

CIÊNCIAS AGRÁRIAS EM FOCO: INOVAÇÕES, PRODUÇÃO E PESQUISA

Organizadores

Luana da Silva Cadore
Thaíse da Silva Tonetto
Rodrigo de Moraes Borges

CIÊNCIAS AGRÁRIAS EM FOCO: INOVAÇÕES, PRODUÇÃO E PESQUISA

Organizadores

Luana da Silva Cadore
Thaíse da Silva Tonetto
Rodrigo de Moraes Borges

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerot e
Silva
UNIDAVI/SC
<http://lattes.cnpq.br/8318350738705473>

Profa. Msc. Jesica Wendy Beltrán
UFCE- Colômbia
<http://lattes.cnpq.br/0048679279914457>

Profa. Dra Fabiane dos Santos Ramos
UFSM- Santa Maria/RS
<http://lattes.cnpq.br/0003382878348789>

Dr. João Riél Manuel Nunes Vieira de
Oliveira Brito
UAL - Lisboa- Portugal.
<http://lattes.cnpq.br/1347367542944960>

Profa. Dra. Alessandra Regina Müller
Germani
UFFS- Passo Fundo/RS
<http://lattes.cnpq.br/7956662371295912>

Prof. Dr. Everton Bandeira Martins
UFFS - Chapecó/SC
<http://lattes.cnpq.br/9818548065077031>

Prof. Dr. Erick Kader Callegaro Corrêa
UFN- Santa Maria/RS
<http://lattes.cnpq.br/2363988112549627>

Prof. Dr. Pedro Henrique Witchs
UFES - Vitória/ES
<http://lattes.cnpq.br/3913436849859138>

Prof. Dr. Thiago Ribeiro Rafagnin
UFOB
<http://lattes.cnpq.br/3377502960363268>

Prof. Dr. Mateus Henrique Köhler
UFSM- Santa Maria/RS
<http://lattes.cnpq.br/5754140057757003>

Profa. Dra. Liziany Müller Medeiros
UFSM- Santa Maria/RS
<http://lattes.cnpq.br/1486004582806497>

Prof. Dr. Camilo Darsie de Souza
UNISC- Santa Cruz do Sul/RS
<http://lattes.cnpq.br/4407126331414>

Prof. Dr. Dioni Paulo Pastorio
UFRGS - Porto Alegre/RS
<http://lattes.cnpq.br/7823646075456872>

Prof. Dr. Leonardo Bigolin Jantsch
UFSM- Palmeira das Missões/RS
<http://lattes.cnpq.br/0639803965762459>

Prof. Dr. Leandro Antônio dos Santos
UFU– Uberlândia/MG
<http://lattes.cnpq.br/4649031713685124>

Dr. Rafael Nogueira Furtado
UFJF- Juiz de Fora/MG
<http://lattes.cnpq.br/9761786872182217>

Profa. Dra. Angelita Zimmermann
UFSM- Santa Maria/RS
<http://lattes.cnpq.br/7548796037921237>

Profa. Dra. Francielle Benini Agne
Tybusch
UFN - Santa Maria/RS
<http://lattes.cnpq.br/4400702817251869>

Copyright © Arco Editora, alguns direitos reservados.

Copyright do texto © 2021 os autores e as autoras.

Copyright da edição © 2021 Arco Editora.

Diagramação e Projeto Gráfico : Gabriel Eldereti Machado

Imagem e capa: Rodrigo de Moraes Borges

Revisão: dos/as autores/as.

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

Ciências agrárias em foco [livro eletrônico] :
inovações, produção e pesquisa / Luana da Silva
Cadore, Thaíse da Silva Tonetto, Rodrigo de
Moraes Borges [organizadores]. -- Santa Maria,
RS : Arco Editores, 2021.

PDF

Bibliografia

ISBN 978-65-89949-19-0

1. Agricultura 2. Ciências agrárias 3. Inovações
tecnológicas 4. Pesquisa agrícola I. Cadore, Luana da
Silva. II. Tonetto, Thaíse da Silva. III. Borges,
Rodrigo de Moraes.

21-80247

CDD-630

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências agrárias 630

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

 **10.48209/978-65-89949-19-0**

O padrão linguístico-gramatical, bem como o sistema de citações e referências bibliográficas são prerrogativas de cada autor. Da mesma maneira, o conteúdo e teor de cada capítulo é de inteira e exclusiva responsabilidade de seu respectivo autor.

EPÍGRAFE

“O homem não teria alcançado o possível se, repetidas vezes, não tivesse tentado o impossível.” (Max Weber)

APRESENTAÇÃO

As Ciências Agrárias compõem uma área multidisciplinar de estudos envolvendo campos como Agronomia, Engenharia agrícola, Recursos Florestais e Engenharia Florestal, Agroecologia, dentre outros. De forma que, busca-se o aprimoramento do seu campo de atuação por meio de estudos voltados a inovações, produção e pesquisa.

A crescente estrutura populacional mundial, alicerçada às necessidades de preservação e, também o reaproveitamento dos recursos naturais, colocam essa ciência em foco, incorporando cada vez mais, profissionais capacitados nesta área. Os cientistas agrários são atores muito importantes no mundo acadêmico e profissional, estudando e compreendendo a estrutura da produção vegetal e animal, de proteção ambiental, comercialização e escoamento da produção.

Nesse contexto, para atender a demanda populacional por alimentos, alternativas devem ser pesquisadas e cada vez mais, incorporadas no setor agrícola. Dentre as diversas possibilidades, surge a crescente demanda pelo uso de plantas alimentares não convencionais (PANC), as quais podem apresentar resultados nutricionais satisfatórios em comparação com as hortaliças comumente comercializadas.

Além, disso a preocupação com a sustentabilidade dos cultivos é algo que vem ganhando destaque no setor. Logo, o uso sustentável dos recursos naturais implica na maximização do uso dos insumos à obtenção de grãos, como o milho. De maneira que é fundamental entender os princípios da utilização da adubação nitrogenada nesta cultura, para que esta seja aplicada racionalmente e represente maior produtividade do milho.

O uso de tecnologias e inovações que possibilitem avançar nas pesquisas é fundamental para o desenvolvimento das diversas áreas das ciências agrárias. A cultura de tecidos é uma ferramenta da biotecnologia que vem contribuindo com os avanços em pesquisas, principalmente no que diz respeito a rapidez em obter respostas. Desta forma, o cultivo *in vitro* de espécies florestais é uma importante alternativa para o setor, pois através da propagação vegetativa das espécies,

pode-se contornar fatores limitantes, como por exemplo o cultivo via sementes. Isso porque algumas espécies podem apresentar condições como a perda da viabilidade das sementes, como observado com a espécie *Eugenia involucrata*.

A preocupação com o meio ambiente equilibrado, socialmente justo e economicamente viável são requisitos básicos para a sustentabilidade. Assim, é necessário que se estudem meios que assegurem tais princípios, como o uso de tubetes para a produção de mudas florestais que sejam biodegradáveis, pois os habitualmente empregados têm difícil degradação no meio natural.

Sabe-se que o manejo de qualquer cultivar requer que se reconheça o sistema mais adequado e eficiente, visando atingir níveis ótimos de produtividade. Tais considerações são relevantes para todas as espécies, como também ao cultivo de alface, para o qual se almeja crescimento e desenvolvimento apropriados e máximo potencial produtivo.

Nesse mesmo sentido, o uso de compostos naturais que tenham propriedades alelopáticas se mostra potencial no sentido de reduzir produtos químicos empregados nas distintas culturas, uma vez que estes possuem características naturais que podem atuar como herbicidas. Estes compostos são uma grande demanda destinada à agricultura orgânica ou em transição, visando a segurança alimentar humana.

A obra aborda a importância alimentar, cultural, ecológica e econômica de plantas alimentares não convencionais; o uso da adubação nitrogenada na cultura do milho; o estabelecimento *in vitro* de segmentos nodais de *Eugenia involucrata*; o uso de tubetes biodegradáveis na produção de mudas de espécies florestais; distintos manejos de cultivares de alface em túneis baixos e o emprego do extrato aquoso de repolho no controle de plantas espontâneas no cultivo orgânico de alface ou em transição agroecológica.

Assim, essa obra se destina a estudantes, pesquisadores e profissionais das Ciências Agrárias.

PREFÁCIO

As plantas alimentares não convencionais (PANC) vêm ganhando cada vez mais espaço no mercado, pois além da sua composição nutricional, são importantes nichos para geração de renda em diversos setores. Estudos visando identificar os teores de macro e micronutrientes de espécies PANC como dente de leão (*Taraxacum officinale*), capuchinha (*Tropaeolum majus*), major gomes (*Talinum paniculatum*) e alface selvagem (*Lactuca serriolla*) são de suma relevância, principalmente, quando se compara com espécies usuais na alimentação humana, como é o caso das hortaliças alface (*Lactuca sativa*) (variedades crespa, americana e mimosa), rúcula (*Eruca vesicaria*), repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) e couve-manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*). De forma que, informações obtidas no estudo de PANC agregam dados de grande valia para pesquisadores de maneira geral e também a produtores. Além disso, por meio dos dados obtidos é possível incentivar o número de espécies cultivadas, bem como o consumo de PANC.

O milho é uma cultura de grande importância para alimentação humana, além de ser utilizado na alimentação animal. É considerado um alimento estratégico que compõe a dieta alimentar dos brasileiros. A cadeia produtiva do milho vem sendo expandida no país, demandando avanço em tecnologias que auxiliem os produtores, além do uso racional dos nutrientes necessários para o seu cultivo, mantendo o potencial produtivo da cultura. Assim, estudos avaliando a produtividade de silagem e grãos da cultura do milho manejada com doses e formulações fracionadas de adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológicos da cultura do milho, traz resultados importantes para o setor agrícola. Além disso, permite que técnicos e produtores, possam manejar de maneira eficiente essa cultura tão essencial à alimentação humana e animal.

O meio nutritivo utilizado para o cultivo de espécies *in vitro*, de maneira geral, é composto por sais minerais e vitaminas, carboidratos, água e solidificante, além de reguladores de pH. Contudo, algumas espécies apresentam determinadas particularidades quanto ao pH e quantidade dos componentes, por exemplo. Dentro desse contexto, pesquisas visando determinar valores de pH e

concentrações diferentes das fontes de carboidratos e solidificantes, como sacarose e ágar, utilizados no meio de cultivo *in vitro*, são fundamentais. Sobretudo, no que se refere ao estudo de espécies perenes, como *Eugenia involucrata*. Pois a propagação vegetativa possibilita um estabelecimento mais rápido das espécies, desde que estas estejam em meio de cultivo que forneça condições adequadas as suas particularidades.

A produção de mudas sejam elas, florestais ou agrícolas, de maneira geral, utiliza recipientes cuja composição é, predominantemente, o plástico. Com isso, cada vez mais o setor produtivo tem apresentado preocupação com o descarte desses recipientes, pois seu processo de degradação é longo e poluente ao meio ambiente. Assim, pesquisas que tragam alternativas para o setor produtivo, visando atingir a segurança dos cultivos no posterior descarte dos resíduos e, também de materiais que apresentem um processo de decomposição menos poluente ao meio ambiente são imprescindíveis. Dessa forma, uma possível alternativa, na tentativa de minimizar os problemas ambientais, é o estudo da biodegradabilidade do compósito de polietileno e casca de arroz com a adição de oxibiodegradante orgânico para a produção de tubetes que atendam a produção de mudas florestais, ou ainda de espécies agrícolas. Pois, além de atender as demandas exigidas pela produção em viveiro florestal, pode vir a ser uma alternativa ambientalmente segura.

A alface é uma das hortaliças da categoria das folhosas, mais cultivada e consumida no país, isso porque a cultura é rica em nutrientes e de baixo valor calórico. Por esse motivo, a cadeia produtiva da alface busca, cada vez mais, alternativas que proporcionem seu cultivo em diversas regiões, com baixo custo e viabilizando seu manejo, principalmente, no que diz respeito a irrigação. Visto que, a restrição hídrica, ou o excesso, para a cultura é fator limitante ao rendimento produtivo da alface. Logo, alternativas que tragam avanços para o setor produtivo da alface se fazem necessárias e nesse contexto, estudos utilizando tuneis baixos com variadas opções de *mulching* para diferentes cultivares de alface, cujo sistema de irrigação empregado é o gotejamento, pode vir a contribuir com informações relevantes para os produtores desta cultura.

Além disso, a preocupação com o manejo agroecológico da alface também vem ganhando destaque no setor produtivo, principalmente, no que se refere a agricultura familiar. Pois atualmente, existem poucas alternativas agroecológicas que forneçam controle quanto as plantas espontâneas que afetam a produção da cultura. Desta forma, pesquisas utilizando extrato aquoso de repolho, por exemplo, são de grande avanço para a cadeia produtiva da alface.

Assim, o objetivo principal deste e-book é fornecer informação relevante no que se refere aos avanços tecnológicos, descobertas e possibilidades, que auxiliem em pesquisas futuras, técnicos e produtores a manejar de maneira eficiente e segura seus cultivos.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

TEOR DE NUTRIENTES EM PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC).....13

Fabricio Maidane Peres

Simone Braga Terra

Doi: 10.48209/978-65-89949-19-1

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO DE MILHO COM APLICAÇÃO DE DOSES FRACIONADAS E FORMULAÇÕES DE NITROGÊNIO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS.....29

Everton Joel Behrenz

Vanessa Raquel Brumelhaus

Doi: 10.48209/978-65-89949-19-2

CAPÍTULO 3

FATORES QUÍMICOS DO MEIO NUTRITIVO PARA O ESTABELECIMENTO IN VITRO DE *Eugenia involucrata* DE CANDOLLE.....44

Charlene Moro Stefanel

Lia Rejane Silveira Reiniger

Caetano Miguel Lemos Serrote

Doi: 10.48209/978-65-89949-19-3

CAPÍTULO 4

ESTUDO DE TUBETES BIODEGRADÁVEIS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS.....61

Cristiano Cunha Costa

Doi: 10.48209/978-65-89949-19-4

CAPÍTULO 5

CULTIVO DE ALFACE EM TÚNEIS BAIXOS COM USO DE DIFERENTES COBERTURAS DO SOLO E IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO.....	78
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

Mateus Possebon Bortoluzzi

Joice Gasparin

Jocélia Rosa da Silva

Geraldo José Rodrigues

Doi: 10.48209/978-65-89949-19-5

CAPÍTULO 6

EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DE REPOLHO COMO HERBICIDA NATURAL EM PLANTAS DE ALFACE.....	93
---------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

Simone Braga Terra

Cledinara da Rosa Muniz

Doi: 10.48209/978-65-89949-19-6

SOBRE OS ORGANIZADORES.....	107
------------------------------------	------------

SOBRE AS AUTORAS E AUTORES.....	110
----------------------------------------	------------

CAPÍTULO 1

TEOR DE NUTRIENTES EM PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC)

*Fabricio Maidane Peres
Simone Braga Terra*

INTRODUÇÃO

Existe escassez de pesquisas sobre a composição nutricional das plantas alimentícias não convencionais (PANC) e seus benefícios para o organismo humano, fazendo com que a população deixe de consumi-las ou consuma sem ter total consciência do que está ingerindo.

O conceito de plantas alimentícias não convencionais refere-se a todas as plantas que possuem uma ou mais partes comestíveis para humanos, sendo elas espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas, que não estão incluídas em nosso cardápio cotidiano (Kinupp et al., 2014). O mesmo autor relata que as PANC possuem raízes, tubérculos, bulbos, rizomas, talos, folhas, brotos, flores, frutos e sementes ou ainda látex, resina e goma, ou são usadas para obtenção de óleos e gorduras comestíveis.

Além da importância alimentar, as PANC possuem também importância cultural, ecológica e econômica, mesmo que ainda consumidas modestamente pela maioria da população e com estudos restritos ao universo acadêmico. Pesquisas também apontam que a maior parte das plantas consideradas invasoras possuem partes comestíveis e podem apresentar índices nutricionais iguais ou superiores às hortaliças, raízes e frutos que estamos habituadas a comer (Schmeda-hirschmann, 2005; Aletor et al., 2002), podendo ser uma alternativa no preparo de saladas e em pratos refogados quentes.

Carreiro (2017) ressalta que a maioria das pessoas não tem conhecimento que as PANC possuem nutrientes, fibras, proteínas e compostos bioativos muitas vezes mais elevados do que as hortaliças ditas convencionais que estamos habituados a consumir. Especialmente quando se trata de hortaliças e frutas silvestres do grupo PANC, geralmente os teores minerais são significativamente maiores do que em plantas domesticadas (Flyman; Afolayan, 2006; Odhav et al., 2007). Além dos minerais, em geral, as espécies vegetais não convencionais são mais ricas em fibras e compostos com funções antioxidantes (Schmeda-Hirschmann et al., 2005;) e muitas são fontes de proteínas superiores às fontes vegetais convencionais (Aletor et al., 2002).

Contudo, observa-se na literatura que estudos sobre o teor de nutrientes encontrados nas PANC são insipientes e pouco pesquisados, havendo necessi-

dade da análise de macro e micronutrientes constituintes nessas espécies vegetais, como forma de divulgação do seu potencial alimentício.

Vale salientar que muitas PANC possuem mais nutrientes que hortaliças convencionais, visto que quanto mais silvestre é a espécie, menos agrotóxicos requer e melhor é o aproveitamento de nutrientes do solo.

Diante do exposto, o projeto de pesquisa teve como objetivo realizar análise de macro e micronutrientes da matéria seca das PANC dente de leão (*Taraxacum officinale*), capuchinha (*Tropaeolum majus*), major gomes (*Talinum paniculatum*), alface selvagem (*Lactuca serriolla*) que nascem espontaneamente no perímetro urbano de Santana do Livramento, comparativamente com o teor nutricional encontrados na literatura das hortaliças comerciais alface (*Lactuca sativa*) (variedades crespa, americana e mimosa), rúcula (*Eruca vesicaria*), repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) e couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*).

Esse trabalho de pesquisa contou com o financiamento do CNPq, por meio de bolsa de pesquisa do tipo iniciação científica para alunos de graduação.

DESENVOLVIMENTO

O trabalho foi executado Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Uergs, na Unidade de Santana do Livramento, RS (latitude: -30.8897, longitude: -55.5323 30° 53' 23" Sul, 55° 31' 56" Oeste) entre julho a dezembro de 2019.

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre as principais plantas alimentícias não convencionais de ocorrência no Rio Grande do Sul, utilizando como fonte livros, teses, dissertações, Google acadêmico, Sciello e o acervo bibliográfico da Uergs, selecionando os trabalhos que permitiram obter informações sobre a origem e descrição botânica, ecologia, propriedades alimentares, composição química, utilizações e importância alimentar.

