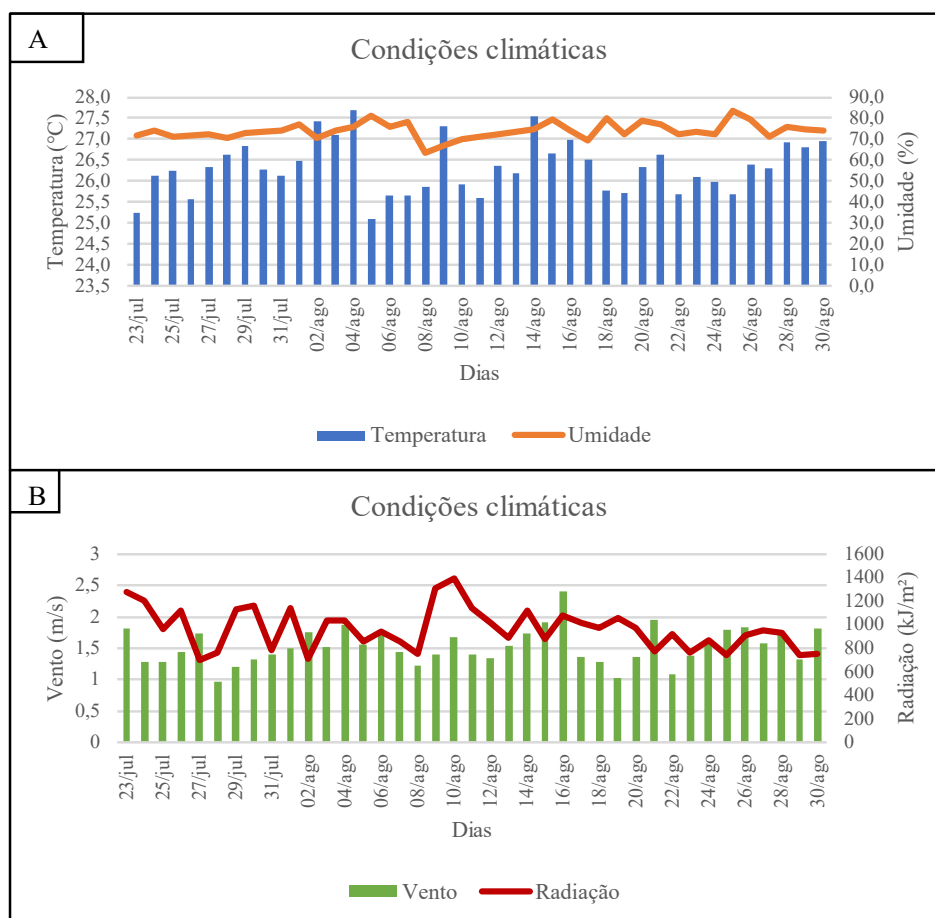
2.1. Local de realização do trabalho e condições climáticas

O trabalho foi realizado de 02 de julho à 30 de agosto de 2019, em casa de vegetação localizada na área experimental de produção vegetal, e as análises feitas no laboratório multifuncional, situados na Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Paragominas.

O município de Paragominas está localizado na mesorregião sudeste Paraense, entre as coordenadas geográficas de 03° 00' 00" S e 47° 21' 30" W (FAPESPA, 2016). O tipo de solo predominante é o Latossolo Amarelo muito argiloso. O clima enquadra-se nos tipos Aw1, que segundo a classificação de Köppen é tropical chuvoso, com expressivo período de estiagem, e Blwa'a', que segundo a classificação de Thornthwaite é tropical úmido, com expressivo déficit hídrico. Durante o ano tem temperatura média de 26,3 °C e umidade relativa média de 81% (BASTOS et al., 2005).

No período em que as plantas foram transplantadas para casa de vegetação, de acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019), o clima indicava estação seca, apresentando temperatura máxima de 27,7°C, e mínima de 25,1°C, umidade relativa máxima de 83,5%, e mínima de 63,7% (Figura 01 – A), velocidade do vento máxima de 2,39 m/s, e mínima de 0,96 m/s, e radiação máxima de 1391,55 kJ/m², e mínima de 698,61 kJ/m² (Figura 01 - B).