Quatro PANC específicas e produtoras de folhagem comestível foram coletadas para posterior secagem e obtenção de matéria seca para determinação do teor de macro e micronutrientes minerais nos tecidos foliares: dente de leão (*Taraxacum officinale*) (Figura 1), major gomes (*Talinum paniculatum*) (Figura 2), capuchinha (*Tropaeolum majus*) (Figura 3) e alface selvagem (*Lactuca serriolla*).

Figura 1 - Dente de leão (*Taraxacum officinale*)



Fonte: O autor (2018).

Figura 2 - Major Gomes (*Talinum paniculatum*)



Fonte: O autor

Figura 3 - Capuchinha (*Tropaeolum majus*)



Fonte: O autor (2018).

Figura 4 - Alface selvagem (*Lactuca serriolla*)



Fonte: O autor (2018).

Para a correta identificação vegetal das plantas coletadas foi utilizada bibliografia específica para famílias, gêneros e espécies, através do livro de Kinupp e Lorenzi (2014), além de consulta aos herbários didáticos disponíveis na Uergs de Santana do Livramento, confeccionados pelos alunos durante a disciplina regular de Botânica Agrícola¹ do curso de Bacharelado em Agronomia.

Após a correta identificação, as PANC de ocorrência em cada local pré-determinado para coleta de campo foram fotografadas com câmera digital para posterior pesquisa sobre características botânicas e alimentares, a partir do nome vulgar, científico, família botânica, formas de uso e partes utilizadas.

A matéria seca resultante das amostras de PANC coletadas foi enviada para o Laboratório de Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPEL) para a determinação de macro (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio) e micronutrientes (boro, cobre, ferro, manganês e zinco), de acordo com a metodologia de Tedesco (1995).

Os resultados dos macros e micronutrientes observados na análise da matéria seca das PANC coletadas durante a pesquisa foram comparados com valores nutricionais de matéria seca de hortaliças comerciais folhosas encontrados na literatura disponível, como artigos, teses, dissertações e no Google Acadêmico e na plataforma Sciello. Utilizou-se como valores de referência para alface (*Lactuca sativa*) nas variedades crespas, americana e mimosa, e rúcula (*Eruca vesicaria*) os dados de referência pesquisados por Oliveira e Borsato (2016) para as mesmas variedades, onde estabeleceu-se uma média aritmética dos valores de macro e micronutrientes para obtenção dos resultados finais.

Para o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) e a couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*), os teores de macro e micronutrientes foram determinados a partir da média aritmética da matéria seca pesquisados por Vidigal (1993), Santos (1998), Meneses Junior (2004) e Kelen et al. (2015).

1 A disciplina de Botânica Agrícola é ministrada durante o curso de Bacharelado em Agronomia, na Uergs unidade Santana do Livramento, e prevê a confecção de um herbário didático contendo plantas herbáceas nativas e exóticas componentes do Bioma Pampa, sendo algumas delas PANC.

RESULTADOS E DICUSSÃO

Na Tabela 1 é possível visualizar os resultados obtidos relativos aos teores de macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), e dos micronutrientes cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe) e manganês (Mn) na matéria seca das PANC (dente de leão, capuchinha, major gomes e alface selvagem) e das hortaliças comerciais (alface variedades crespa, americana e mimosa), rúcula, repolho e couve manteiga.

Tabela 1 - Comparação entre os teores de macro e micronutrientes encontrados na matéria seca das PANC dente de leão (*Taraxacum officinale*), capuchinha (*Tropaelum majus*), major gomes (*Talinum paniculatum*), alface selvagem (*Lactuca serriolla*) e as hortaliças comerciais alface (*Lactuca sativa*) (variedades crespa, americana e mimosa), rúcula (*Eruca vesicaria*), repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) e couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*). Santana do Livramento, 2019.

PANC*	Macronutrientes (%)					Micronutrientes (mg/kg)				
	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Dente de leão	2,82	0,46	4,22	1,25	0,34	25,00	13,50	992,5	76,00	42,50
Capuchinha	4,21	0,57	3,26	1,68	0,37	18,50	8,50	221,5	60,50	54,50
Major gomes	3,41	0,38	5,92	2	2,05	22,00	11,00	358,0	181,50	79,50
Alface selvagem	3,64	0,306	4,51	1,65	0,38	-	9,79	316,8	65,15	149,85

Hortaliças**	Macronutrientes (%)					Micronutrientes (mg/kg)				
	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Alface crespa	0,44	0,666	6,14	1,417	0,454	-	2,42	218,3	147,47	62,27
Alface americana	0,29	0,541	3,1	1,369	0,471	-	21,32	362,7	54,36	22,45
Alface mimosa	0,27	0,527	3,19	1,861	0,474	-	11,86	693,2	58,28	26,67
Rúcula	0,72	0,692	8	2,719	0,677	-	5,2	759,5	63,54	58,43
Repolho	2,86	0,41	2,54	0,58	0,17	29,00	3,50	61,00	45,00	34,00
Couve manteiga	4,23	0,48	3,69	2,51	0,33	33,00	3,40	300,0	97,00	29,00

*Dados obtidos através da análise da matéria seca, no Laboratório de Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Pelotas (FAEM/UFPEL).

** Dados obtidos através da média aritmética de valores pesquisados por Oliveira e Borsato (2016) para alface e rúcula, e Vidigal (1993), Santos (1998), Meneses Junior (2004) e Kelen et al. (2015) para repolho e couve.

Deve-se salientar que as PANC analisadas no projeto não receberam qualquer tipo de adubação, demonstrando assim a capacidade de obtenção de nu-

trientes em condições não tão favoráveis para o crescimento e desenvolvimento, como é o caso de calçadas e acostamentos onde foram coletadas.

Observa-se uma diferença entre as quantidades de nutrientes contidos na matéria seca na análise das PANC e das hortaliças comerciais.

Referente ao elemento nitrogênio, a capuchinha (4,21% de N) apresentou valores superiores em relação as demais PANC e às hortaliças comerciais, ficando ligeiramente inferior apenas ao teor obtido na couve manteiga (4,23% de N). Pesquisas realizadas por Silva (2018) verificaram níveis de 1,34% de nitrogênio na matéria seca das folhas da capuchinha, valores inferiores aos obtidos nesse experimento.

Killorn e Zourarakis (1992), argumentam que o teor de nitrogênio nas folhas de capuchinha é muito influenciado pela adubação nitrogenada, sendo um reflexo de sua disponibilidade no solo, e cuja análise química pode ser útil na detecção de deficiência de nitrogênio.

Laborsolo (2013) ressalta que o nitrogênio é um nutriente estrutural nos vegetais, por ser constituinte das membranas e proteínas participando da formação de vários compostos orgânicos, exercendo também um papel fundamental no metabolismo vegetal, como na fotossíntese e respiração celular.

Pesquisas realizadas por Silva (2018) apontaram 0,65% de fósforo para a capuchinha, valor superior ao encontrado para a mesma espécie no experimento. Segundo Rop et al., (2012) a capuchinha possui conteúdo de proteínas, gorduras, vitaminas e carboidratos semelhantes aos encontrados em outros produtos hortícolas, como as folhosas em geral.

O elemento fósforo (P) participa nos processos de fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão celular, crescimento das células (Nunes, 2016). Também contribui para o crescimento inicial das raízes, qualidade de frutas, verduras, grãos e formação das sementes. Por interferir em vários processos vitais das plantas, deve haver um suprimento adequado de fósforo desde a germinação, principalmente em plantas de ciclo curto (Giracca, 2016).

O fósforo é um mineral essencial para o funcionamento do corpo humano, sendo o segundo mais abundante no organismo, só ficando atrás do cálcio. É o

único macronutriente que não existe na atmosfera, com exceção da forma sólida encontrada nas rochas. Dentro do organismo, o fósforo trabalha em conjunto com o cálcio para fortalecer ossos e dentes, e ajuda também na formação de diversas proteínas, da proteção muscular, do correto trabalho dos rins, coração e cérebro (Ferreira, 2017).

Em relação ao elemento potássio (K) os maiores teores na matéria seca foram encontrados para a hortaliça comercial rúcula (8% de K), seguido pela alface crespa (6,14% de K) e pela PANC major gomes (5,92% de K).

O macronutriente potássio não é constituinte de nenhuma molécula orgânica no vegetal, entretanto contribui em várias atividades bioquímicas, sendo um ativador de grande número de enzimas, regulador da pressão osmótica, abertura e fechamento estomático. O potássio também auxilia na fotossíntese, na formação de frutos, resistência ao frio e às doenças (Nunes, 2016).

Sobre o elemento cálcio, o maior teor encontrado dentre as PANC foi verificado na major gomes (2,00% de Ca). Kinupp et al. (2008) verificaram teor de 1,3% de cálcio também para a espécie vegetal major gomes.

Segundo Nieuwhof (1969), o cálcio ocorre abundantemente nas folhas verdes, como a couve, que está entre os vegetais com o conteúdo mais elevado desse mineral, já que é um nutriente mineral de baixa mobilidade dentro do vegetal, se acumulando nas folhas.

Uma planta bem nutrida com cálcio poderá ter uma parede celular bem estruturada e isso fará com que a planta possa apresentar resistência a pragas e doenças. No entanto, se faltar cálcio, um dos sintomas de deficiência é a morte de gemas apicais, pois o cálcio atua na alongação e divisão celular (Agropro,2016).

Em relação ao nutriente magnésio, a PANC major gomes apresentou maiores teores (2,05% de Mg), sendo este valor superior inclusive para todas as demais hortaliças comerciais avaliadas no experimento.

O magnésio é um nutriente de alta mobilidade no vegetal, sendo translocado de folhas mais velhas para tecidos novos e pontos de crescimento. Ele é imprescindível na formação de raízes, pois aumenta o sistema radicular. O

magnésio também auxilia no acúmulo de sacarose das folhas para fora, ou seja, amplia o acréscimo de açúcar em frutos e colmos (Nunes, 2016).

Em relação ao micronutriente boro (B), que se faz ausente na matéria seca de algumas das plantas analisadas, é possível perceber os teores de 33 mg/kg de B na couve manteiga, 29 mg/kg de B no repolho, 25 mg/kg de B no dente de leão, 22 mg/kg de B no major gomes e 18,5 mg/kg de B na capuchinha.

O boro é um dos micronutrientes que mais limita o rendimento das culturas no Brasil, principalmente nas espécies exigentes e cultivadas em solos de textura arenosa, nos quais o micronutriente, tendo alta mobilidade, pode ser perdido por lixiviação (Blevins; Lukaszewski, 1998).

Essa afirmação provavelmente explica a menor concentração de boro nas PANC analisadas, visto que as mesmas foram coletadas nas calçadas e acostamentos, onde não ocorreu nenhum tipo de adubação adicional.

Duarte (2019) salienta que o boro é essencial no crescimento dos grãos, portanto, plantas deficientes em boro podem apresentar grãos leves ou com má formação, além de uma maior queda de florada e formação de sementes, em geral as plantas apresentam paralisia dos meristemas apicais, tanto das raízes quanto da parte aérea.

Em relação ao micronutriente cobre (Cu), foram verificados valores superiores para dente de leão 13,50 mg/kg em comparação com as demais PANC. Já quando comparou-se o dente de leão com as hortaliças comerciais, verificou-se que a PANC possui um teor inferior do nutriente cobre, que está mais elevado nas folhas da alface americana (21,32 mg/kg).

O elemento cobre tem papel importante na fotossíntese, respiração, redução e fixação de nitrogênio por plantas leguminosas (Gondim, 2009).

Referente ao micronutriente ferro (Fe) a PANC dente de leão apresentou teores bem elevados (992,50 mg/kg), apesar da hortaliça comercial rúcula também ter revelado valores altos para o mesmo elemento (759,50 mg/kg), o que possivelmente tenha relação com as características de absorção de metais pesados pela PANC.

Nas plantas, a principal função do ferro é a ativação de enzimas, atuando em processos de fotossíntese, respiração, fixação biológica do nitrogênio e assimilação de nitrogênio e enxofre, síntese de lignina e suberina e no metabolismo de auxina. O ferro também catalisa a biossíntese da clorofila. As concentrações de ferro nas plantas variam entre 10 e 1.500 mg/kg, no entanto, valores acima de 80 mg/kg podem apresentar sintomas de toxicidade (Malavolta, 2006).

Em relação ao nutriente manganês (Mn) os resultados mais elevados foram revelados pela PANC major gomes (181,50 mg/Kg,) sendo este valor superior as demais PANC e também as hortaliças comerciais analisadas no experimento, onde a alface crespa apresentou teores de 147,47 mg/Kg. Comparativamente, Haag e Minami (1988) encontraram valores de a 71 mg/Kg de manganês na alface crespa sem cabeça cultivar Grand Rapids.

Manhães et al. (2008), após a elaboração de estudo analisando a composição química da espécie *Talinum esculentum*, ressaltou que deve-se atentar à concentração de manganês que as hortaliças desse gênero contém. A riqueza de manganês deve ser nutricionalmente considerada, muito embora ele seja absorvido no intestino delgado da mesma forma que o ferro, competindo com esse mineral pelo mesmo sítio de absorção, dificultando o seu aproveitamento pelo organismo. Outro fato relevante sobre a ingestão excessiva de manganês é o seu possível acúmulo no fígado e no sistema nervoso central, produzindo sintomas semelhantes aos da doença de Parkinson (Finley et al., 1994), por isso, o consumo deve ser moderado até que estudos toxicológicos estabeleçam limite de ingestão tolerável.

Sobre os teores de zinco (Zn), observou-se a PANC alface selvagem apresentou 149,85 mg/Kg, superior a todas as demais plantas avaliadas no experimento. Para fins comparativos, a hortaliça comercial alface crespa apresentou 62,27 mg/Kg, o maior dentre as demais folhosas convencionais.

O íon zinco participa de uma grande variedade de processos metabólicos, incluindo lipídios, carboidratos e proteínas de síntese ou degradação, além de ser essencial para a síntese de ácido desoxirribonucléico (DNA) e ribonucléico (RNA) (Araújo et al., 2011).

De acordo com Jones et al. (2013) os micronutrientes como o ferro, níquel, cobre, zinco e manganês considerados metais pesados, são necessários em pequenas quantidades para que haja crescimento normal das plantas; entretanto, quando em níveis mais elevados produzem reações tóxicas.

Os metais pesados ocorrem naturalmente no solo, uma vez que os mesmos encontram-se presentes nas rochas de origem. Nos solos, os metais pesados apresentam baixa mobilidade devido a tendência de estarem complexados com a matéria orgânica (Chaves, 2008).

CONCLUSÕES

Após a análise comparativa entre os teores de macro e micronutrientes da matéria seca das PANC e das hortaliças comerciais, percebeu-se que os resultados mostram-se promissores para algumas plantas não convencionais, pois apesar de não serem incluídas nas refeições diárias das famílias como complemento alimentar, apresentaram teores de alguns minerais mais elevados do que determinadas cultivares de alface, couve manteiga, rúcula e repolho.

Os resultados na análise de macro e micronutrientes da matéria seca das PANC em comparação com as hortaliças comerciais demonstraram que o dente de leão se destacou quanto ao teor de boro (25,00 mg/kg), cobre (13,50 mg/kg) e ferro (992,5 mg/kg); a capuchinha apresentou maior concentração de nitrogênio (4,21%) e fósforo (0,57%); o major gomes se sobressaiu nas médias de potássio (5,92%), cálcio (2%), magnésio (Mg) (2,05%) e manganês (Mn) (181 mg/kg); e a alface selvagem apresentou teor de matéria seca superior as demais PANC referente ao elemento zinco (149,85 mg/kg).

Alguns micronutrientes como cobre, ferro, manganês e zinco, componentes da análise da matéria seca das PANC são considerados metais pesados e tóxicos quando absorvidos em excesso pelas plantas. Devido a isso, é necessário que o consumidor de PANC tenha entendimento que o consumo seja moderado, até que estudos toxicológicos estabeleçam limite de ingestão tolerável para metais pesados.

Após a análise comparativa entre os teores de macro e micronutrientes da matéria seca das PANC e das hortaliças comerciais, percebeu-se que os

resultados mostram-se promissores para algumas plantas não convencionais, pois apesar de serem desconhecidas ou subutilizadas pela maioria da população, apresentaram teores de alguns minerais mais elevados do que determinadas cultivares de alface, couve e repolho.

REFERÊNCIAS

AGROPRO. **Funções do cálcio na planta**. Disponível em: < <http://blog.agropro.com.br/funcoes-do-calcio-na-planta/> >. Acesso em: 21 out. 2019.

ALETOR, V. A. et al. Chemical composition of common leafy vegetables and functional properties of their leaf protein concentrates. **Food Chemistry**, v. 78, n. 1, p. 63-68, 2002.

ANDRADE, J. C. M. et al. **Fitoremediação**: o uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 176 p.

BLEVINS, D. G.; LUKASZEWSKI, K. M. Boron plant structure and function. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.49, p.481-500, 1998.

BOOTH, S. et al. Nutrient content of selected indigenous leafy vegetables consumed by the Kekchi people of Alta Verapaz, Guatemala. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 5, n. 1, p. 25-34, 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. **Hortaliças não convencionais**: (tradicionais) – Brasília: MAPA/ACS. 2010.

CHAVES, E. V. **Absorção de metais pesados de solos contaminados do aterro sanitário e pólo industrial de manaus pelas espécies de planta *Senna multijuga*, *Schizolobium amazonicum* e *Caesalpinia echinata***. 2008, 87 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas. Faculdade de Biotecnologia. Curso multidisciplinar de Pós-Graduação em Biotecnologia, Manaus, 2008. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/3107/1/Tese>. Acesso em: 10 maio. 2019.

CUNHA, K. P. V. et al. Disponibilidade, acúmulo e toxidez de cádmio e zinco em milho cultivado em solo contaminado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p.1319-1328, 2008.

DUARTE, G. R. B. **O manual rápido do manejo de boro nas plantas**. 2019. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/boro-nas-plantas/>>. Acesso em: 06 de junho. 2020.

FERREIRA, Cíntia. **Fósforo: Benefícios, Alimentos e Sintomas da sua Deficiência no Organismo**. 2017. Disponível em: <<https://www.greenme.com.br/alimentarse/alimentacao/5651-fosforo-beneficios-alimentos-sintomas-deficiencia/>>. Acesso em: 08 de março. 2020.

FINLEY, J. W. Sex affects manganese absorption and retention by humans from a diet adequate in manganese. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 60, n. 6, p. 949-955. 1994.

FLYMAN, M. V.; AFOLAYAN, A. J. The suitability of wild vegetables for alleviating human dietary deficiencies. **South African Journal of Botany**, v. 72, n. 4, p. 492-497, 2006.

GONDIM, A. R. de O. **Absorção e mobilidade do boro em plantas de tomate e de beterraba**. 2009. 75 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Jaboticabal, 2009.

GUERRERO, J. L. G. et al. Mineral nutrient composition of edible wild plants. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 11, n. 4, p. 322-328, 1998.

HAAG, H. P.; MINAMI, K. Nutrição mineral de hortaliças: LXXXVI. concentração de nutrientes de alface (*Lactuca sativa*) c.v. grand rapids, de semeadura direta e para corte. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 45, n. 0, p. 605–612, 1988.

JONES, R. L. et al. **The Molecular Life of Plants**. UK: American Society of Plant Biologists and Wiley-Blackwell, 2013. 766p.

KELEN, M. E. B. et al. **Plantas Alimentícias não convencionais (PANC): hortaliças espontâneas e nativas**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2015.

KILLORN, R.; ZOURARAKIS, D. Nitrogen fertilizer management effects on corn grain yield and nitrogen uptake. **Journal of Production Agriculture**, v.5, n. 1, p.142-148, 1992.

KINUPP, V. F. **Plantas alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS.** 2007. Tese (Doutorado - Área de concentração em Fitotecnia) – Departamento de Horticultura e Silvicultura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil.** Nova Odessa: Editora Plantarum, 2014. 768p.

LABORSOLO. **Macronutrientes: conhecendo o Nitrogênio.** 2013. Disponível em: <<https://laborsolo.com.br/analise-quimica-de-solo/macronutrientes-conhecendo-o-nitrogenio>>. Acesso em: 29 de fev. 2020

LETERNE, P. et al. Mineral content of tropical fruits and unconventional foods of the Andes and the rain Forest of Colombia. **Food Chemistry**, v. 95, n. 4, p. 644-652, 2006.

MANHÃES, L. R. T. et al. Composição química e do conteúdo de energia do cariru (*Talinum esculentum*, Jacq.). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 2, p. 307-310, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000200013>>. Acesso em: 06 de nov. 2019.

MAUSETH, J. D. **Botany: an introduction to plant biology.** 4 ed. London: Jones and Bartlett Publishers International, 2009.

MOSAIC, equipe. **A importância do magnésio para as plantas.** 2019. Disponível em: <<https://www.nutricaoodesafras.com.br/a-importancia-do-magnesio-para-as-plantas/>>. Acesso em: 09 de abr. 2020.

NIEUWHOF, M. **Cole crops: botany, cultivation and utilization.** London: Leonard Hill, 1969. 353 p.

NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. Manual de laboratórios: Solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Carlos: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2005. 313 p.

NUNES, J. L. S. **Potássio.** 2016. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/potassio>>. Acesso em: 08 de ago.2019.

NUNES, J.L.S; GIRACCA, E.M.N. **Fósforo.** 2016. Disponível em: < https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/fosforo_361445.html>. Acesso em: 22 de out. 2019.

OLIVEIRA, M. da R.; BORSATO, A. V. Análise nutricional de hortaliças produzidas em propriedade em transição agroecológica no Assentamento 72, Ladário-MS. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AGROECOLOGIA DA AMÉRICA DO SUL, 2.; JORNADA INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO DO CAMPO, 1.; SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL, 6; ENCONTRO DE PRODUTORES AGROECOLÓGICOS DE MATO GROSSO DO SUL, 5.; SEMINÁRIO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS EM BASES AGROECOLÓGICAS DE MATO GROSSO DO SUL, 2., 2016, Dourados. Agroecologia e soberania alimentar: saberes em busca do bem viver: **Anais...** Dourados: UFGD, 2016. Não paginado. Agroecologia, 2016.

ROP, O. et al. **Edible flowers: a new promising source of mineral elements in human nutrition.** *Molecules*, v. 17, p. 6672-6683, 2012. Disponível em: < <https://pdfs.semanticscholar.org/adc7/2912d51d08675281b4e6a0849966e298535f.pdf> >. Acesso em: 06 de nov. 2019.

SCHMEDA-HIRSCHMANN, G. et al. Proximate composition and free radical scavenging activity of edible fruits from the Argentina Yungas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, n. 8, p. 1357-1364, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirectcom>>. Acesso em: 10 de ago. 2019.

SILVA, L.F. L. **Hortaliças Não Convencionais:** Quantificação do DNA, Contagem Cromossômica, Caracterização Nutricional e Fitotécnica. 2012.

SUNDRIYAL, M.; SUNDRIYAL, R. C. Wild edible plants of the Sikkim Himalaya: Nutritive values of selected species. **Economic Botany**, v. 58, n. 2, p. 286-299, 2004.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C. Metodologia de análises de solo, plantas, adubos orgânicos e resíduos. In: BISSANI, C. A. et al. (Eds.). **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas.** Porto Alegre: Gênese, 1995. p. 61-66.

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO DE MILHO COM APLICAÇÃO DE DOSES FRACIONADAS E FORMULAÇÕES DE NITROGÊNIO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS

*Everton Joel Behrenz
Vanessa Raquel Brumelhaus*

AGRADECIMENTOS

Perante divulgação deste trabalho gostaríamos de agradecer a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) que oferece a oportunidade de cursar Bacharelado em Agronomia de alta qualidade e totalmente gratuito. Também a todo corpo docente da UERGS que auxiliou, especialmente a Professora Dra. Danni Maisa da Silva e a Professora Dra. Divanilde Guerra pelas orientações prestadas para execução desta obra.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma das fundamentais culturas agrícolas do país, sendo que no Brasil é o principal cereal produzido, podendo ser cultivado duas vezes ao ano, ou seja, safra e safrinha, o que permite ao país destacar-se como o terceiro maior produtor mundial, com produção na safra 2019/2020 de aproximadamente, 250 milhões de toneladas, em área plantada de 65,5 milhões de hectares (CONAB, 2020).

Para além da produção de grãos, o cultivo do milho configura-se uma importante estratégia para a manutenção ou aumento da exploração da pecuária, através da sua transformação em silagem, já que, segundo Rizzardi et al. (2019), é uma espécie vegetal que possui qualidade genética adequada para esse fim pela produção potencial de um grande volume de massa e com ótima qualidade nutricional (DA SILVA et al., 2021).

Admite-se que a silagem é um alimento para o gado cada vez mais usado em sistemas intensivos de produção de carne e leite, visto que é possível a armazenagem de grandes quantidades de alimento volumoso para fornecimento aos animais ao longo do tempo (MACHADO et al., 2018). É também muito importante analisar a produção de biomassa da cultura do milho e o seu potencial de rendimento de silagem. Neste sentido, Marcondes et al. (2012), destacam que os tipos de solos e climas adequados são fatores importantes a serem considerados na escolha do híbrido de milho para silagem, potencializando os bons resultados no uso da adubação e na prevenção de pragas e doenças.

Nas últimas décadas, o cultivo de milho no Brasil vem passando por fortes alterações no que diz respeito às tecnologias, o que gera grandes aumentos

na produtividade (CRUZ et al., 2008). Esses avanços são, em grande parte, resultantes do melhoramento genético, já que foram produzidos e inseridos novos híbridos no mercado, com maiores potenciais produtivos e com importantes características de resistência a pragas e doenças (MACHADO et al., 2002). Além disso, esses novos híbridos são, em geral, responsivos ao manejo e à adequada adubação do solo. Sendo assim, os novos materiais, bem como as condições ambientais e de manejo são fatores fundamentais para a produtividade desta cultura, tais como a adubação e a densidade de semeadura, pois conforme Lins et al., (2017) o estande final de plantas de milho por hectare, tem potencial de afetar diretamente produtividade da cultura.

No que se refere à nutrição da cultura do milho, o nitrogênio é considerado um elemento fundamental para o metabolismo vegetal, participando diretamente na biossíntese de proteínas e clorofila, sendo um dos nutrientes que apresenta os efeitos mais significativos no aumento da produtividade da cultura do milho (MORTATE et al., 2018). O manejo adequado deste elemento na cultura do milho é de destacável importância, pois pode afetar as taxas de iniciação e expansão foliar, o tamanho final e a intensidade de senescência das folhas (DE SOUZA et al., 2017), além de ser considerado o fertilizante mais caro no sistema de produção da cultura do milho (LIMA et al., 2020).

A absorção do N acontece ao longo do ciclo vegetativo, sendo que nos primeiros 30 dias de desenvolvimento da planta, os valores absorvidos são inferiores a $0,5 \text{ kg há}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, de modo que, torna-se bastante importante dividir a aplicação do nitrogênio em diferentes estádios fenológicos (SCHRÖDER et al., 2000), pois a sua deficiência nos estádios iniciais da cultura pode reduzir o número de óvulos nos primórdios da espiga (SCHREIBER et al, 1988), o crescimento e o desenvolvimento da planta (VARVEL et al., 1997), comprometendo desta forma o rendimento final da cultura.

De acordo com Silva et al. (2005), a época e o modo de aplicação do N influenciam a produtividade do milho, pois se disposto em cobertura somente uma vez nos primeiros estádios vegetativos, dependendo da cultura antecessora, o N poderá ficar imobilizado no corpo das bactérias, e assim, ficar pouco disponível

para a planta, ou também ser perdido por volatilização e lixiviação. Segundo Coelho et al. (2019), a não aplicação de N em cobertura ou a deficiência do nutriente pode resultar em uma redução drástica na produtividade do milho.

No que se refere à forma de aplicação da adubação nitrogenada, segundo Silva et al. (2005), a adição em superfície ou à lanço pode influenciar o seu aproveitamento pela cultura do milho, pois esse processo pode alterar a taxa de perda de N através da volatilização da amônia, pela umidade do solo e pela presença de resíduos culturais. Conforme Da Ros (2005), a presença de resíduos culturais de aveia na superfície do solo diminui as perdas de N por volatilização de amônia, por proporcionar maior umidade no solo, em relação ao solo descoberto.

Embora sejam citados inúmeros aspectos relacionados à importância do nitrogênio para a cultura do milho, ainda existem algumas controvérsias em relação aos resultados do uso da adubação nitrogenada na cultura, especialmente, quanto às fontes, doses e estádios da planta em que deve ser feita a aplicação deste nutriente. Diante disso, o objetivo do presente trabalho é avaliar a produtividade de silagem e grãos da cultura do milho manejada com doses e formulações fracionadas de adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológicos da cultura do milho. Além de, avaliar o efeito do fracionamento da adubação nitrogenada sobre a produção de biomassa da cultura do milho e o seu potencial de rendimento de silagem; estudar o efeito de diferentes doses de adubação nitrogenada na produção de grãos da cultura do milho e, analisar a influência do fracionamento das diferentes formulações de N na produção da cultura do milho.

METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido em uma propriedade rural localizada em Linha Formosa, localizada no município de Tiradentes do Sul - RS, latitude 27°23'51" Sul, longitude 54°05'02" Oeste e com altitude média de 407 metros (ZÜGE et al., 1996, sugere-se a pesquisa e inserção de uma referência mais atual, conforme recomendação feita na primeira versão). Segundo Alvares et al. (2013), o clima da região é classificado como Cfa ou subtropical úmido, com temperatura média anual em torno de 19 °C e precipitação média anual entre 1800 e 2000 mm.

O experimento foi implantado em delineamento experimental de Blocos Casualizados – DBC, com quatro repetições, em parcelas de 3 x 2,70 m, ou seja, 8,1 m² por parcela, com os seguintes tratamentos:

Controle: Milho sem aplicação de N em cobertura;

T1: Nitrogênio 45% (Produto Comercial 1), dividido em duas aplicações, nos estádios vegetativos V4 e V5 e V9 e V10;

T2: Nitrogênio 45% (Produto Comercial 1), dividido em três aplicações, nos estádios fenológicos V4 e V5, V9 e V10 e em estádio reprodutivo R1 e R2.

T3: Nitrogênio 27% (Produto Comercial 2), dividido em duas aplicações, nos estádios vegetativos V4 e V5 e V9 e V10;

T4: Nitrogênio 27% (Produto Comercial 2), dividido em três aplicações, nos estádios fenológicos V4 e V5, V9 e V10 e a em estádio reprodutivo R1 e R2;

A adubação de base com nitrogênio, fósforo e potássio foi realizada durante a semeadura da cultura do milho, cerca de cinco cm abaixo da semente, considerando-se a interpretação de análise química feita em laboratório credenciado ao Rolas, com base no Manual de Adubação e Calagem, da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS-RS/SC, 2016).

A semeadura da cultura do milho (Brevant 2410PWU, ciclo super precoce) foi realizada no dia 20/08/2018, utilizando-se sementes híbridas, tratadas com inseticida e fungicida, adquiridas em cooperativa local. O espaçamento entre plantas foi de 0,27 m e espaçamento entre linhas de 0,45 m, em sistema de plantio direto, utilizando-se semeadora pantográfica tracionada por um trator. A cultura foi monitorada e, quando necessário, foi feita a aplicação de inseticidas para o controle de insetos pragas.

A aplicação das variadas doses de nitrogênio em cobertura foi feita de forma manual, nos diferentes estádios de produção, que configuram os tratamentos deste trabalho. As aplicações das doses de N foram efetuadas quando o solo estava com o teor de umidade ideal para aplicação do N.

Para a avaliação da produção de biomassa e seu potencial rendimento em silagem, foi determinada a massa verde da cultura do milho, para a qual foram

coletadas 5 plantas de milho por parcela, quando a cultura estava no estágio reprodutivo R5. As plantas coletadas foram trituradas para posterior pesagem e determinação da massa verde. Após a pesagem, o material vegetal foi armazenado em sacos de papel, identificados separadamente, por parcela, e secos em estufa por cinco dias, a 65 °C pesados para a determinação da massa seca.

Para a determinação da produção de grãos de milho foi realizada a colheita, de forma manual, das espigas produzidas em 1 m linear, de duas linhas centrais de cada parcela, quando os grãos atingiram o nível de umidade entre 15 e 20% a campo. As espigas colhidas foram despalhadas e expostas ao sol para a secagem, com vistas a facilitar a debulha manual. Após a debulha das espigas, os grãos foram pesados para determinação da produção de grãos. Na sequência, foi feita a determinação do peso de mil grãos, a partir da coleta de forma descontínua, de uma amostra composta formada de grãos das espigas coletadas dentro de cada parcela. Também foi realizada a determinação do número de fileiras de grãos por espiga a partir da contagem de fileiras por espiga, realizada em cinco espigas coletadas espaçadamente dentro da área útil, constituída pelas duas linhas centrais, cujas espigas foram utilizadas na determinação da média de cada tratamento.

Os dados passaram pelos pressupostos de normalidade e homogeneidade. Logo após os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando os procedimentos disponíveis no programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A menor produção de biomassa verde foi observada para o tratamento controle, ou seja, sem aplicação de N em cobertura, sendo os demais tratamentos estatisticamente iguais entre si (Tabela 1), o que explica este resultado estar ligado a necessidade da aplicação de N em cobertura. Este resultado está de acordo aos resultados encontrados por Basi et al. (2011), o qual constatou ausência de diferença entre as doses de N em cobertura na cultura do milho, porém com distinção entre as doses e o controle. Segundo Basi et al. (2011), a qualidade superior em milho para a produção de silagem está diretamente ligada ao estado

nutricional da planta e, o N pode ser considerado o nutriente mais importante na produção de biomassa dessa cultura para fins de fornecimento de alimentos para os animais, sendo que a adubação mineral, pode em parte, ser disponibilizada para as plantas através da fixação biológica com o uso, por exemplo, da inoculação com *Azospirillum brasilense*.

Entre os tratamentos com o uso das fontes com 45 e 27% de nitrogênio não houve diferença estatística na massa verde produzida pela cultura do milho. Resultado semelhante foi encontrado por Rodrigues et al. (2017), os quais compararam as fontes de N Nitromag, Super N, Cooper N e Ureia (através da aplicação da mesma quantidade de N) e testemunha, não sendo observadas diferenças significativas para a produção de massa verde, os dados obtidos para este parâmetro estão associados ao fato de que a quantidade de N foi a mesma em ambos os tratamentos. Desta forma, pode-se indicar aos produtores, que estes devem ficar atentos aos custos de produção, para assim adquirir a fonte de N mais rentável economicamente para utilizar na lavoura destinada a produção de silagem de milho.

Tabela 1: Massa verde da cultura do milho, com diferentes fontes e doses de N, safra 2019/2020 no Município de Tiradentes do Sul/RS.

Tratamentos*	Massa verde (Kg ha ⁻¹)
Controle	40.033 b**
T1 –N 45% 2 aplic	51.533 ab
T2 –N 45% 3 aplic	47.583 ab
T3 – N 27% 2 aplic	57.533 ab
T4 – N 27% 3 aplic	63.266 a
CV (%)	15,44

*Controle: Milho sem aplicação de N em cobertura; T1 – Ureia 45% 2 aplicações. 1 entre V4 e V5 e 1 entre V9 e V10; T2 – ureia 45% 3 aplicações. 1 entre V4 e V5, 1 entre V9 e V10 e 1 entre R1 e R2 da cultura do milho; T3 – Nitromag 27% 2 aplicações. 1 entre V4 e V5 e 1 entre V9 e V10; T4 – Nitromag 27% 3 aplicações. 1 entre V4 e V5, 1 entre V9 e V10 e 1 entre R1 e R2; **Tratamentos com letras minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o parâmetro massa seca, constatou-se diferença significativa entre o

tratamento T4, que produziu maior volume de massa seca quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 2). Esse resultado difere do que foi observado por Polese et al. (2018), os quais não observaram diferenças significativas para a produção de massa seca com o uso de distintas fontes e épocas de aplicação de N na cultura do milho.

Em nosso estudo, a diferença observada no T4 pode estar associada a composição do produto e ao maior fracionamento de aplicação. O que estaria em concordância ao exposto por No et al. (2019), de que o fracionamento das doses de N na cultura do milho reduz drasticamente as perdas de N por volatilização e lixiviação, fazendo com que a aplicação em três etapas resulte em maior rendimento de matéria seca.

Tabela 2: Massa seca da cultura do milho, com diferentes fontes e doses de N, safra 2019/2020 no Município de Tiradentes do Sul/RS.