Figura 01- Dados de temperatura, umidade (A), velocidade do vento e radiação (B) no município de Paragominas – PA, no período de 23 de julho à 30 de agosto de 2019.



Fonte: INMET, 2019

2.2. Implantação do trabalho

A produção de mudas de alface foi realizada em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, utilizando para preenchimento substrato constituído de terra preta (60%) e palha de arroz (40%), e enriquecido com calcário (15g.bandeja⁻¹), superfosfato simples (10g.bandeja⁻¹), cloreto de potássio (5g.bandeja⁻¹) e ureia (5g.bandeja⁻¹). Foi semeado uma semente por célula.

As bandejas permaneceram em viveiro, com dimensões 4 x 12 metros, pé direito de 3 metros e coberto com sombrite 70% e colocadas em bancadas de madeira, com altura de 70 cm, e dimensões 60x220 cm, e com suporte de arame galvanizado (com aberturas de 5 cm), possibilitando circulação de ar debaixo das bandejas. A irrigação foi realizada de forma manual, utilizando regador, com capacidade de 5 litros, duas vezes ao dia.

Aos 16 (dezesesseis) e 20 (vinte) dias após a semeadura, as mudas foram adubadas com solução de ureia (44% de N) (5g.L⁻¹ diluído em água), foi realizada 2 aplicações com intervalo de 10 dias entre aplicações, a adubação realizada é uma adaptação da recomendação de Yuri et al. (2016). E aos 23 (vinte e três) dias foram transplantadas, apresentando entre 4 a 5 folhas definitivas.

As mudas foram transplantadas para casa de vegetação que possui as dimensões de 12,5m de comprimento, 6,27m de largura e 5m de pé direito, com as laterais abertas e coberta por plástico transparente (150 micra de espessura). Foi realizada análise química do solo utilizado no trabalho, com o objetivo de verificar o teor de nutrientes, acidez e nível de fertilidade do solo (Tabela 01), com o uso de um trado holandês foram retiradas 10 amostras simples, e a partir delas foi formada uma amostra composta que foi enviada para laboratório de análises químicas. O preparo dos canteiros foi de forma manual, e foram incorporados ao solo: caroço de açaí, palha de arroz, compostagem, superfosfato simples (50g.m⁻²) e calcário (100g.m⁻²). O espaçamento utilizado foi de 0,25m x 0,25m entre planta.

Tabela 01- Resultado da análise química do solo situado na área experimental da UFRA, campus Paragominas

M.O.	COT	P	Mn	Zn	S	B	Cu	Fe
-----g/dm ³ -----		-----mg/dm ³ -----						
25	15	3,8	46,1	2,9	21	0,59	0,6	230
K	Ca	Mg	Na	H ^o + Al ³	Al ³	H ^o	S.B.	C.T.C.
-----mmolc/dm ³ -----								
2,3	23	8	0,3	51	0	51	33,6	84,6
K na CTC	Ca na CTC	Mg na CTC	Na na CTC	Al na CTC	H na CTC	H+AL na CTC	V%	m%
-----%-----								
2,7	27,2	9,5	0,4	0	60,3	60,3	40	0
Ca/K		Ca/Mg		Mg/K		pH		pH
10		2,9		3,5		4,6		5,83

M.O.: Matéria orgânica; **COT:** Carbono orgânico total; **P:** fósforo; **Mn:** Manganês; **Zn:** zinco; **S:** enxofre; **B:** boro; **Cu:** cobre; **Fe:** ferro; **K:** potássio; **Ca:** cálcio; **Mg:** magnésio; **Na:** sódio; **H:** hidrogênio; **Al:** alumínio; **S.B.:** soma de bases; **CTC:** capacidade de troca de cátions; **V%:** saturação por bases; **m%:** saturação por alumínio. **Fonte:** Instituto Brasileiro de Análises – IBRA, 2018

Em relação aos tratos culturais realizados, a irrigação ocorreu de forma manual, utilizando mangueira de jardim (15m), duas vezes ao dia. O controle de plantas invasoras foi através de capina manual sempre que necessário. Foram realizadas 4 adubações com solução de ureia (44% de N) (12mL por planta e com intervalo de 7 dias entre aplicações) e 2 aplicações de solução de cloreto de potássio (58% de K₂O) (12mL por planta e com intervalo de 15 dias entre aplicações), a adubação realizada é uma adaptação da recomendação de Yuri et al. (2016). Para evitar incidência de pragas, foi aplicado solução de neem (0,5 mL.L⁻¹ diluído em água).