Tratamentos*	Massa seca (Kg ha ⁻¹)
Controle	27.166 b**
T1 –N 45% 2 aplic	32.600 b
T2 –N 45% 3 aplic	31.933 b
T3 –N 27% 2 aplic	33.300 b
T4 –N 27% 3 aplic	43.066 a
CV (%)	7,15

*Controle: Milho sem aplicação de N em cobertura; T1 – Ureia 45% 2 aplicações. 1 entre V4 e V5 e 1 entre V9 e V10; T2 – ureia 45% 3 aplicações. 1 entre V4 e V5, 1 entre V9 e V10 e 1 entre R1 e R2 da cultura do milho; T3 – Nitromag 27% 2 aplicações. 1 entre V4 e V5 e 1 entre V9 e V10; T4 – Nitromag 27% 3 aplicações. 1 entre V4 e V5, 1 entre V9 e V10 e 1 entre R1 e R2; **Tratamentos com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não se observou variação na análise de peso de mil grãos entre as doses de nitrogênio e entre as fontes, porém as mesmas diferiram na comparação com o controle (Tabela 3). Embora, tenha-se observado um acréscimo no peso, este não foi suficiente para diferir estatisticamente dos demais tratamentos onde ocorreu a aplicação de N. Resultado semelhante foi obtido por Polese et al. (2018), que constatou que não houve diferença, tanto em doses, como também no fracionamento das mesmas, na cultura do milho. Para Duete et al. (2008), uma

explicação, para a ausência de diferença significativa entre o fracionamento e fontes de N em cobertura, é que possivelmente a planta de milho tenha suprido sua necessidade por meio da absorção deste nutriente, disponível na matéria orgânica do solo.

Tabela 3: Peso de mil grãos da cultura do milho com diferentes fontes e doses de N, safra 2019/2020 no Município de Tiradentes do Sul/RS.

Tratamentos*	Médias (g mil grãos ⁻¹)
Controle	70 c**
T1 –N 45% 2 aplic	76,6 bc
T2 –N 45% 3 aplic	90 ab
T3 –N 27% 2 aplic	86,6 ab
T4 –N 27% 3 aplic	93,3 a
CV (%)	6,39

*Controle: Milho sem aplicação de N em cobertura; T1 – Ureia 45% 2 aplicações. 1 entre V4 e V5 e 1 entre V9 e V10; T2 – ureia 45% 3 aplicações. 1 entre V4 e V5, 1 entre V9 e V10 e 1 entre R1 e R2 da cultura do milho; T3 – Nitromag 27% 2 aplicações. 1 entre V4 e V5 e 1 entre V9 e V10; T4 – Nitromag 27% 3 aplicações. 1 entre V4 e V5, 1 entre V9 e V10 e 1 entre R1 e R2; **Tratamentos com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Neste estudo, não foram observadas diferenças significativas para a variável número de fileiras por espiga (Tabela 4). Os valores observados em todos os tratamentos (16 fileiras de grãos por espigas) devem estar associados ao genótipo do milho, ou seja, sua constituição genética, a qual foi selecionada ao longo de vários ciclos para apresentar estabilidade nestas características, bem como, devido ao pleno suprimento de N nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta. Esta afirmação estaria de acordo ao inferido por Polese et al. (2018) de que a aplicação de N na sementeira e em quantidades suficientes supre a necessidade da planta para manter a qualidade genética de fileiras por espiga. Bem como por Mortate et al. (2018), de que a disponibilidade adequada de N nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura permite manter o número de óvulos nos primórdios da espiga. E por Varvel et al. (1997) de que as doses adequadas de N, desde que mantidas as demais condições adequadas, resultam em bom rendimento final da cultura.

Tabela 4: Fileiras por espiga da cultura do milho, com diferentes fontes e doses de N, safra 2019/2020 no Município de Tiradentes do Sul/RS.

Tratamentos*	Fileiras por espiga
Controle	16 ^{ns}
T1 –N 45% 2 aplic	16
T2 –N 45% 3 aplic	16
T3 –N 27% 2 aplic	16
T4 –N 27% 3 aplic	16

*Controle: Milho sem aplicação de N em cobertura; T1 – Ureia 45% 2 aplicações. 1 entre V4 e V5 e 1 entre V9 e V10; T2 – ureia 45% 3 aplicações. 1 entre V4 e V5, 1 entre V9 e V10 e 1 entre R1 e R2 da cultura do milho; T3 – Nitromag 27% 2 aplicações. 1 entre V4 e V5 e 1 entre V9 e V10; T4 – Nitromag 27% 3 aplicações. 1 entre V4 e V5, 1 entre V9 e V10 e 1 entre R1 e R2; ns=não significativo.

Os dados relacionados à produtividade de grãos de milho mostram diferenças significativas (Tabela 5), em que os tratamentos T2 e T4, ou seja, aqueles com fracionamento em três aplicações de N, resultaram em maior rendimento, quando comparados aos demais, embora sem diferir do T3.

Tabela 5: Produtividade de grãos da cultura do milho, com diferentes fontes e doses de N, no ano safra 2019/2020 no Município de Tiradentes do Sul/RS.

Tratamentos*	Produtividade (Kg ha ⁻¹)
Controle	12.800 c**
T1 –N 45% 2 aplic	14.866 bc
T2 –N 45% 3 aplic	17.300 a
T3 –N 27% 2 aplic	16.566 ab
T4 –N 27% 3 aplic	17.866 a
CV (%)	5,05

*Controle: Milho sem aplicação de N em cobertura; T1 – Ureia 45% 2 aplicações. 1 entre V4 e V5 e 1 entre V9 e V10; T2 – ureia 45% 3 aplicações. 1 entre V4 e V5, 1 entre V9 e V10 e 1 entre R1 e R2 da cultura do milho; T3 – Nitromag 27% 2 aplicações. 1 entre V4 e V5 e 1 entre V9 e V10; T4 – Nitromag 27% 3 aplicações. 1 entre V4 e V5, 1 entre V9 e V10 e 1 entre R1 e R2; **Tratamentos com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados de produtividade possivelmente estão associados ao maior fracionamento das doses de N, cuja a fonte de N proveniente da ureia foi mais adequada à variável produtividade de grãos por hectare. Resultados semelhantes foram encontrados por Reis et al. (2018), cujo estudo testou o fracionamento de N (ureia) em cobertura na cultura do milho e, concluíram que a aplicação da dosagem total de N em 3 três etapas propiciou rendimento superior ao manejo tradicional (2 aplicações). Estes mesmos autores ao avaliarem a fonte de N Nitromag não observaram diferença significativa entre duas ou três aplicações, embora, o maior fracionamento tenha resultado em valores numéricos superiores na produtividade de milho. Da mesma forma, Polese et al. (2018), por meio de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) o rendimento de milho com diferentes fontes de N chegando, concluíram que as diferentes fontes e fracionamentos de doses não alteram substancialmente os resultados, somente quando os tratamentos com N em cobertura foram comparados com o controle. Porém, Duete et al. (2008), observaram diferenças significativas no fracionamento da ureia na cultura do milho, avaliando-se cinco doses de N: 40 e 80 kg ha⁻¹ em doses únicas no estágio de 8 folhas ou metade no estágio de 4 folhas + metade no estágio de 8 folhas; 120 kg ha⁻¹ dividido em 1/2 + 1/2 ou 1/3 + 1/3 + 1/3 no estágio de 4, 8 ou 12 folhas, respectivamente; 160 kg ha⁻¹ dividido em 1/4 + 3/8 + 3/8 ou 1/4 + 1/4 + 1/4 + 1/4 nos estádios de 4, 8, 12 folhas ou na floração e polinização, respectivamente. Os autores observaram que a ureia aplicada em três parcelas obteve maior eficiência para produção de grãos.

Neste estudo, não foram observadas diferenças entre as quantidades de nitrogênio presente nas formulações nitrogenadas (45 e 27%) em relação à produtividade de grãos da cultura do milho. O que deve estar possivelmente associado a aplicação da mesma quantidade de nutriente (mesmo que, de formulações diferentes. Corroboram com esse trabalho Rodrigues et al. (2017), que testaram diferentes fontes N na cultura do milho, obtendo resultado semelhante entre a fonte de N nitromag e ureia, não apresentado diferença estatística entre os tratamentos. Sendo assim, pode-se inferir que seria possível e recomendável optar pela fonte de menor custo, ou seja, a fonte ureia 45%.

Como a fonte com 45% de N em sua composição apresenta um menor custo de aquisição, além de uma maior concentração do nutriente, está seria mais viável para o produtor. Ainda a formulação com 27% de N, apresenta menor quantidade do nutriente, o que levaria o produtor a comprar maior quantidade do produto para atender a demanda da planta, implicando, conseqüentemente, em maior custo de produção. como não foi obtida diferença entre fontes de N em cobertura, a melhor opção é aplicar a fonte de N ureia, pois a mesma tem menor custo, por Kg de N. Ainda, para melhor absorção de N pela planta de milho, para o híbrido testado e as condições edafoclimáticas do experimento, faz-se necessário o fracionamento das doses em três aplicações em cobertura na cultura do milho.

CONCLUSÃO

A aplicação de N em cobertura apresenta maior produção de biomassa verde, seca, peso de mil grãos e produtividade de grãos na cultura do milho, independente da fonte e do fracionamento.

A melhor alternativa a fim de manter a produtividade de grãos e reduzir os custos de produção é a aplicação da fonte de nitrogênio ureia 45% na cultura do milho.

REFERÊNCIAS

ALVARES, Clayton Alcarde et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BASI, Simone et al. **Influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade da silagem de milho**. Applied Research & Agrotechnology, v. 4, n. 3, 2011.

SILVA, Edson Cabral et al. **Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, n. 5, 2005.

Comissão de Química e Fertilidade do Solo - CQFS-RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul; 2016.

COELHO, Antonio Eduardo et al. **Sanidade de híbridos de milho em função da época de semeadura, doses de N em áreas com e sem rotação de culturas.** In: Colloquium Agrariae. ISSN: 1809-8215. 2019. p. 101-113.

CONAB, **Companhia Nacional de Abastecimento**, Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: out. 2020.

CRUZ, José Carlos et al. **A cultura do milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/895827>>. Acesso em: out. 2020.

DA ROS, Clovis Orlando; AITA, Celso; GIACOMINI, Sandro José. **Volatilização de amônia com aplicação de uréia na superfície do solo, no sistema plantio direto.** Ciência Rural, v. 35, n. 4, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782005000400008&script=sci_arttext>. Acesso em: out. 2020.

DA SILVA TAVEIRA, José Henrique et al. **Importância dos remineralizadores na produção de milho para silagem.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 3, p. 24907-24919, 2021. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/26175>>. Acesso em: out. 2020.

DE SOUZA, Henrique Antunes et al. **Avaliação da eficiência agrônômica de fontes e doses de nitrogênio na cultura do milho em região Semiárida.** In: Embrapa Caprinos e Ovinos-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 30.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 14.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 12.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 9.; SIMPÓSIO SOBRE SELÊNIO NO BRASIL, 1., Maceió. A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola: anais. Viçosa, MG: SBCS, 2012. 4 p. 1 CD-ROM., 2017. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/937749>>. Acesso em: out. 2020.

DUETE, Robson Rui Cotrim et al. **Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (15N) pelo milho em Latossolo Vermelho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, n. 1, p. 161-171, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832008000100016&script=sci_arttext>. Acesso em: out. 2020.

FERREIRA, Daniel Furtado. **SISVAR: Um sistema de análise de computador para efeitos fixos divididos em projetos do tipo plotagem.** Revista brasileira de biometria, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

LIMA, Charleston dos Santos. **Rendimento da cultura do milho em resposta à inoculação com *Azospirillum brasilense* associado às diferentes doses de nitrogênio e plantas de cobertura.** 2020. Disponível em: <<https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/handle/123456789/6604>>. Acesso em: out. 2020.

LINS, Fernando Josias Alcântara et al. **Crescimento de genótipos experimentais de milho em função de doses crescentes de nitrogênio.** Revista Ciência Agrícola, v. 15, n. 2, p. 19-27, 2017. Disponível em: <<https://www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/viewFile/3640/3019>>. Acesso em: out. 2020.

MACHADO, Diego Soares et al. **Composição estrutural da planta e bromatológica da silagem de milho semeado com diferentes arranjos populacionais.** Revista Científica de Produção Animal, v. 20, n. 1, 2018. Disponível em: <<https://www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/viewFile/3640/3019>>. Acesso em: out. 2020.

MACHADO, Altair Toledo et al. **Manejo da diversidade genética do milho e melhoramento participativo em comunidades agrícolas nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo.** Embrapa Cerrados-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2002. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/567110>>. Acesso em: Out. 2020.

MARCONDES, Mariana Martins et al. **Aspectos do melhoramento genético de milho para produção de silagem.** Applied Research & Agrotechnology, v. 5, n. 2, p. 173-192, 2012. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/1461>>. Acesso em: out. 2020.

MORTATE, Roberto Kennedy et al. **Resposta do milho (*Zea mays* L.) à adubação foliar e via solo de nitrogênio.** Journal of neotropical agriculture, v. 5, n. 1, p. 1-6, 2018. Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/2202>>. Acesso em: set. 2020.

NO, produtividade e. Balanço do nitrogênio; em milho cultivado. Sistema de plantio direto. Centro de ciências agrárias departamento de solos e engenharia rural programa de pós-graduação em ciência do solo, p. 8, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/14241/1/DS209.pdf#page=19>>. Acesso em: out. 2020.

POLESE, Ivanir et al. **NDVI e rendimento da cultura do milho submetida a diferentes fontes nitrogenadas.** Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc São Miguel do Oeste, v. 3, p. e17555-e17555, 2018.

RODRIGUES, Fábio Junior et al. **Fontes de nitrogênio em cobertura na cultura do milho**. Seminário de Iniciação Científica, Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão e Mostra Universitária, 2017. Disponível em: <<https://tede.ufrrj.br/handle/jspui/2609>>. Acesso em set.2020.

REIS, Jonas Rafael et al. Estudo de Caso: **Resposta do milho a doses e fracionamento do nitrogênio**. 2018. 57p. disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15745/DIS_PPGAP_2018_REIS_JONAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. acesso em: set: 2020

RIZZARDI, Bruno Antônio et al. **Interferência de diferentes doses e fontes de fósforo, potássio e nitrogênio na produtividade de silagem e na produção de leite**. 6 P. Disponível em:<https://eventos.uceff.edu.br/eventosfai_dados/artigos/agrotec2019/1171.pdf>. Acesso em: nov.2020

SCHREIBER, Henry A.; STANBERRY, Chauncy O.; TUCKER, Henry. **Efeitos da irrigação e do nitrogênio nos números de linhagens de milho doce em diferentes estádios de crescimento**. Science, v. 135, n. 3509, p. 1135-1136, 1988.

SCHRÖDER, J. J. et al. **A cultura ou o solo indicam como economizar nitrogênio na produção de milho?** Revendo o estado da arte. Pesquisa de culturas de campo, v. 66, n. 2, p. 151-164, 2000.

VARVEL, Gary E.; SCHEPERS, James S.; FRANCIS, Dennis D. **Capacidade de correção na temporada de deficiência de nitrogênio em milho utilizando medidores de clorofila**. Soil Science Society of America Journal, v. 61, n. 4, p. 1233-1239, 1997.

ZÜGE et al, **Tiradentes do Sul e sua história**. Disponível em: livro informativo. Biblioteca pública. 1996.

CAPÍTULO 3

**FATORES QUÍMICOS DO
MEIO NUTRITIVO PARA O
ESTABELECIMENTO IN VITRO
DE *Eugenia involucrata*
DE CANDOLLE**

*Charlene Moro Stefanel
Lia Rejane Silveira Reiniger
Caetano Miguel Lemos Serrote*

INTRODUÇÃO

Eugenia involucrata De Candolle pertence à família Myrtaceae. Conhecida popularmente como Cerejeira-do-mato, é de ocorrência natural no Estado do Rio Grande do Sul e em vários Estados brasileiros, além de outros países da América do Sul, como Argentina, Uruguai e Paraguai. Dentre as finalidades da espécie, destaca-se a utilização da sua madeira na construção civil e para produção de ferramentas agrícolas, bem como para produção de lenha e carvão (LORENZI, 2008; CARVALHO, 2008). A espécie necessita de estudos visando o melhoramento genético e o manejo da cultura, uma vez que apresenta elevado potencial econômico e ambiental, apesar de sua difícil propagação seminal, pois suas sementes são consideradas recalcitrantes (DEGENHARDT; FRANZON; COSTA, 2007).

O melhoramento genético de plantas, aliado as técnicas de biotecnologia, como a cultura de tecidos, tem sido muito utilizado no desenvolvimento de pesquisas com espécies florestais nativas (WATANABE; RAMAN, 1997). Desse modo, a cultura de tecidos constitui-se em uma ferramenta de grande impacto fornecendo alternativas e até mesmo soluções únicas em determinadas situações, como por exemplo, problemas relacionados à propagação por meio de sementes (XAVIER et al., 2013). Fato que já foi verificado para *Eugenia involucrata*, a qual possui sementes que perdem sua viabilidade em poucas semanas após o armazenamento, em consequência do alto teor de umidade que possuem (CARVALHO, 2008). Assim, devido aos aspectos já mencionados, surge a necessidade de se desenvolver protocolos alternativos de multiplicação para a espécie.

A cultura de tecidos de plantas é um termo que exprime o conceito de que uma ampla gama de tipos de tecidos da planta podem ser cultivados, sob condições assépticas, visando micropropagação, melhoramento, conservação ou limpeza clonal. As técnicas de cultura de tecidos vêm sendo utilizadas de diferentes formas para o desenvolvimento de cultivares superiores de plantas (GOLLE et al., 2009), sendo a micropropagação considerada sua aplicação mais prática e, igualmente, àquela de maior impacto (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998). Uma das etapas fundamentais na micropropagação é a avaliação e seleção de meios nutritivos mais eficientes para cada uma das etapas que compõem essa técnica,

também é importante analisar outros aspectos relacionados aos fatores químicos dos meios como as concentrações de ágar e sacarose, e o valor de pH.

Os meios constituem um fator relevante na micropropagação, pois possuem substâncias essenciais para o crescimento dos tecidos, controlam o padrão de desenvolvimento e a resposta morfogênica *in vitro* (CALDAS; BUSO, 1998), influenciando, assim, as respostas morfofisiológicas dos explantes (ALMEIDA et al., 2012). As exigências nutricionais exigidas para o crescimento e desenvolvimento dos explantes cultivados *in vitro* variam de espécie para espécie, dentre as cultivares e até mesmo dentro da própria planta (GREENWAY et al., 2012). Isso demonstra a necessidade de serem testados diferentes meios nutritivos para cada fase específica do cultivo *in vitro* (GUIMARÃES et al., 1999). Assim, definir um meio nutritivo que possa sustentar o crescimento e desenvolvimento dos explantes é fundamental para o sucesso do cultivo *in vitro*, e isto requer, muitas vezes, testar estes meios nutritivos de maneira empírica (HU; FERREIRA, 1990). Os meios, de forma geral, constituem-se de água, macro e micronutrientes, carboidratos, vitaminas, aditivos diversos, agentes solidificantes, reguladores de crescimento e reguladores de pH (DODDS; ROBERTS, 1995).