Foi observado incidência de doença fúngica nas alfaces, e para o reconhecimento do patógeno foi retirada uma amostra da planta e levada ao laboratório. No local, o preparo da lâmina foi realizado com fita adesiva, pressionando a fita sobre o local com incidência do patógeno, posteriormente foi colocada sobre a lâmina com corante e visualizada em microscópio, com aumento de 40x. O patógeno foi identificado como *Cercospora sp.* Para controle do patógeno foram realizadas 2 aplicações de calda bordalesa (12mL por planta), com intervalo de 15 dias entre aplicações. O preparo da calda foi realizado diluindo 30g de sulfato de cobre em 1,5L de água, deixando em repouso durante 24 horas para completa diluição do produto, após esse tempo foi diluído 30g de cal virgem em 1,5L de água, posteriormente as duas soluções foram misturadas, e o produto foi aplicado com um borrifador de 1 litro.

A colheita foi realizada quando as plantas se apresentavam tenras e com indício de alongamento do caule (Figura 02). Após a colheita as plantas foram levadas ao laboratório, as raízes foram retiradas e a parte aérea lavada em água corrente, e analisadas posteriormente.

Figura 02- Alface Lirice (A), alface Monica SF 31 (B), Alface Regina (C), Colheita da alface Lucy Brown (D), alface Giovana (E), alface Betânia (F), alface Luíza (G), alface Stella-manteiga (H), alface Pira roxa (I), alface Rubinela (J).



Fonte: arquivo pessoal

2.3. Delineamento experimental e parâmetros analisados

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 10 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram 10 diferentes cultivares de alface (Betânia, Giovana, Lirice, Lucy Brown, Luiza, Mônica SF 31, Pira roxa, Regina, Rubinela e Stella-manteiga), escolhidas conforme a predominância e também necessidade no mercado da região (Quadro 01). Cada parcela foi constituída de 8 plantas, das quais seis foram utilizadas para avaliação dos parâmetros de produção. As demais foram consideradas bordaduras.

Quadro 01- Diferentes cultivares de alface escolhidas para produção sob as condições climáticas de Paragominas, e suas principais características de acordo com o fornecedor.

Cultivar	Tipo	Ciclo	Outras características
Betânia	Tipo: Crespa	60 à 65 dias	Cor: Roxa brilhante; folhas brilhantes e tenras
Giovana	Tipo: Crespa	60 dias	Cor: verde clara; resistência ao míldio raças 1-16, 19-23, e também à podridão das raízes.
Lirice	Tipo: Crespa	65 à 50 dias	Cor: verde; Resistência ao míldio da Alface, e tolerante ao pendoamento precoce e à queima de bordas (tip burn).
Lucy Brown	Tipo: Americana	75 à 85 dias	Cor: verde clara; resistência ao vírus do mosaico raça 1.
Luiza	Tipo: Romana	70 à 80 dias	Cor: verde clara; resistência ao vírus do mosaico raça 1
Mônica SF 31	Tipo: Crespa	60 à 70 dias	Cor: verde intermediário; tolerante a temperaturas elevadas e ao pendoamento.
Pira Roxa	Tipo: Crespa	60 à 75 dias	Cor: roxa; tolerância ao míldio, vírus do mosaico e muchadeira.
Regina	Tipo: Lisa	70 à 80 dias.	Cor: verde clara; resistência ao calor.
Rubinela	Tipo: Crespa	60 à 75 dias	Cor: vermelho com o centro verde; resistente ao míldio.
Stella-Manteiga	Tipo: Lisa	60 à 80 dias	Cor: verde claro; resistente ao calor e boa tolerância a doenças.