O meio nutritivo MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962), foi uma das primeiras formulações usadas em cultura de tecidos de plantas, apresentando altos níveis de nitrato, potássio e amônio. Na maioria dos casos os meios nutritivos mais usados são o MS e o WPM – “*Wood Plant Medium*” (LLOYD; McCOWN, 1981), o qual foi desenvolvido especialmente para espécies lenhosas (CALDAS et al., 1990, GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998). Para a espécie *Eugenia involucrata* os meios nutritivos mais adequados para o cultivo *in vitro* de segmentos nodais são o MS e o WPM, no entanto, recomenda-se o meio ½MS pela economia de reagentes e praticidade no preparo (GOLLE, 2010; GOLLE et al., 2012).

As culturas podem ser inoculadas em meio semi-sólido ou em meio líquido. Em meio semi-sólido utiliza-se um agente gelificante (por exemplo, ágar) que, além de solidificar o meio, forma um complexo coloidal liberando os íons (CANHOTO, 2010). É necessário considerar a utilização de concentrações de ágar muito elevadas, pois podem limitar a difusão de nutrientes até o explante. Uma maior absorção de água pelos tecidos dos explantes é observada quando são cultivados em meio mais aquoso (WILLIAMS; LEOPOLD, 1989), porém, deve-

-se salientar a ocorrência de problemas como a hiperhidricidade dos explantes, normalmente ocasionados nesse meio líquido, o qual pode comprometer o seu desenvolvimento (PIATCZAK et al., 2005).

Para os cultivos in vitro, a principal fonte de carboidratos e, conseqüentemente, de energia para o crescimento e processos biossintéticos é a sacarose (FERREIRA et al., 2011). Uma quantidade elevada de açúcar no meio nutritivo pode, em alguns casos, estar relacionada à redução no crescimento, baixa atividade fotossintética, mau funcionamento de estômatos e menor desenvolvimento de cutícula (JO et al., 2009).

Além disso, com o aumento na concentração de açúcares adicionados ao meio nutritivo há uma diminuição na absorção de sais minerais e água, o que pode interferir no crescimento da planta (BESSON et al., 2010). O mesmo é verificado na ausência de sacarose no meio nutritivo, a qual pode ocasionar o atrofiamento e até a morte dos explantes em determinadas espécies (RODRIGUES et al., 2006).

Os elementos minerais do meio nutritivo são absorvidos pelos explantes de acordo com as respectivas exigências nutricionais. Todavia, a acidez ou a basicidade, quando bem ajustadas, podem promover maior e melhor aproveitamento dos nutrientes pelo explante. Um valor baixo de pH conduz à competição do H^+ com os nutrientes catiônicos (NH_4^+ , K^+ , Ca_2^+ , Mg_2^+ , Cu_2^+ , Fe_2^+ , Mn_2^+ e Zn_2^+) pelas células dos tecidos radiculares e, em valores mais elevados de pH, diminui a absorção de nutrientes aniônicos como o NO_3^- , $H_2PO_4^{2-}$, Cl^- e MoO_4^{2-} (TORRES; CALDAS, 1990).

O controle do pH se torna essencial, pois influencia diretamente a solubilidade dos sais, a absorção de nutrientes e fitorreguladores, além de afetar a eficiência do agente gelificante. Para um crescimento adequado para a maioria das espécies, o melhor ajuste de pH se dá na faixa de 5,0 a 6,5. Para as culturas in vitro de plantas, o pH em torno de 5,7 tem sido o mais utilizado (XAVIER et al., 2013). Na micropropagação de *Eugenia involucrata*, o pH que tem sido adotado é de 5,7 (GOLLE, 2010). De maneira geral, valores de pH abaixo de 4,5 e acima de 7,0 resultam na paralisação do crescimento e desenvolvimento vegetal, além

disso, a solidificação do ágar também não é satisfatória, pois torna-se demasiado fluido ou demasiado duro (CHAWLA, 2009).

Desta maneira, o objetivo do presente trabalho foi avaliar diferentes valores de pH e diferentes concentrações de sacarose e ágar para o estabelecimento in vitro de segmentos nodais de *Eugenia involucrata*.

DESENVOLVIMENTO

O trabalho, realizado no Laboratório de Biotecnologia e Melhoramento, do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria, RS, constituiu-se de três experimentos visando o estabelecimento in vitro de explantes de *Eugenia involucrata*. O primeiro experimento realizado visou avaliar a influência de diferentes valores de pH, o segundo experimento teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes concentrações de sacarose e o terceiro experimento objetivou avaliar o efeito de diferentes concentrações de ágar para o estabelecimento in vitro de explantes de *Eugenia involucrata*.

Para a realização dos experimentos, foram utilizados, como doadores de explantes, espécimes de *Eugenia involucrata* cultivados em casa de vegetação com aproximadamente 8 anos de idade. Além de irrigações diárias, as plantas receberam, semanalmente, 400mL de solução de nitrogênio, fósforo e potássio (N-P-K: 5-20-20) a $1,5\text{g L}^{-1}$ e, quinzenalmente, 400mL de solução a 1g L^{-1} de nitrogênio (ureia). Semanalmente, e no dia anterior à coleta dos explantes, pulverizaram-se as plantas até seu encharcamento total com solução à base de Orthocide500PM® (N-(trichloromethylthio)cyclohex-4-ene-1,2-dicarboximide) a $1,5\text{g L}^{-1}$ e Sulfato de Estreptomicina a $0,1\text{g L}^{-1}$, este processo teve como objetivo um pré-tratamento, auxiliando na posterior desinfestação dos explantes.

Foram utilizados, como explantes, segmentos nodais que não fossem extremamente lenhosos e o segmento apical caulinar do ramo foi excluído, para reduzir a variação entre os explantes. Durante a coleta, as brotações foram imersas em água destilada contendo $1,5\text{g L}^{-1}$ do fungicida Orthocide 500PM®, $0,1\text{g L}^{-1}$ de Sulfato de Estreptomicina, visando realizar uma pré-desinfestação das brotações, e, também, 1g L^{-1} de ácido ascórbico, para diminuir a ocorrência de oxidação fenólica nos explantes, conforme metodologia de Golle (2013).

No laboratório, as brotações foram lavadas com o auxílio de água corrente e detergente comercial e, após, foram enxaguadas duas vezes com água destilada. Após, em câmara de fluxo laminar, os explantes foram expostos, por 1min, à solução de etanol a 70% (v/v), posteriormente, foram submetidos à imersão em solução de hipoclorito de cálcio a 3,0% (v/v) durante 15min e, em seguida, imersão em solução de hipoclorito de sódio a 2,0% (v/v) durante 15min. Após, os explantes foram enxaguados três vezes com água destilada e autoclavada.

O primeiro experimento consistiu na inoculação dos segmentos nodais de *Eugenia involucrata*, após desinfestação em câmara de fluxo, em meio nutritivo MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962), cuja concentração de sais foi reduzida à metade ($\frac{1}{2}$ MS). O meio foi regulado em diferentes valores de pH, sendo os valores de 4,5; 5,0; 5,7; 6,0 ou 6,5, os quais compuseram os tratamentos, sendo o valor de pH 5,7 o tratamento testemunha. No meio nutritivo, foram acrescentados $0,05\text{g L}^{-1}$ de mio-inositol, 30g L^{-1} de sacarose, 1g L^{-1} de polivinilpirrolidona (PVP) e 7g L^{-1} de ágar. O pH foi ajustado anteriormente à adição do ágar. A unidade experimental foi composta por um frasco de vidro com capacidade para 150mL, contendo 30mL de meio nutritivo, e três explantes, sendo utilizadas 10 repetições, totalizando 60 unidades experimentais e 180 explantes.

O segundo experimento consistiu na inoculação dos segmentos nodais de *Eugenia involucrata*, após desinfestação em câmara de fluxo, em meio nutritivo MS, cuja concentração de sais foi reduzida à metade ($\frac{1}{2}$ MS). Testou-se diferentes concentrações de sacarose, sendo: 0; 10; 20; 30; 40 ou 50g L^{-1} , os quais compuseram os tratamentos, sendo a ausência de sacarose no meio nutritivo o tratamento testemunha. No meio nutritivo foi acrescentado de $0,05\text{g L}^{-1}$ de mio-inositol, 1g L^{-1} de polivinilpirrolidona (PVP) e 7g L^{-1} de ágar. O pH foi ajustado para 6,0, conforme resultado obtido no experimento anterior. A adição do ágar ao meio nutritivo foi realizada posteriormente ao ajuste do pH. A unidade experimental foi composta por um frasco de vidro com capacidade para 150mL, contendo 30mL de meio nutritivo, e dois explantes, sendo utilizadas seis repetições, totalizando 36 unidades experimentais e 72 explantes.

O terceiro experimento consistiu na inoculação dos segmentos nodais de *Eugenia involucrata*, após desinfestação em câmara de fluxo, em meio nutritivo MS, cuja concentração de sais foi reduzida à metade ($\frac{1}{2}$ MS). Testou-se diferen-

tes concentrações de ágar, sendo: 4; 5; 6; 7; 8; 9 ou 10g L⁻¹, os quais compuseram os tratamentos, sendo a concentração de 7g L⁻¹ o tratamento testemunha. O meio foi acrescido de 0,05g L⁻¹ de mio-inositol, 30g L⁻¹ de sacarose e 1g L⁻¹ de polivinilpirrolidona (PVP). O pH foi ajustado para 6,0, conforme resultado obtido no primeiro experimento. A adição do ágar ao meio nutritivo foi realizada posteriormente ao ajuste do pH. A unidade experimental foi composta por um frasco de vidro com capacidade para 150mL, contendo 30mL de meio nutritivo, e dois explantes, sendo utilizadas seis repetições, totalizando 42 unidades experimentais e 84 explantes.

Após a adição do ágar nos experimentos, o meio nutritivo foi autoclavado a 121°C e 1atm, durante 15min. Os frascos foram vedados com papel alumínio e as culturas foram mantidas em sala de crescimento com temperatura controlada de 25±2°C, fotoperíodo de 16h e intensidade luminosa de 20 μmol m⁻² s⁻¹, obtida a partir de lâmpadas fluorescentes brancas frias tipo luz do dia. Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo unifatorial.

Após 30 dias de cultivo in vitro, foram avaliadas as variáveis: sobrevivência (indicada pela coloração verde do explante), estabelecimento (determinado pelo desenvolvimento de primórdios foliares no explante), contaminação fúngica (presença de micélios fúngicos junto aos explantes e/ou no meio nutritivo), contaminação bacteriana (presença de colônias bacterianas junto aos explantes e/ou no meio nutritivo) e oxidação fenólica (escurecimento dos explantes), todas expressas em porcentagem.

Após testar a normalidade dos erros por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov, as médias foram transformadas, pela função $\sqrt{x+0,5}$, sendo x o valor observado. As variáveis foram submetidas à análise de variância e, quando o valor de F foi significativo, foi utilizado, para a comparação das médias, o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Foi utilizado o pacote estatístico Sisvar (Sistema para Análise de Variância) para Windows® versão 5.1 (FERREIRA, 2011). Para determinar a precisão dos ensaios foi estimado o Índice de Variação (IV), calculado por $\frac{CV}{\sqrt{N}}$, em que o IV é igual ao coeficiente de variação (CV) dividido pela raiz quadrada do número de repetições (N) (PIMENTEL-GOMES, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1: Inoculação dos segmentos nodais de *Eugenia involucrata* em diferentes valores de pH

Para a sobrevivência foi observado efeito significativo de ambos os fatores principais, período de avaliação ($p=0,0130$) e valores de pH ($p=0,0341$), não sendo observada interação significativa entre eles. Já para as variáveis contaminação bacteriana (média geral de 62,70%) e oxidação fenólica (média geral de 82,60%), não houve efeito significativo para nenhum fator principal. Em relação ao período de avaliação, a maior média de sobrevivência ocorreu aos 30 dias de cultivo (71,12%), observando-se um decréscimo significativo aos 60 dias de cultivo in vitro (52,48%), o que pode ter sido ocasionado pela menor quantidade de nutrientes disponíveis aos explantes, devido ao maior tempo de permanência no mesmo meio nutritivo.

Quanto aos valores de pH, a menor porcentagem média de sobrevivência in vitro foi observada a 5,7 (38,20%), a qual, no entanto, não diferiu significativamente das demais, exceto quando o pH foi ajustado para 6,0 (73,20%) (Tabela 1). Entretanto, a média de sobrevivência observada nas brotações cultivadas em pH 6,0 não diferiu daquelas obtidas nos demais valores.

Tabela 1 – Sobrevivência (%), estabelecimento (%) e contaminação fúngica (%) em segmentos nodais de *Eugenia involucrata* DC. (Cerejeira-do-mato), após a inoculação em diferentes valores de pH em meio $\frac{1}{2}$ MS.

Valores de pH	Sobrevivência (%)	Estabelecimento (%)	Contaminação fúngica (%)
4,5	64,80 ab*	44,75 ab	10,00 a
5,0	66,20 ab	59,60 a	6,60 a
5,7	38,20 b	21,55 b	44,95 b
6,0	73,20 a	69,90 a	10,00 a
6,5	66,60 ab	49,90 ab	29,95 ab
Média	61,80	49,14	20,30
IV	5,69	6,34	7,28

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. A letra 'a' representa o resultado mais favorável para as variáveis analisadas. IV (Índice de variação) = $\frac{CV}{\sqrt{N}}$, em que CV= coeficiente de variação e N= número de repetições.

Fonte: Autores.

Os valores de pH normalmente utilizados nos cultivos in vitro são em torno de 5,6 a 5,8, pois nesses valores todos os íons estão em solução e são facilmente disponibilizados para as células. Além disso, esses valores são próximos daquele que, em condições naturais, envolvem as células vegetais (CANHOTO, 2010). Para as culturas propagadas in vitro, o pH em torno de 5,7 é o mais utilizado (XAVIER et al., 2013), porém, no presente estudo, este valor de pH não foi favorável à sobrevivência in vitro dos segmentos nodais de *Eugenia involucrata*.

Para o estabelecimento in vitro, assim como foi observado para a sobrevivência, o valor de pH ajustado para 5,7 proporcionou o pior resultado (média de 21,55%) (Tabela 1). Contudo, da mesma maneira, essa média somente diferiu daquela que resultou do cultivo em pH 6,0 (69,90%), a qual não diferiu das restantes (Tabela 1). Explantes de *Drosera intermedia* (Orvalhinha) cultivados in vitro em valores de pH 3,7 ou 4,7 produziram plantas de pequeno porte, enquanto que aqueles cultivados em 6,7 ou 7,7 produziram plantas mais espessas e robustas (REJTHAR et al., 2014). Já em *Pfaffia glomerata* (Ginseng-brasileiro), o ajuste do pH para 6,0 proporcionou as melhores condições de crescimento da espécie cultivada in vitro quando comparadas aos valores de 3,5, 5,0 ou 7,5 (NICOLOSO et al., 2008).

Nas folhas de alguns brotos caulinares de *Arbutus unedo* (Medonheiro), valores ácidos de pH (4,5 e 5,0) ocasionaram uma redução na área foliar e clorose, sugerindo que essa faixa de pH pode interferir na disponibilidade de nutrientes para a planta ou que limita, de alguma forma, a sua absorção do meio nutritivo (TRIGIANO; GRAY, 2011). De maneira genérica, valores de pH abaixo de 4,5 podem ocasionar redução na polimerização do ágar após a autoclavagem, o que resulta em menor gelificação do meio nutritivo (CALDAS et al., 1990). No presente experimento foi observada essa reação nesse valor de pH (4,5), em que o meio nutritivo não apresentou o estado semi-sólido usual.

Para a contaminação fúngica, os valores de pH 4,5; 5,0 e 6,0, proporcionaram os resultados mais favoráveis (médias de 10%; 6,6% e 10% respectivamente) (Tabela 1), os quais não diferiram entre si. Novamente o pH 5,7 resultou

na maior contaminação observada (média de 44,95%), cuja média, entretanto, não diferiu daquela obtida com o ajuste ao pH 6,5, a qual, por sua vez, não diferiu das demais. O valor de pH é importante, pois este é quem pré-determina as condições ideais ou não para o desenvolvimento de micro-organismo. A grande maioria dos fungos desenvolvem-se substancialmente numa faixa de pH superior a 4,5.

Experimento 2: Inoculação dos segmentos nodais de *Eugenia involucrata* em diferentes concentrações de sacarose

Houve efeito significativo da concentração de sacarose para as variáveis sobrevivência ($p=0,0033$), estabelecimento in vitro ($p=0,0107$) e contaminação fúngica ($p=0,0331$) (Tabela 2). Já para a contaminação bacteriana (média geral de 6,94%) e a oxidação fenólica (média geral de 25,00%), não foi verificado efeito significativo.

Obtiveram-se as maiores médias de sobrevivência dos segmentos nodais quando foram submetidos às concentrações na faixa de 10 a 40g L⁻¹ de sacarose (Tabela 2). O resultado mais desfavorável foi observado quando a sacarose não foi adicionada ao meio nutritivo (média de 8,33%), o qual, entretanto, não diferiu daquele registrado na presença de 50g L⁻¹ do carboidrato, que, por sua vez, não diferiu de nenhuma das médias obtidas. Esse resultado verificado na presença da máxima concentração testada de sacarose pode ter sido ocasionado por uma redução no metabolismo das culturas in vitro e/ou pela diminuição na absorção de nutrientes e água, haja vista que uma alta concentração de sacarose pode provocar um excessivo estresse osmótico, o qual pode reduzir a atividade metabólica in vitro (JO et al., 2009) e, também, pode provocar a diminuição na absorção de sais minerais e água, interferindo no crescimento da planta (BESSON et al., 2010).

Tabela 2 – Sobrevivência (%), estabelecimento (%) e contaminação fúngica (%), de segmentos nodais de *Eugenia involucrata* DC. (Cerejeira-do-mato) após a inoculação em diferentes concentrações de sacarose em meio ½MS, aos 30 dias de cultivo in vitro.