Fonte: FELTRIN, 2018; VILMORIN, 2019; SEMINIS, 2019; TSV, 2018.

Os parâmetros avaliados após a colheita das alfaces foram: índice de clorofila A, B e total: aferida através do equipamento chamado ClorofiLOG-CFL1030 (Figura 03- A), e expressa em ICF (índice de clorofila de falker); Quantidade de folhas: através de contagem de todas as folhas, desde colo até as mais novas (Figura 03- B); Diâmetro do caule: medido através de paquímetro e os resultados expressos em mm (Figura 03- C); Área foliar (cm²), largura (cm), comprimento (cm), fator de proporção e perímetro (cm): determinados com o uso de um Medidor de área foliar (Area Meter AM350) (Figura 03- D e E); Peso (g): pesando toda a parte aérea da planta através de balança analítica (Figura 03- F); Produtividade (Kg.m⁻²): calculada através da massa fresca das folhas pelo número de plantas por metro quadrado.

Figura 03- Determinação do índice de clorofila (A), contagem de folhas (B), medição do diâmetro do colo (C), folha pronta para análise (D), mensuração de área, largura, comprimento, fator de proporção e perímetro das folhas (E), aferição do peso das plantas (F).



Fonte: arquivo pessoal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (Tabelas 03, 04 e 05), houve diferença significativa das cultivares de alface produzidas nas condições climáticas de Paragominas, para todos parâmetros analisados. Lima et al. (2018), avaliando a qualidade e produtividade econômica de cultivares de alface conduzidas no sudeste paraense, também obteve diferenças para as características produtivas (peso, número de folhas e produtividade), mostrando através de seus resultados a importância da seleção de cultivares mais produtivas na região.

Em relação ao parâmetro peso das plantas, verifica-se na Tabela 03 que a cultivar Lucy Brown mostrou resultado superior as demais, apresentando média de 108,8 g. Apesar do peso elevado em relação as outras cultivares, ainda é inferior comparado ao resultado obtido por Blind e Silva Filho (2015b), que avaliaram a variabilidade morfológica e componentes qualitativos e quantitativos entre cultivares de alface americana na estação seca da Amazônia central, obtendo média de 323g para a cultivar Lucy Brown, produzida em canteiros sem cobertura de solo.

Para a características quantidade de folhas, somente a cultivar Giovana teve resultado superior, apresentando média de 28 folhas por planta. Como é uma cultivar nova no mercado não há trabalhos científicos informando sobre seu desenvolvimento produtivo, entretanto o resultado desse trabalho mostra similaridade com os resultados obtidos por Lima et al. (2018), que também avaliou a produção de alface sob as condições edafoclimáticas de Paragominas, obtendo para esse parâmetro médias entre 15 à 36 folhas.

Tabela 03- Resultado da análise de variância para os parâmetros produtivos avaliados nas diferentes cultivares de alface produzidas em Paragominas - PA.

Tratamento	Peso (g)	Quantidade de folhas	Diâmetro do caule (mm)	Produtividade (Kg.m ⁻²)
Betânia	65,41 g	21 d	15,04 cde	1,04 g
Giovana	76,68 d	28 a	14,45 def	1,22 d
Lirice	52,62 i	22 cd	15,33 bcd	0,84 i
Lucy Brown	108,08 a	14 g	15,50 bc	1,73 a
Luiza	85,36 b	23 c	13,29 g	1,36 b
Mônica SF 31	70,65 f	14 g	16,20 b	1,13 f
Pira Roxa	37,05 j	16 f	14,12 efg	0,59 j
Regina	74,31 e	26 b	17,95 a	1,18 e
Rubanela	82,27 c	18 e	15,00 cde	1,31 c
Stella - Manteiga	54,97 h	22 cd	13,87 fg	0,87 h
CV (%)	1,24	2,41	2,71	1,24

Letras minúsculas comparam as médias das cultivares. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **Fonte:** Elaboração própria.