Concentrações de sacarose	Sobrevivência (%)	Estabelecimento (%)	Contaminação fúngica (%)
0 g L ⁻¹	8,33 b*	8,33 b	0,00 a
10 g L ⁻¹	50,00 a	41,67 ab	8,33 ab
20 g L ⁻¹	41,67 a	41,67 ab	8,33 ab
30 g L ⁻¹	41,67 a	33,33 ab	8,33 ab
40 g L ⁻¹	50,00 a	50,00 a	0,00 a
50 g L ⁻¹	33,33 ab	16,67 b	33,33 b
Média	33,50	31,94	9,72
IV	4,61	5,55	5,59

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. A letra 'a' representa o resultado mais favorável para as variáveis analisadas. IV (Índice de variação) = $\frac{CV}{\sqrt{N}}$, em que CV= coeficiente de variação e N= número de repetições.

Fonte: Autores.

Em explantes de *Malus domestica* Borkh cv. Gala (Maçã), a ausência de sacarose provocou a morte ou o atrofiamento (RODRIGUES et al., 2006), corroborando com os dados obtidos no presente estudo. De maneira geral, para a propagação in vitro, a principal fonte de carboidratos que fornece energia para o crescimento e processos biossintéticos é a sacarose (FERREIRA et al., 2011). Ressalta-se que, na maioria dos trabalhos de micropropagação tem sido utilizados 30g L⁻¹ de sacarose, conforme proposto originalmente por Murashige e Skoog (1962).

Para o estabelecimento in vitro, a concentração 40g L⁻¹ de sacarose proporcionou o melhor resultado (Tabela 2), diferindo das médias obtidas com 50g L⁻¹ e da ausência do carboidrato, as quais, por sua vez, não diferiram das demais. Na

maioria das espécies, a sacarose influencia fortemente o potencial morfogênico in vitro (AL-KHATEEB, 2008), favorecendo o desenvolvimento das plantas até uma determinada concentração, em que o crescimento e as respostas fisiológicas alteram-se em função do potencial osmótico do meio nutritivo (FLORES et al., 2013). Em *Cattleya violacea* (Orquídea), a ausência de sacarose ou a concentração de 40g L⁻¹ foram prejudiciais ao crescimento da planta, sendo que 27g L⁻¹ foi a que proporcionou o maior crescimento in vitro (GALDIANO JÚNIOR et al., 2013a). Já para o cultivo de *Cattleya loddigesii* (Orquídea), a concentração de 20g L⁻¹ de sacarose no meio nutritivo apresentou maior eficiência no desenvolvimento in vitro de segmentos apicais e nodais (GALDIANO JÚNIOR et al., 2013b). Em *Tectona grandis* (Teca) foi verificado que a concentração de 18mg L⁻¹ de sacarose foi aquela que forneceu os melhores resultados para o cultivo in vitro da espécie (FERNANDES et al., 2013).

Para a contaminação fúngica (Tabela 2), a ausência de sacarose no meio nutritivo e a concentração de 40g L⁻¹ não apresentaram contaminantes fúngicos junto aos explantes. Entretanto, esses resultados não diferiram significativamente dos tratamentos mantidos na presença de 10, 20 ou 30g L⁻¹. Por outro lado, a maior concentração testada de sacarose (50g L⁻¹) resultou na maior média de contaminação fúngica (33,33%). A contaminação microbiana pode ocasionar significativas perdas de plantas cultivadas in vitro (KOZAI; KUBOTA, 2001), a qual pode ser potencializada pela presença da sacarose no meio nutritivo.

Experimento 3: Inoculação dos segmentos nodais de *Eugenia involucrata* em diferentes concentrações de ágar

Não houve efeito significativo das diferentes concentrações de ágar para as variáveis sobrevivência (média geral 71,43%), estabelecimento (média geral 55,95%), contaminação fúngica (média geral 9,52%), contaminação bacteriana (média geral 15,48%) e oxidação fenólica (média geral 23,81%).

De maneira geral, o ágar é o agente gelificante mais comumente utilizado no meio nutritivo durante a fase de estabelecimento in vitro de várias espécies, assim como ocorre para *Eugenia involucrata*, sendo, cotidianamente utilizada nos cultivos in vitro dessa espécie, a concentração 7g L⁻¹ (STEFANEL, 2013; GOLLE, 2010). A quantidade de ágar utilizada no meio nutritivo deve ser suficiente para

a sustentação dos explantes, tendo em vista que, meios nutritivos muito rígidos podem evitar o contato adequado entre o explante e os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento (BERRIOS et al., 1999). Adicionalmente, elevadas concentrações de ágar no meio nutritivo podem inibir a formação de brotos e reduzir a disponibilidade de água para as culturas in vitro. Além disso, esse componente pode ser tóxico para algumas espécies, principalmente, quando apresenta baixo grau de pureza (CALDAS et al., 1990). Na micropropagação de *Eugenia uniflora* (Pitangueira), a concentração de ágar utilizada é de 6g L⁻¹ (SOUZA et al., 2008), enquanto que segmentos nodais de *Eugenia pyriformis* (Uvaia) são cultivados in vitro contendo 7g L⁻¹ de ágar no meio nutritivo (NASCIMENTO et al., 2008).

Por outro lado, o meio nutritivo sem ágar possui consistência líquida ou mais espessa quando adicionado em baixas concentrações. Havendo, neste caso, maior absorção de água pelos tecidos dos explantes quando cultivados em meio nutritivo mais líquido (WILLIAMS; LEOPOLD, 1989). Além disso, meios aquosos são mais homogêneos, não estabelecendo um gradiente de nutrientes que, normalmente, ocorre em meios semi-sólidos (PASQUAL et al., 2002). Porém, em meios mais líquidos ocorre, geralmente, a hiperhidricidade dos explantes, característica que surge devido ao excesso de água disponível no meio nutritivo sendo considerado um problema grave para diversas espécies cultivadas in vitro (PIATCZAK et al., 2005).

CONCLUSÃO

O pH ajustado para 6,0 é recomendado para o estabelecimento in vitro dos explantes, haja vista que o valor de 4,5 dificulta a gelificação do meio nutritivo.

Pode-se utilizar 10g L⁻¹ de sacarose e 4g L⁻¹ de ágar durante a fase de estabelecimento in vitro de segmentos nodais de *Eugenia involucrata*.

REFERÊNCIAS

AL-KHATEEB, A. A. Regulation of *in vitro* bud formation of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cv. Khanezi by different carbon sources. **Bioresource technology**, 2008.

ALMEIDA, M. et al. Pre-procambial cells are niches for pluripotent and totipotent stem-like cells for organogenesis and somatic embryogenesis in the peach palm: a histological study. **Plant Cell Reports**, New York, v. 31, n. 8, p. 1495-1515, 2012.

BERRIOS, E. F. et al. Influence of genotype and gelling agents on *in vitro* regeneration by organogenesis in sunflower. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v. 59, p. 65-69, 1999.

BESSION, J. C. F. et al. Fontes e concentrações de carboidratos no crescimento vegetativo e no enraizamento *in vitro* de *Miltonia flavescens* Lindl. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, p. 9-13, 2010.

CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília: **Embrapa-CNPB**, 1998.

CALDAS, L. E. et al. **Meios nutritivos**. In: TORRES, A.C. & CALDAS, L.E. (ed.). *Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas*. Brasília, ABCTP-EMBRAPA-CNPB, 1990.

CANHOTO, J. M. **Biotecnologia vegetal da clonagem de plantas à transformação genética**. Imprensa da Universidade de Coimbra, 2010.

CARVALHO, P. E. Espécies arbóreas brasileiras. 1 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: **Embrapa Florestas**, 2008. v. 3.

CHAWLA, H. S. **Introduction to plant biotechnology**. Third edition. Enfield: Science Publishers. 2009.

DEGENHARDT, J. et al. **Cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata*)**. Pelotas: Embrapa clima temperado (Documentos, n. 211). 2007.

DODDS, J.H.; ROBERTS, L.W. Experiment in plant tissue culture. 3rd ed. **New York: Cambridge University Press**, 1995.

FERNANDES, D. A. et al. Tipos de vedação e concentrações de sacarose no cultivo *in vitro* de *Tectona grandis* Lf. **Revista de Agricultura**, v. 88, n. 3, p. 218-228, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, UFLA, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, W. D. et al. Propagation, growth, and carbohydrates of *Dendrobium*

Second Love (Orchidaceae) *in vitro* as affected by sucrose, light, and dark.

In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant, v. 47, p. 420–427, 2011.

FLORES, R. et al. Sacarose e sorbitol na conservação *in vitro* de *Pfaffia tuberosa* (Spreng.) Hicken (Amaranthaceae). **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, n. 3, p. 192-199, 2013.

GALDIANO JÚNIOR, R. F. et al. Desenvolvimento inicial e crescimento *in vitro* de *Cattleya violacea* (Kunth) Rolfe em diferentes concentrações de sacarose. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 2, p. 127-134, 2013a.

GALDIANO JÚNIOR, R. F. et al. Sucrose concentrations *in vitro* development and acclimatization of *Cattleya loddigesii* Lindley. **Semina: Ciências Agrárias (Londrina)**, v. 34, n. 2, p. 583-591, 2013b.

GOLLE, D. P. et al. Desinfestação superficial de explantes isolados de ramos semilenhosos e herbáceos de *Eugenia involucrata* DC. (Myrtaceae). **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 77-82, 2013.

GOLLE, D. P. et al. Estabelecimento e desenvolvimento *in vitro* de *Eugenia involucrata* DC.: influência do tipo de explante e do meio nutritivo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 207-214, 2012.

GOLLE, D. P. **Estabelecimento, multiplicação, calogênese, organogênese *in vitro* e análise da diversidade genética em acessos de *Eugenia involucrata* DC.** 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

GOLLE, D. P. et al. Melhoramento florestal: ênfase na aplicação da biotecnologia. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1606-1613, 2009.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M.A. Micropropagação. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. (Ed.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa-SPI; Embrapa-CNPQ, v.1, p.183-260. 1998.

GREENWAY, M. B. et al. A nutrient medium for diverse applications and tissue growth of plant species *in vitro*. **In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant**, v. 48, n. 4, p. 403-410. 2012.

GUIMARÃES, P. T. C. et al. Efeito de diferentes concentrações de nitrogênio e de sacarose sobre a propagação *in vitro* de samambaia-espada [*Neprolepis exalta-*

ta (L.) Schott]. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 2, p. 309-316, 1999.

HU, C. Y.; FERREIRA, A. C. **Cultura de embriões**. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S. (Ed.). Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas. Brasília: Associação Brasileira de Cultura de Tecidos de Plantas/Embrapa CNPH, 1990. p. 71-85.

JO, E. A. et al. *In vitro* sucrose concentration affects growth and acclimatization of *Alocasia amazonica* plantlets. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, v. 96, n. 3, p. 307-315, 2009.

KOZAI, T; KUBOTA, C. Developing a photoautotrophic micropropagation system for woody plants. **Journal of Plant Research**, v. 114, p. 525-537, 2001.

LLOYD, G.; McCOWN, B. Commercially feasible micropropagation of mountains laurel, *Kalmia latifolia* by use of shoot tip culture. Combined Proceedings International Plant Propagators Society, **Washington**, v. 30, 1981.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. 5 ed, vol. 1, **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 2008.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, 1962.

NASCIMENTO, A. C. et al. Micropropagação de uvaieira (*Eugenia pyriformis* Cambess): efeitos do BAP e AIB. **Revista Verde**, v. 3, n. 2, p. 20-26. 2008.

NICOLOSO, F. T. et al. pH do meio de cultivo e crescimento de plântulas de gengeng brasileiro cultivadas *in vitro*. **Ciência Rural**, v.38, n.7, p. 2059-62, 2008.

PASQUAL, M. et al. Cultivo *in vitro* de embriões imaturos de Tangerineira 'Poncã' em função do pH e da concentração de ágar. **Revista brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 3, p. 199-202, 2002.

PIATCZAK, E. et al. Liquid culture system for shoot multiplication and secoiridoid production in micropropagated plants of *Centaurium erythraea* Rafn. **Plant Science**, v. 168, p. 431-437, 2005.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 451p. 2009.

REJTHAR, J. et al. *In vitro* propagation of *Drosera intermedia* as influenced by cytokinins, pH, sucrose, and nutrient concentration. **Emirates Journal of Food**

and Agriculture, v. 26, n. 6, p. 558-564, 2014.

RODRIGUES, M. M. et al. Propagação vegetativa *in vitro* e análise estrutural de macieira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 1, p.171-173, 2006.

SOUZA, J. A. et al. Tipos e concentrações de citocinina na multiplicação *in vitro* de pitangueira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 2046-2048, 2008.

STEFANEL, C. M. **Ocorrência e incidência de gêneros fúngicos em sementes e desinfestação superficial de segmentos nodais de Cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata* DC.)** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Maria. 2013.

TORRES, A. C.; CALDAS, L. S. **Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas**. Brasília, ABCTP/EMBRAPACNPH, 1990, p.37-70.

TRIGIANO, R. N.; GRAY, D. J. (Eds.). **Plant tissue culture, development, and biotechnology**. CRC Press. 2011.

WATANABE, K. N.; RAMAN, K. V. Plant biotechnology and plant genetic resources: a global perspective. In: WATANABE, K. N.; PEHU, E. **Plant biotechnology and plant genetic resources for sustainability and productivity**. Austin, Texas, U.S.A.: Academic Press, 1997.

WILLIAMS, R. J.; LEOPOLD, A. C. The glassy state in corn embryos. **Plant Physiology**, v. 89, p.977-981, 1989.

XAVIER, A. et al. **Silvicultura clonal - Princípios e Técnicas**. 2 ed, Viçosa: UFV, 2013. 280p.

CAPÍTULO 4

ESTUDO DE TUBETES BIODEGRADÁVEIS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS

Cristiano Cunha Costa

INTRODUÇÃO

A popularização de materiais plásticos para fins florestais gerou preocupação devido ao aumento de impactos negativos no meio ambiente. Estima-se que o consumo anual de plásticos utilizados em aplicações agrícolas seja equivalente a, aproximadamente, 6,5 milhões de toneladas em todo o mundo, resultando em maiores quantidades de resíduos plásticos (LANORTE et al., 2017). Deste modo, esses materiais se acumulam nos aterros sanitários e no meio ambiente, trazendo impactos ambientais nos oceanos, nas bacias hidrográficas e no solo, principalmente, pois das 6,3 bilhões de toneladas produzidas nos últimos 50 anos, 79% estão nos aterros sanitários e na natureza com dificuldade de degradação (GEYER et al., 2017).

Especificamente na seara florestal, observou-se, em 2016, um aumento de 10,8% do setor da silvicultura em relação ao ano anterior, requerendo um aumento na utilização de tubetes de polietileno para a produção de mudas florestais (BRASIL, 2017). Tais recipientes são de difícil degradação e derivados de fontes não renováveis, pois são hidrocarbonetos que apresentam hidrofobicidade, são resistentes à hidrólise e não são biodegradáveis pós-consumo (JAKUBOWICZ, 2003). Assim, na tentativa de dirimir este impasse, alguns estudos estão centrados na degradação abiótica do polietileno de alta densidade (PEAD) através do uso de aceleradores de biodegradação, oxibiodegradantes.

Entretanto, os oxibiodegradantes utilizados na aceleração do processo de degradação do polietileno é composto por metais pesados que tem efeito acumulativo na cadeia trófica, trazendo impacto ambiental negativo para o meio ambiente, para os animais e na saúde humana (AREMU et al., 2017). Então, torna-se necessário o estudo de um material que tenha a mesma função dos oxibiodegradantes, atualmente, utilizados à base de metais pesados, porém com composição orgânica de modo a não trazer efeitos negativos ambientais.

Além disso, há a necessidade de redução da demanda de matéria prima não renovável, oriunda do petróleo, por matérias primas renováveis a partir da reutilização de resíduos lignocelulósicos, subprodutos provenientes de algum processo agrícola/florestal.

Neste contexto, a casca de arroz tem se mostrado promissora para o de-

envolvimento de novos materiais biodegradáveis como subproduto barato e abundante do processamento do arroz, compatível com as aplicações acima mencionadas (ARJMANDI et al., 2015). Existem poucos trabalhos sobre o uso do polietileno de alta densidade (PEAD) como matriz polimérica para obtenção de compósitos com casca de arroz (ORTIZ et al., 2014; WANG et al., 2014). Esses trabalhos têm relatado as alterações induzidas nas propriedades térmicas, morfológicas e mecânicas após a introdução da casca de arroz.

No entanto, até onde foi possível pesquisar, não existe na literatura estudos sobre as propriedades morfológicas e de biodegradabilidade de compósitos à base de PEAD e casca de arroz para a confecção de tubetes voltados para a produção de mudas de espécies florestais em viveiro.

Este trabalho teve como objetivo estudar a biodegradabilidade do compósito de polietileno e casca de arroz com a adição de oxibiodegradante orgânico para a produção de tubetes florestais, favorecendo um direcionamento na busca de alternativas que possibilitem o uso dos novos produtos aliados a uma minimização do prejuízo à natureza e atendam às necessidades de produção de mudas no viveiro florestal.

REVISÃO DE LITERATURA

Diante de uma perspectiva ambiental, a utilização de tubetes para a produção de mudas florestais se tornou um problema devido à dificuldade de degradação no meio natural. Estes recipientes produzidos de matriz polimérica de polietileno levam mais de 400 anos para a sua completa degradação na natureza (KUMAR et al., 2010).

Pesquisadores vêm direcionando seus estudos na busca de alternativas que possibilitem o uso de novos produtos aliados à minimização do prejuízo das ações antrópicas ao meio ambiente no setor florestal (BARUD et al., 2011). No Brasil, pesquisas direcionadas envolvendo tubetes biodegradáveis são bem recentes e remontam a trabalhos desenvolvidos por latauro (2004); Ferraz e Cereda (2010), Arthur Júnior et al. (2011), dentre outros.

Por outro lado, pesquisadores ainda não chegaram a um resultado satisfa-

tório no que se refere ao desenvolvimento de tubetes que atendam às necessidades do setor florestal, pois os estudos desenvolvidos relatam problemas com as propriedades mecânicas dos recipientes (ARTHUR JÚNIOR, 2011; CARDOSO et al., 2012; CONTI et al., 2012; FERRAZ et al., 2015; CASARIN et al., 2017), comprometimento no desenvolvimento e crescimento das plântulas (BRANT et al., 2013; FERRAZ et al., 2015; GUERRA et al. 2017) e viabilidade econômica (CONTI et al., 2012), trazendo transtornos para o desenvolvimento das mudas e manuseio no viveiro florestal.

Em estudo sobre o uso de tubete e de minitubete de compósito de Polihidroxibutirato (PHB) e pó de madeira para produção e plantio de mudas de eucalipto, Arthur Júnior (2011) verificou a abertura de fissuras nos tubetes de compósito e a deformação da estrutura do recipiente durante a permanência em viveiro, dificultando o manejo das mudas e inibindo o crescimento do sistema radicular no sistema de produção florestal.

Tubetes de PHB com fibras de sisal e de PHB com farinha de madeira foram estudados por Casarin et al. (2017). Os resultados mostraram que há uma limitação no uso desses recipientes devido à redução das propriedades mecânicas de flexão promovida pela sensibilidade a umidade existente no viveiro florestal, favorecendo a biodegradação antes do plantio em campo.

Ao analisar o desenvolvimento do plantio de mudas de árvores em tubetes biodegradáveis, Conti et al. (2012) observaram que após 45 dias de desenvolvimento das mudas, a resistência mecânica dos tubetes biodegradáveis de fibra de coco e bagaço de cana foi comprometida, devido à alta capacidade de absorção de água que prejudicou a aderência das fibras.

Em estudo das propriedades físicas e mecânicas de papéis reciclados utilizados para fabricação de tubetes, Cardoso et al. (2012) concluíram que os tipos de papel em estudo apresentaram propriedades físicas e mecânicas diferentes, sendo que um deles apresentou melhores propriedades, devendo ser indicado para a produção de tubetes, porém, devido ao seu elevado custo, deve-se estudar por parte das empresas produtoras, sua viabilidade econômica.

Além disso, com relação à influência dos tubetes biodegradáveis no cresci-

mento e desenvolvimento das plântulas, Ferraz et al. (2015) observaram que as mudas produzidas nos tubetes biodegradáveis apresentaram um desenvolvimento menor, uma vez que o tubete biodegradável acabava absorvendo a umidade do substrato e implicando em falta de água para absorção por parte do vegetal.

De forma análoga, Iatauro (2001) avaliou o comprimento das raízes de *Eucalyptus grandis* produzidos em tubetes biodegradáveis (fécula de mandioca e raspa de madeira) e em tubetes de plástico, ambos com mesmo volume e verificou que a média do comprimento das raízes das mudas dos tubetes biodegradáveis eram menores que as dos tubetes de plástico.

O uso de um recipiente biodegradável para a produção de mudas de maracujazeiro foi estudado por Guerra et al. (2017). Os resultados apontaram que as mudas de maracujá apresentaram menor crescimento em altura e diâmetro do caule no recipiente alternativo, devido à elevada permeabilidade deste material, pois o recipiente biodegradável pode estar carreando os nutrientes e diminuindo a quantidade disponível para as mudas.

Em estudos sobre o desenvolvimento de plântulas com tubetes biodegradáveis feitos a partir de amido e bagaço de cana, Brant et al. (2013) observaram um amolecimento dos tubetes, assim como um comprometimento na germinação e crescimento da planta durante a permanência em viveiro, pois não propiciaram condições adequadas ao desenvolvimento das mudas.

Com relação à viabilidade econômica dos tubetes biodegradáveis, Conti et al. (2012) concluíram que a produção de mudas nos tubetes de fibra de coco e bagaço de cana tiveram maior custo que a dos tubetes de polietileno, principalmente em função do valor da mão de obra, seguido do gasto com os materiais utilizados na produção do tubete biodegradável, que é quase o dobro do tubete de polietileno.

Entretanto, cabe ressaltar que o uso de uma matriz polimérica deve ser considerado, pois toda a indústria de produção de tubetes é voltada para o uso de algum polímero como o polietileno, por exemplo, não sendo interessante a eliminação de uma matriz polimérica no compósito, pois isso implica em uma reformulação em todo o processo de produção e injeção de tubetes plásticos,

implicando, conseqüentemente, em gastos para o setor. Desta forma, a manutenção do PEAD como matriz polimérica aliada a inserção de uma fibra natural é algo que deve ser mantido, pois reduziria a demanda por uma matéria-prima advinda da indústria petrolífera e daria um destino adequado com a reutilização das cascas de arroz oriundas do setor agrícola.

Em estudo das propriedades mecânicas e morfológicas de compósitos de polietileno de alta densidade com casca de arroz, Tong et al. (2014) observaram que, entre as diferentes concentrações de casca de arroz no compósito, até 20% de casca é interessante para a manutenção das propriedades mecânicas favorecida pela boa adesão entre a casca de arroz e a matriz polimérica.

Quanto à matriz polimérica, o PEAD não se degrada no meio ambiente, podendo ser um desafio ambiental o desenvolvimento de um produto que atenda o setor florestal e, ainda, seja ecologicamente correto. Assim, na tentativa de dirimir este impasse, alguns estudos estão centrados na degradação abiótica do PEAD através do uso de aceleradores de biodegradação, oxibiodegradantes.

Ao estudar o efeito comparativo de estereatos de metais como aditivos oxibiodegradantes na degradação bacteriológica de filmes de polietileno de baixa densidade termo e fotodegradados, Abrusci et al. (2013) concluíram que o uso de metais pesados utilizados na degradação polimérica resolve a questão do acúmulo do descarte inadequado de recipientes plásticos no meio ambiente.

Entretanto, Magna *et al.* (2014) concluíram que esses metais pesados tem efeito acumulativo na cadeia trófica, trazendo impacto ambiental negativo para o meio ambiente, para os animais e na saúde humana.

Diante dessa situação, torna-se necessário o estudo de um material que tenha a mesma função dos oxibiodegradantes, atualmente, utilizados à base de metais pesados, porém com composição orgânica de modo a não trazer efeitos negativos ambientais. Assim sendo, propostas de estudo nesta área vem ao encontro das necessidades e respeito ao meio ambiente, com uso de matérias-primas renováveis, menores gastos de energia e redução no volume de resíduos, o que proporcionaria uma melhoria na qualidade de vida da população.

MATERIAIS E MÉTODOS

Compósitos de polietileno de alta densidade (PEAD) (índice de fluidez de 7,3 g/10 min e densidade de 0,96 g/cm³) e casca de arroz (CA) foram produzidos com e sem oxibiodegradante orgânico (EG).

A extrusão ocorreu em extrusora dupla rosca co-rotacional (Imacon, DRC 30:40 IF), nas seguintes condições de processamento: Velocidade de alimentação: 8,5 rpm; Velocidade de rotação da rosca: 117 rpm; Perfil de temperatura de 159°C (zona 1); 165°C (zona 2); 170°C (zonas 3 e 4); 180°C (zonas 5 e 6) e 191°C (zona 7). Depois, o material extrudado foi transformado em pellets os quais foram utilizados para a confecção dos compósitos. Para isso, usou-se uma injetora (Battenfeld, modelo HM 45/210) de acordo com as seguintes condições de temperatura: 150°C (zona de alimentação), 170°C (zona de compressão), 190°C (cabecote) e 190°C (zona de dosagem); Vazão: 20cm/s; Volume: 40cm³ e Pressão: 1200bar. A confecção dos corpos de prova dos compósitos PEAD/CA e PEAD/CA/EG seguiu a norma ISO 527-93.

No estudo do envelhecimento ambiental, os compósitos foram fixados a uma estrutura e submetidos às condições ambientais de temperatura, umidade e radiação solar conforme a norma ASTM G7/G7M-13. O suporte com os compósitos foi inclinado em um ângulo de 5° na horizontal, permitindo uma maior exposição das amostras às condições ambientais locais durante 180 dias (meses de janeiro à junho de 2016).

Este tempo foi definido de acordo com o desenvolvimento das mudas florestais as quais dependem da espécie. Para Scheer et al. (2017) tempo médio para a produção de mudas florestais de espécies nativas é de, aproximadamente, 150 a 180, aproximadamente.

Após envelhecimento ambiental, os compósitos foram submetidos ao ensaio de biodegradação em solo simulado, preparado no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais (DCF/UFS), conforme adaptações da norma ASTM G160-12.

Em seguida, os compósitos foram lavados com água destilada. O líquido fruto do processo de lavagem dos corpos de prova foi centrifugado a 1500 rpm

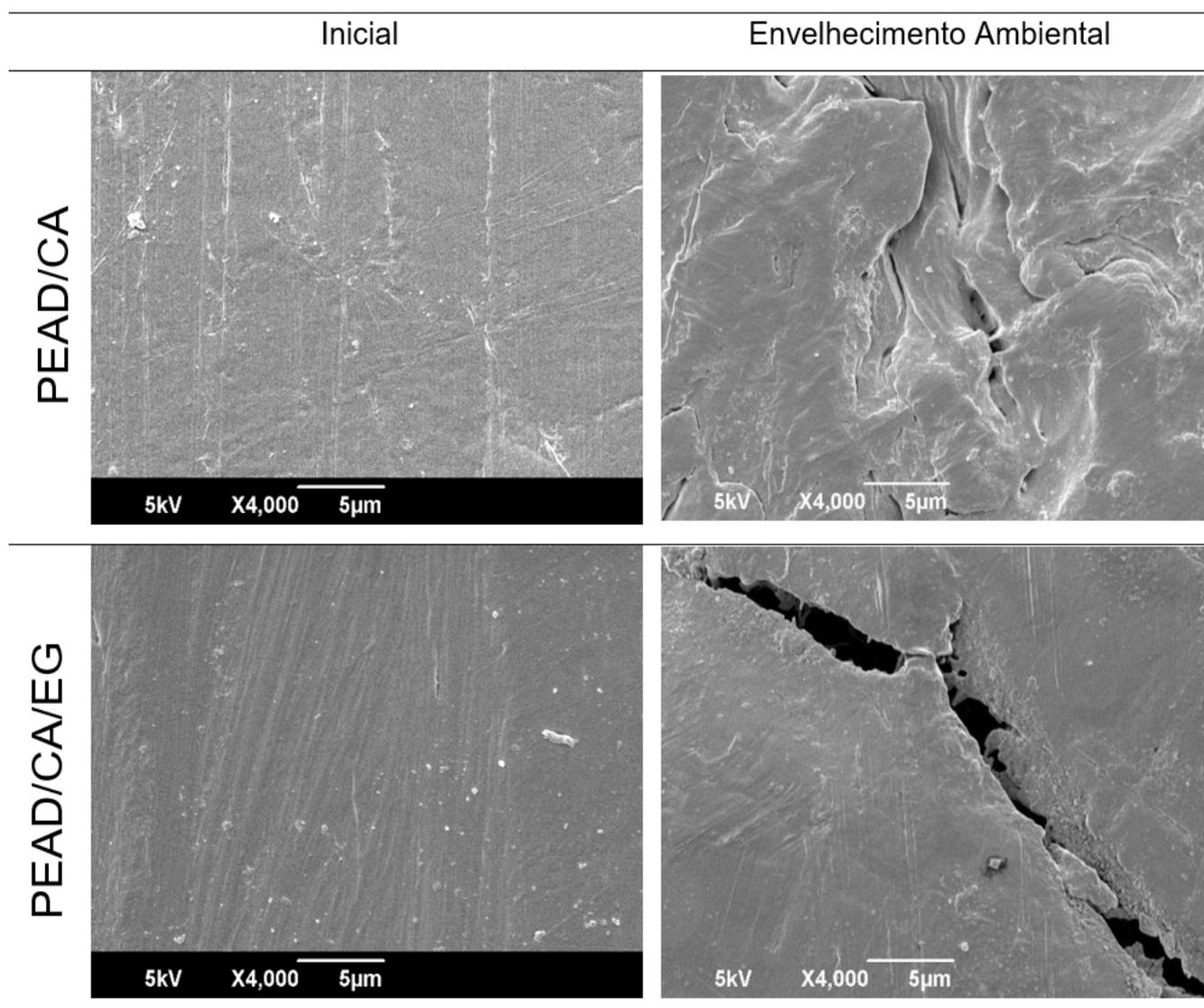
por 10 min em uma centrífuga da marca Fanem-baby, modelo 206BL. O sobrenadante foi descartado e 1 mL de sedimento foi inoculado com uma espátula de platina sobre Ágar Sabouraud e incubou-se a 25°C durante sete dias num incubador de cultura bacteriológica, modelo 502, Orion, Fanem, observando-se, diariamente, o crescimento e identificando a macro e micromorfologia dos fungos. Com auxílio de um microscópio óptico da marca Zeiss, modelo Axiostar, foi possível identificar estruturas de helmintos, protozoários, fungos e bactérias existentes no solo simulado. Foi usada, como referência, a literatura específica (BARNETT; HUBTER, 1972; LACAZ et al., 1998) e cópias de táxons da micoteca do Laboratório de Micologia Médica da Universidade de Caxias do Sul do Rio Grande do Sul.

Os compósitos tiveram sua morfologia superficial observada, antes e após o ensaio de biodegradação em solo, por microscopia eletrônica de varredura (MEV), que foi realizada utilizando um microscópio JEOL JCM 5700, operando a 5 kV e modo SE. Para isto, os compósitos foram revestidos com uma fina camada de ouro usando um Denton Vacuum Sputter System DESK V.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme mostrado na Figura 1, as imagens de MEV sugerem que, após o envelhecimento ambiental, a presença de fissuras e sulcos no compósito PEAD/CA está associada a degradação das partículas da casca de arroz. De acordo com Khalil et al., o grau de fotodegradação de materiais à base de celulose depende em grande parte de sua capacidade de absorver a luz ultravioleta (UV) (KHALIL et al., 2017).

Figura 1 - Imagens de MEV dos compósitos PEAD/CA e PEAD/CA/EG antes (inicial) e após o envelhecimento ambiental.



Fonte: elaborado pelo autor.

Entretanto, maior evidência de degradação foi encontrada na superfície do compósito que possui o oxibiodegradante orgânico (PEAD/CA/EG). Este compósito apresenta fissuras maiores distribuídas ao longo da sua superfície, devido aos efeitos da radiação ultravioleta durante o período de exposição por 180 dias. Assim, este compósito apresenta maior absorção na região UV, resultando em degradação superficial e, conseqüentemente, induzindo alterações visíveis na superfície, como descoloração e formação de fissuras. As fissuras resultantes da propagação de microtrincas e a formação de fendas na superfície ilustram os efeitos da adição de um oxibiodegradante orgânico e da presença das partículas de casca de arroz a estas amostras.

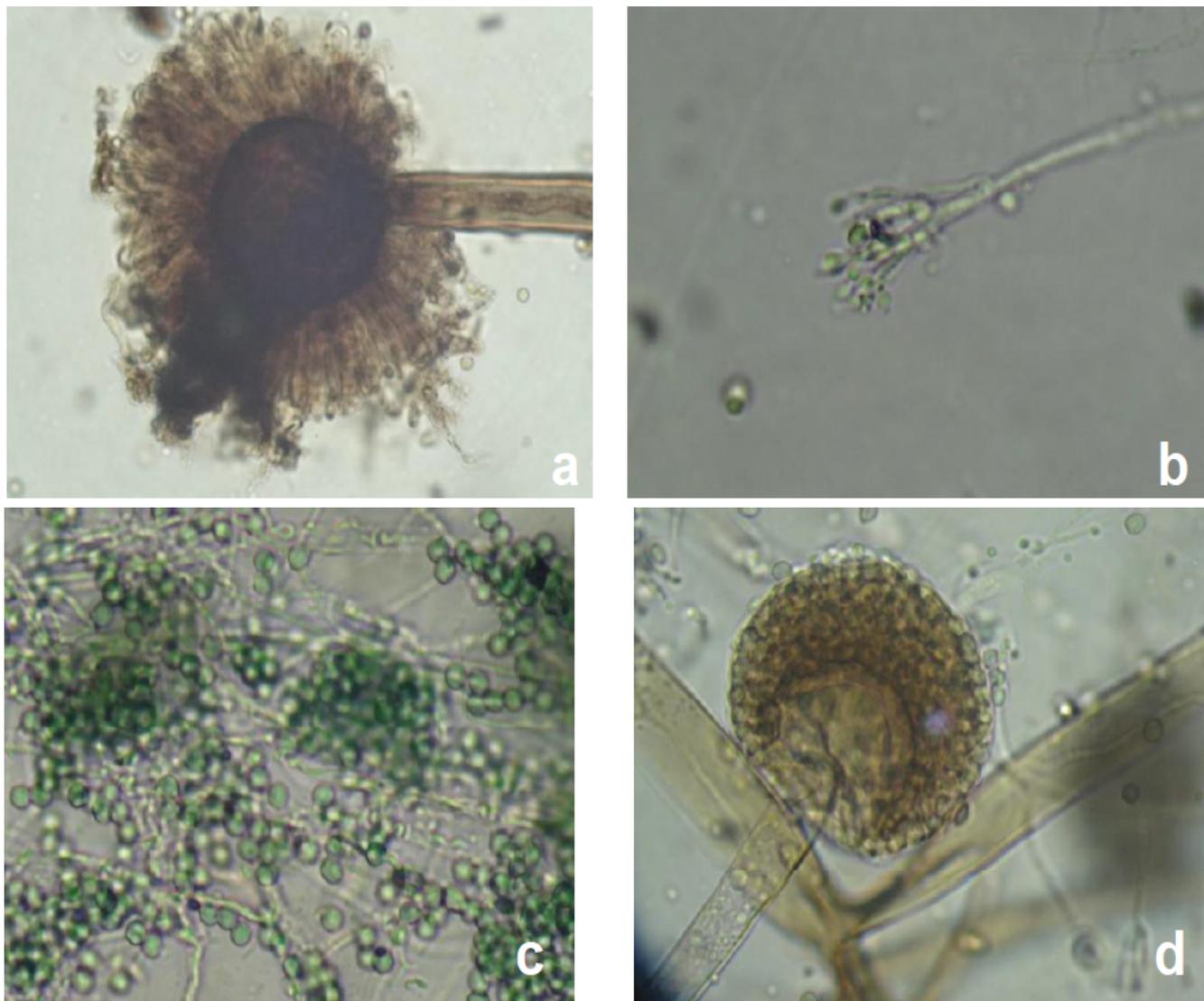
De acordo com a literatura, a exposição à radiação UV e a polímeros tais como poliolefinas, ligadas a oxibiodegradantes sofrem clivagem predominantemente das ligações mais fracas do polímero (isto é, aquelas com energias de ligação mais baixas). Isso leva à formação de radicais livres capazes de reagir com o ar atmosférico e provocar a oxidação do polímero (OJEDA et al., 2011). Esse processo de foto-oxidação ocorre nas regiões amorfas dos polímeros devido à sua maior permeabilidade ao oxigênio (BORSOI et al., 2013). As rachaduras observadas podem ser o resultado de estresse térmico ou tensão residual na superfície do polímero gerada após a exposição ao envelhecimento ambiental.

Na degradação abiótica há um conjunto de outros fatores necessários para a formação de um microambiente propício a ação dos microrganismos como a presença de matéria orgânica, temperatura, oxigênio, pH e umidade do solo simulado.