Em relação ao parâmetro diâmetro do caule é possível observar que os melhores resultados são referentes as cultivares Luiza (13,29 mm), Pira Roxa (14,12 mm) e Stella-manteiga (13,87 mm), devido possuírem os menores valores, demonstrando adaptação ao ambiente. A cultivar Regina apresentou maior diâmetro (17,95 mm), indicando baixa resistência ao pendoamento precoce, que tem como característica a produção de látex e aumento da espessura do caule, antes de atingir o ciclo característico da cultivar. Ferreira et al. (2013), avaliando o comportamento de oito variedades de alface no município de Areia- PB, verificou que a maior média de diâmetro de caule foi expressa pela cultivar Rainha de maio, que é uma alface do tipo lisa, assim como a Regina. A partir disso podemos considerar que as alfaces desse grupo possuem maior dificuldade de adaptação à ambientes de clima tropical.

Para a variável produtividade, é possível observar na Tabela 03 que a cultivar Lucy Brown diferiu estatisticamente das outras cultivares e apresentou resultado superior (1,73 kg.m⁻²). A produtividade está relacionada com o peso das plantas, por essa razão a alface Lucy Brown apresentou maior produtividade em relação as demais. Entretanto, essa cultivar apresentou produtividade inferior ao trabalho realizado por Ribas (2017), que avaliou índices agrônômicos do consorcio entre pepino e alface, onde obteve para a cultivar Lucy Brown, em cultivo solteiro, produtividade de 3,70 kg.m⁻².

A análise de variância para área foliar (Tabela 04) mostrou que a cultivar Lucy Brown e Monica SF 31 tiveram resultado superior as demais, apresentando 125,03 cm² e 123,70 cm². Resultado superior também ao trabalho realizado por Pereira Junior (2019), que avaliou produtividade de cultivares de alface em período seco de Paragominas, e obteve médias de área foliar entre 61,52 cm² à 86,94 cm². A cultivar Pira roxa apresentou menor área foliar (76,54 cm²), e segundo Taiz et al. (2017) isso pode estar ligado a sensibilidade que essa alface tem ao nível de intensidade de luz solar e a temperatura durante a realização do trabalho.

Tabela 04- Resultado da análise de variância para os parâmetros área, largura, comprimento, fator de proporção e perímetro das folhas de alface cultivadas em Paragominas.

Tratamento	Área foliar (cm ²)	Largura (cm)	Comprimento (cm)	Fator de proporção	Perímetro (cm)
Betânia	80,82 e	9,93 ab	14,41 bc	1,45 c	89,21 bc
Giovana	84,04 d	10,02 ab	14,14 bc	1,40 d	72,55 d
Lirice	97,57 b	9,89 ab	38,40 a	1,32 e	66,13 e
Lucy Brown	125,03 a	10,46 a	14,63 bc	1,40 d	85,52 c
Luiza	87,03 c	8,70 c	13,78 cd	1,59 b	47,07 f
Mônica SF 31	123,70 a	10,39 a	15,43 b	1,48 c	64,53 e
Pira Roxa	76,54 f	9,96 ab	11,73 e	1,17 f	39,85 g
Regina	80,51 e	9,07 bc	12,57 de	1,40 d	93,48 a
Rubanela	96,84 b	10,46 a	12,02 e	1,14 f	45,55 f
Stella-Manteiga	97,90 b	9,20 bc	15,11 bc	1,69 a	91,97 ab
CV (%)	0,85	4,36	3,74	1,08	2,43

Letras minúsculas comparam as médias das cultivares. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **Fonte:** Elaboração própria.

Em relação à largura das folhas, a maioria das cultivares não apresentaram diferença significativa, entretanto as alfaces Luiza (8,70 cm), Stella-manteiga (9,20 cm) e Regina (9,07 cm) apresentaram resultado inferior as demais. Já em relação ao comprimento somente a cultivar Lirice (38,40 cm) apresentou resultado superior. O resultado desses parâmetros podem estar relacionados com as características genéticas das plantas, visto que são cultivares de tipos diferentes. Comparando com o trabalho de Pereira Junior (2019), em relação a larguras obteve médias semelhantes para o período seco, variando entre 6,94 cm à 9,56 cm. Em relação ao comprimento apresentaram resultado inferior ao da cultivar Lirice, com maior média de 17,09 cm.

O fator de proporção é resultado da relação entre o comprimento e a largura máxima das folhas, e de acordo com a análise de variância é possível observar que somente a cultivar Stella-manteiga apresentou resultado superior (1,69). Pereira Junior (2019) também obteve resultados similares, com médias obtidas no período seco variando de 1,31 à 2,34.

O resultado da análise de variância para o perímetro mostra que a cultivar Regina (9,48 cm) e Stella-manteiga (91,97 cm) apresentam valor superior as demais. Apesar de apresentarem resultados inferiores em relação à largura, esse resultado pode estar relacionado com as características genéticas, visto que são cultivares que possuem folhas estreitas. Isso também pode ser um indicativo de adaptação, pois as cultivares conseguiram expressar sua característica genética.

Em relação ao teor de clorofila nas folhas de alface, é possível observar na Tabela 05, que a cultivar Luiza apresentou resultado superior as demais cultivares para os parâmetros clorofila A (26,43 ICF), clorofila B (9,07 ICF) e clorofila total (36,05 ICF). Esse resultado indica a adaptação dessa cultivar ao ambiente, pois segundo Soares (2012) a quantidade de clorofila está relacionada com a eficiência de absorção de luz e consequentemente com a atividade fotossintética da planta. O resultado é semelhante ao obtido por Pereira Junior (2019), que para o cultivo no período seco, as alfaces expressaram média superior para clorofila A de 26,29 ICF, para clorofila B de 8,85 ICF e para clorofila total de 35,14 ICF.

Tabela 05- Resultado da análise de variância para os parâmetros teores de clorofila A, clorofila B e clorofila total nas folhas de alface produzidas em Paragominas.

Tratamento	Clorofila A (ICF)	Clorofila B (ICF)	Clorofila Total (ICF)
Betânia	22,51 b	5,36 c	27,12 b
Giovana	19,39 cd	4,41 de	23,55 cd
Lirice	18,32 de	4,88 cd	22,72 de
Lucy Brown	23,17 b	6,22 c	28,38 b
Luíza	26,43 a	9,07 a	36,05 a
Mônica SF 31	15,38 g	3,18 f	18,40 g
Pira Roxa	19,50 cd	6,86 c	27,63 b
Regina	16,90 f	3,44 f	20,75 f
Rubanela	19,85 c	5,20 cd	25,05 c
Stella-Manteiga	17,69 ef	3,68 ef	21,60 ef
CV (%)	2,69	6,81	2,53

Letras minúsculas comparam as médias das cultivares. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **ICF:** índice de clorofila de falker. **Fonte:** Elaboração própria.

4. CONCLUSÕES

A cultivar Lucy Brown apresentou maior produtividade sob as condições climáticas de Paragominas, se destacando entre as demais cultivares de alface.

As cultivares Lucy Brown, Stella-manteiga, Luíza e Mônica SF 31 apresentaram melhor desenvolvimento morfofisiológico

As cultivares Lucy Brown, Stella-manteiga, Luíza e Mônica SF 31 apresentaram maior adaptação às condições climáticas de Paragominas.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação Amazônia Paraense de Amparo à Pesquisa (FAPESPA) pela concessão de bolsas e recursos financeiros para realização do trabalho. À Universidade Federal Rural da Amazônia (Campus Paragominas) e ao Grupo de Pesquisa em Horticultura da Amazônia (HORTIZON) pelo apoio.

6. REFERÊNCIAS

- BASTOS, T. X et al. Características agroclimáticas da Município de Paragominas. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 21 p. (Documentos, 228).
- BLIND, A. D.; SILVA FILHO, D. F. Desempenho de cultivares de alface americana cultivadas com e sem mulching em período chuvoso da Amazônia. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 2, 143-151 p., 2015a.
- BLIND, A. D.; SILVA FILHO, D. F. Desempenho Produtivo De Cultivares De Alface Americana Na Estação Seca Da Amazônia Central. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 31, n. 2, 404-414 p., 2015b.
- COLARICCIO, A.; CHAVES, A. L. R. (Coord.). **Aspectos Fitossanitários da Cultura da Alface**. São Paulo: Instituto Biológico, 2017. 1-126 p.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Centrais de Abastecimento: Comercialização Total de Frutas e Hortaliças. Brasília, DF, 2019. 16 p.
- FAPESPA. **Estatísticas Municipais Paraenses: Paragominas**. Belém: Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação, 2016. 59 p.
- FELTRIN. Nossos produtos – Hortaliças. 2018. Disponível em: <<https://www.sementesfeltrin.com.br/Produto/Categoria/hortaliças/frutos/ALFACE>>. Acesso em: 06 outubro 2019.
- FERREIRA, L. L. et al. Comportamento de variedades de alface na semeadura de março no município de Areia-PB. **Scientia Plena** v. 9, n. 4, 2013
- HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de Alface Cultivados no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2009. 4 p. (Comunicado Técnico, 75)
- HOLCMAN, E. **Microclima E Produção De Tomate Do Tipo Cereja Em Ambiente Protegido Com Diferentes Coberturas Plásticas**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.
- INMET. Dados meteorológicos–estações automáticas. 2019. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 06 outubro 2019.
- LIMA, M. S. S. et al. Qualidade E Produtividade Econômica De Cultivares Alface Conduzidas Nas Condições Edafoclimáticas Do Sudeste Paraense. **Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, p. 227 – 240, 2018
- MALDONADE, I. R.; MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L. **Manual de boas práticas agrícolas na produção de alface**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014. 44 p.
- OLIVEIRA, A. M. P. et al. Desempenho De Diferentes Variedades De Alface Americana Nas Condições Da Amazônia Oriental. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 14, n. 1, p. 1-5, 2016
- PEREIRA JUNIOR, A. S. **Produtividade e análise sensorial de cultivares de alface (*lactuca sativa* L.) hidropônica em período chuvoso e seco de Paragominas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônoma). Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019.
- PRELA-PANTANO, A.; NOVO, M. C S. S.; TRANI, P. E. Desempenho De Cultivares De Alface Na Região De Americana, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 1, p. 92-104, 2015
- REBOUÇAS, P. M. et al. Radiação solar e temperatura do ar em ambiente protegido. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 7, n. 2, p. 115-125, 2015.
- RESENDE, G. A. et al. Desempenho produtivo de genótipos de alface crespa no Submédio do Vale do São Francisco. **Scientia Plena**, vol. 13, n. 11, 2017.
- RIBAS, R. G. T. **Densidades populacionais de pepino sobre índices agroeconômicos do consórcio com alface**. Tese (Doutorado em Agronomia-Produção vegetal). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017.
- SEMINIS. Produtos – Alfases. 2019. Disponível em: <<https://www.seminis.com.br/p rodutos/resultados/culturas/alface/mercados/todo/regi%C3%B5es/todo>>. Acesso em: 06 outubro 2019

SOUZA, Ê. G. F. et al. Produtividade de cultivares de alface em função da idade de colheita no semiárido Potiguar, Brasil. **Revista Verde De Agroecologia E Desenvolvimento Sustentável**, V. 13, N. 3, 2018. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/rt/prINTERfriendly/5771/5096>

SOARES, M. G. **Plasticidade fenotípica de plantas jovens de *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Matos (Bignoniaceae) em resposta a radiação solar**. Dissertação (Mestrado em Biologia vegetal). Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2012

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TSV. Produtos classe A – Folhosas. 2018. Disponível em: <http://www.tsvsementes.com.br/produto?grupo=linha_te&categoria=alfaces>. Acesso em: 06 outubro 2019

VILMORIN. Produtos – Alface. 2019. Disponível em: <<http://www.vilmorin.com.br/produtos/alface/todos>>. Acesso em: 06 outubro 2019

YURI, J. E. et al. Nutrição E Adubação Da Cultura Da Alface. IN: PRADO, R. M; CECÍLIO FILHO, A. B. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/CAPES, 2016. 559-577 p.



UNIEDUSUL
EDITORA

wbook
Gráfica e Editora