Além disso, a presença de oxibiodegradantes permite a quebra da macromolécula a partir de um processo de envelhecimento ambiental, por exemplo, resultando em vários fragmentos poliméricos de baixo peso molecular, incluindo ácidos carboxílicos alifáticos, álcoois, aldeídos e cetonas que são facilmente consumidos pelos microrganismos (CHIELLINI et al., 2003; CHIELLINI et al., 2006).

Em todas as amostras de solo simulado, foram identificadas as mesmas estruturas: colônias de fungos filamentosos negros de *Aspergillus niger* (figura 2a), colônias de fungos filamentosos verde-musgo de *Penicillium spp.* (figura 2b), colônias de fungos filamentosos verdes de *Trichoderma spp.* (figura 2c), colônias de fungos filamentosos cinza de *Rhizopus spp.* (figura 2d) e colônias de bactérias e leveduras cremosas brancas não identificadas.

Figura 2 - Colônias de fungos identificadas nas amostras de solo simulado após biodegradação (ampliado 40 vezes). (a) *Aspergillus niger*, (b) *Penicillium spp.*; (c) *Trichoderma spp.*; (d) *Rhizopus spp.*



Fonte: elaborado pelo autor.

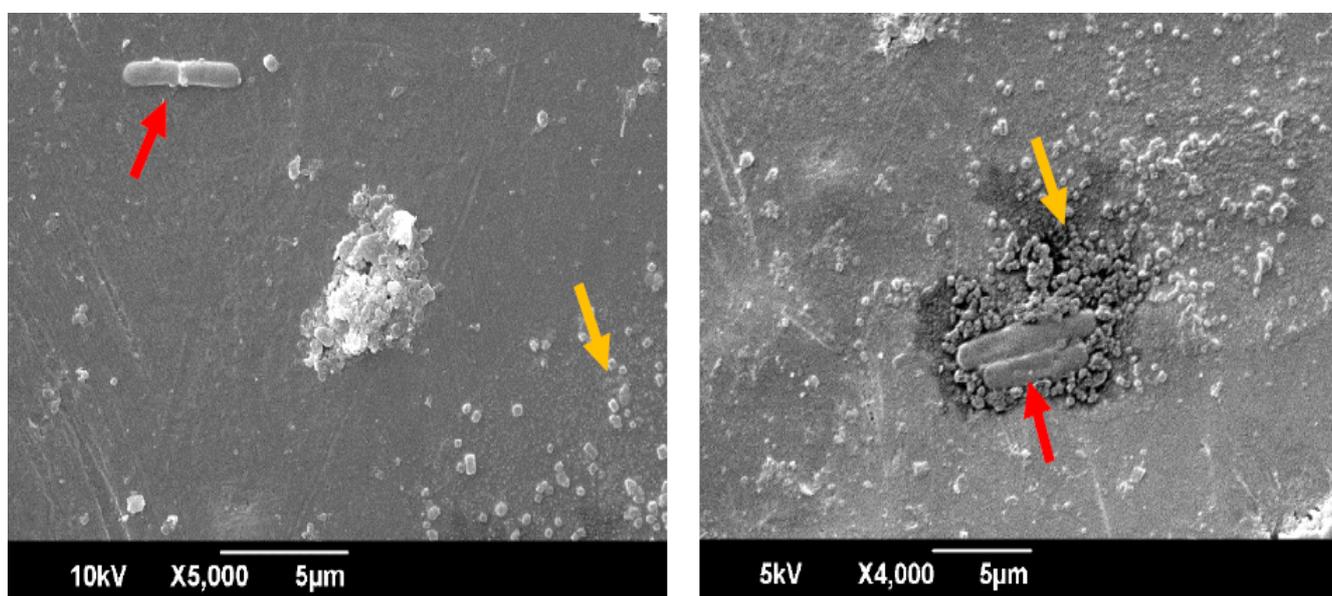
Tais espécies fúngicas são relatadas, na literatura, como microrganismos com atividade de biodegradação do polietileno, apresentando resultados satisfatórios na colonização e degradação superficial da matriz polimérica. Assim, pode-se destacar trabalhos realizados com *Aspergillus niger* (GOMES et al., 2014; DEVI et al., 2015, SHABANI et al., 2015), *Penicillium spp.* (GOMES et al., 2014), *Trichoderma spp.* e *Rhizopus spp.* (GOMES et al., 2014), dentre outros.

Em estudo sobre a degradação de polietilenos oxibiodegradáveis, Ojeda et al. (2009) concluíram que os fungos *Aspergillus spp.* e *Penicillium spp.* atuaram na biodegradação dos filmes de polietileno após a exposições às condições ambientais.

Tal fenômeno é possível pelo fato de tais microrganismos produzirem enzimas do tipo lipase, por exemplo, que atuam especificamente na matriz polimérica de polietileno, degradando-a em fragmentos de cadeias menores do tipo de oligômeros, dímeros e monômeros, servindo de nutrientes para os fungos e bactérias (BONHOMME et al., 2003; BHARDWAJ et al, 2012).

A presença microrganismos é importante, pois realizam a quebra da cadeia polimérica em partículas menores, favorecendo a ação de fungos (setas laranjas) e bactérias (setas vermelhas) cujas microestruturas complexas foram identificadas através da análise de MEV nos corpos de prova para a composição PEAD/CA/EG após (figura 3).

Figura 3 - Compósito PEAD/CA/EG após biodegradação em solo simulado.



Fonte: elaborado pelo autor.

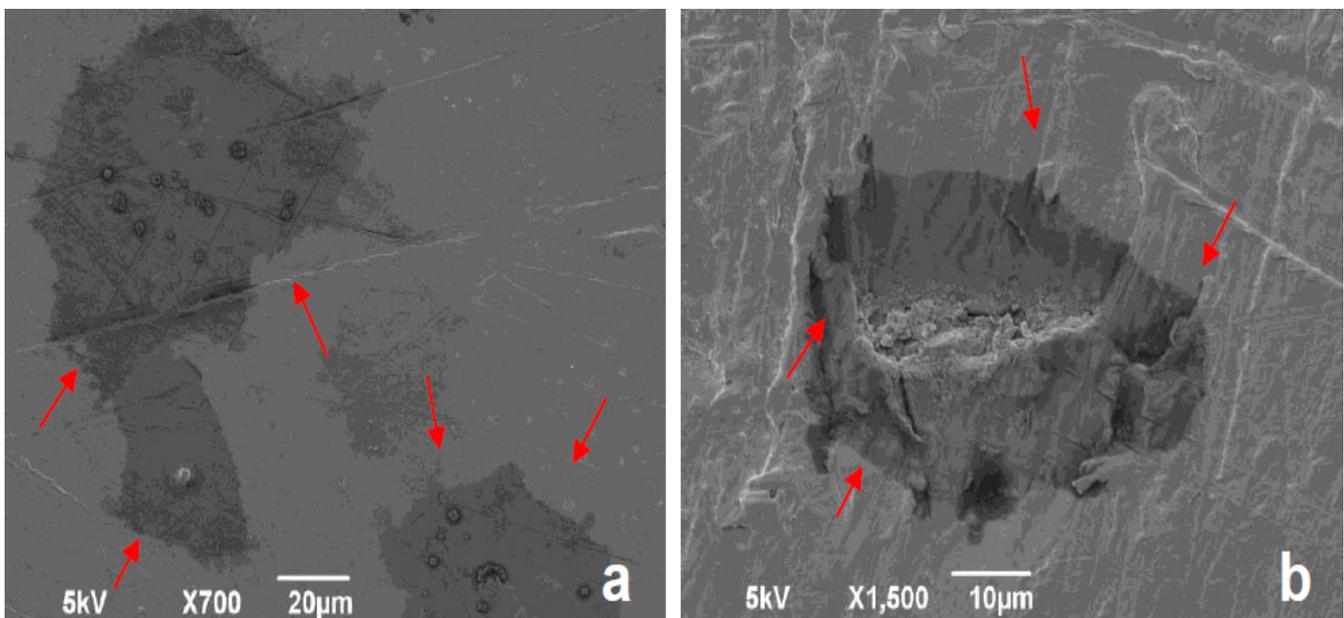
Observa-se que as microestruturas são hifas fúngicas e estruturas bacterianas que liberam enzimas extracelulares que irão degradar a superfície dos compósitos, devido à umidade existente no meio e a celulose das partículas da casca de arroz as quais favorecem o desenvolvimento dos microrganismos, uma vez que servem como fonte de alimento.

Para Shabani et al. (2015), o fungo *Aspergillus niger* apresenta uma vasta diversidade de enzimas hidrolíticas e oxidativas, permitindo a degradação de vários compostos orgânicos que constituem a parede celular vegetal. Deste modo, é possível a degradação de componentes como a lignina e a celulose existentes nas partículas da casca de arroz.

A degradação do polietileno por fungos e bactérias por ser notada por mudanças que ocorrem na superfície dos compósitos como, por exemplo, a microscopia eletrônica de varredura e microscopia óptica, seguidas de alterações nas propriedades mecânicas (AMMALA et al., 2011).

É interessante destacar que através das imagens feitas através do MEV, foi possível identificar para os compósitos PEAD/CA e PEAD/CA/EG na condição natural dos compósitos apresentaram manchas de coloração mais escura na superfície dos compósitos aos 180 dias do ensaio de biodegradação conforme consta na figura 4.

Figura 4 - Micrografias dos compósitos com a “formação de biofilmes” após 180 dias de biodegradação: (a) Compósito PEAD/CA; (b) Compósito PEAD/CA/EG.



Fonte: elaborado pelo autor.

Bonhomme et al. (2003) e Ojeda et al. (2009), em estudo sobre a degradação abiótica e biótica de polietileno, observaram a presença de manchas nas superfícies dos filmes em processo de degradação e as denominaram de “biofilmes”.

Na literatura, Gu (2000) definiu biofilme como sendo um complexo ecossistema microbiológico aderido à superfície de uma matriz polimérica, constituindo uma mistura de partículas de proteínas, lipídios, fosfolipídios, carboidratos, sais minerais, vitaminas, microrganismos, entre outros. É uma prova de que está havendo o consumo de carbono fruto da cadeia do polímero (DEVI et al., 2015).

CONCLUSÃO

O uso de polietileno de alta densidade com casca de arroz e oxibiodegradante orgânico (PEAD/CA/EG) pode ser utilizado na confecção de tubetes florestais biodegradáveis, pois apresentou propriedades de biodegradação em solo simulado.

A biodegradabilidade do compósito PEAD/CA/EG foi observada depois do ensaio de biodegradação em solo, demonstrando o efeito combinado da fotodegradação ambiental e do aditivo oxibiodegradante orgânico. A degradação superficial nos compósitos evidencia a degradação abiótica e biótica provocada pelas condições ambientais de temperatura, umidade e radiação solar. A presença de estruturas de microrganismos na superfície dos compósitos indica a degradação dos compósitos de polietileno com casca de arroz e oxibiodegradante orgânico.

Portanto, é possível afirmar que o compósito PEAD/CA/EG apresentou potencialidade para a produção de tubetes florestais para a produção de mudas, uma vez que atende às demandas do setor florestal e possui comportamento de biodegradabilidade, caso haja necessidade de descarte dos recipientes em aterro sanitário ou esquecimento dos tubetes durante o plantio.

REFERÊNCIAS

ABRUSCI, C.; PABLOS, J. P.; MARÍN, I. et al. Comparative effect of metal stearates as pro-oxidant additives on bacterial biodegradation of thermal and photo-degraded low density polyethylene mulching films. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 83, p. 25-32, 2013.

AMMALAA, A.; BATEMANA, S.; DEANA, K.; et al. An overview of degradable and biodegradable polyolefins. **Progress in Polymer Science**, v. 36, pp. 1015–1049, 2011.

AREMU, M. O.; OKO, O. J.; ANDREX, C. Ground Water and River Quality Assessment for Some Heavy Metals and Physicochemical Parameters in Wukari Town, Taraba State, Nigeria. **International Journal of Sciences**, v. 5, pp. 73-80, 2017.

ARJMANDI, R., HASSAN, A., MAJEED, K., et al. Rice Husk Filled Polymer Composites. **International Journal of Polymer Science**, v. 2015, pp. 1-32, 2015.

- ARTHUR JÚNIOR, J. C. Uso de tubete e minitubete de compósito de polihidroxi-butirato mais pó de madeira na produção e plantio de mudas seminais e clonais de eucalipto. **Tese de Doutorado**. ESALQ/USP, Piracicaba, São Paulo, 2011.
- BARUD, H. S.; SOUZA, J. L.; SANTOS, D. B. et al. Bacterial cellulose/poly(3-hydroxybutyrate) composite membranes. **Carbohydrate Polymers**, v. 83, p. 1279-1284, 2011.
- BHARDWAJ, H.; GUPTA, R.; TIWARI, A. Communities of microbial enzymes associated with biodegradation of plastics. **Journal Polymer Environmental**, v. 1, p. 16-21, 2012.
- BONHOMME, S.; CUER, A.; DELORT, A-M. et al. Environmental biodegradation of polyethylene. **Polym Degrad Stab**, v. 81, pp. 441-452, 2003.
- BORSOI, C.; BERWIG, K. H.; SCIENZA, L. C. et al. The photodegradation and biodegradation of rEPS/curaua fiber composites. **Polym. Compos.**, v. 34, p. 967-977, 2013.
- BRANT, A. J. C.; NAIME, N.; LUGÃO, A. B. et al. Tubetes biodegradáveis fabricados a partir de compósitos de Biopolímero e bagaço de cana-de-açúcar. In: **12º Congresso Brasileiro de Polímeros**, 2013.
- BRASIL – IBGE. **Indústria de papel e celulose impulsiona produção madeireira**, 2017. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-denoticias/noticias/16983-industria-de-papel-e-celulose-impulsiona-producaomadeireira.html>. Acesso em: 18/06/2018.
- CARDOSO, M. T.; CARNEIRO, A. C. O.; OLIVEIRA, R. C. et al. Propriedades físicas e mecânicas de papéis reciclados utilizados para fabricação de tubetes. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 2, p. 403-411, 2012.
- CASARIN, S. S.; RODRIGUES, C. P.; SOUZA JÚNIOR, O. F. et al. Biodegradation in Soil of the PHB/Wood Flour (80/20) and PHB/Sisal Fiber (80/20) Tubes. **Materials research**, v. 1, p. 1-4, 2017.
- CHIELLINI, E.; CORTI, A.; SWIFT, G. Biodegradation of thermally-oxidized, fragmented low-density polyethylenes. **Polymer Degradation and Stability**, v. 81, pp. 341-351, 2003.

CHIELLINI, E.; CORTI, A.; D'ANTONE, S. et al. Oxo-biodegradable carbon backbone polymers e oxidative degradation of polyethylene under accelerated test conditions. **Polym Degrad Stab**, v. 91, n. 11, p. 2739- 2747, 2006.

CONTI, A. C.; REIS, R. C. S.; CONTI, C. et al. Análise do desenvolvimento e da viabilidade econômica do plantio de mudas de árvores em tubetes biodegradáveis. **RETEC**, v. 5, n. 1, p. 113-121, 2012.

DEVI, R. S.; KANNAN, V. R.; NIVAS, D. et al. Biodegradation of HDPE by *Aspergillus* spp. from marine ecosystem of Gulf of Mannar, India. **Marine Pollution Bulletin**, v. 96, pp. 32–40, 2015.

FERRAZ, M. V.; CEREDA, M. P. Determinação das características morfológica de petúnias comuns (petunia x hybrida) cultivadas em tubetes biodegradáveis. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, n. 1, p. 94-107, 2010.

FERRAZ, A. V.; CEREDA, M. P.; IATAURO, R. A. Produção de mudas de petúnia comum em tubetes biodegradáveis em substituição aos sacos plásticos. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n. 1, p. 74-83, 2015.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advanced**, n. 3, p.1777-1782, 2017.

GOMES, L. B.; KLEIN, J. M.; BRANDALISE, R. N. et al. Study of Oxo-biodegradable Polyethylene Degradation in Simulated Soil. **Materials Research**, v. 17, n. 1, p. 121-126, 2014.

GUERRA, M. S.; BARBOSA, M. S.; COSTA, E. et al. Recipiente biodegradável e substratos para mudas de maracujazeiro. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 3, p. 50-54, 2017.

GU, J. D. Microbial deterioration and degradation of polymeric materials. In: *REVIEW*, W. (Ed.), **The uhlig's corrosion handbook**. 2nd Ed. Wiley: New York, p. 439-460, 2000.

IATAURO, A. R. Avaliação energética da substituição de tubetes de plástico por tubetes biodegradáveis na produção de mudas de aroeira- *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura)**, Botucatu: Universidade Estadual de São Paulo, 2004.

- JAKUBOWICZ, I. Evaluation of degradability of biodegradable polyethylene (PE). **Polym. Degrad. Stab.**, n. 80, p. 39–43, 2003.
- KHALIL, H. P. S. A.; TYE, Y. Y.; SAURABH, C. K. et al. Biodegradable polymer films from seaweed polysaccharides: A review on cellulose as a reinforcement material. **Express Polymer Letters**, v. 11, p. 244-265, 2017.
- KUMAR, M.; MOHANTY, S.; NAYAK, S. K. et al. Effect of glycidyl methacrylate (GMA) on the thermal, mechanical and morphological property of biodegradable PLA/PBAT blend and its nanocomposites. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 21, p. 8406-8415, 2010.
- LANORTE, A.; SANTIS, F.; NOLÈ, G. et al. Agricultural plastic waste spatial estimation by Landsat 8 satellite images. **Comput. Electron. Agric.**, v. 141, p. 35–45, 2017.
- MAGNA, G. A. M.; MACHADO, S. L.; PORTELLA, R. B. et al. Avaliação da exposição ao Pb e Cd em crianças de 0 a 17 anos por consumo de alimentos vegetais cultivados em solos contaminados no município de Santo Amaro (BA). **Eng Sanit Ambient.**, Edição Especial, p. 3-12, 2014.
- MIRANDA, V. R.; CARVALHO, A. J. F. Blendas Compatíveis de Amido Termoplástico e Polietileno de Baixa Densidade Compatibilizadas com Ácido Cítrico. **Revista Polímeros**, v. 21, n. 5, p. 353-360, 2011.
- OJEDA, T.; DALMOLIN, E.; FORTE, M. M. C. et al. Degradability of linear polyolefins under natural weathering. **Polym. Degrad. Stab.**, v. 96, p. 703–707, 2011.
- ORTIZ, A. V.; TEIXEIRA, J. G.; GOMES, M. G. et al. Preparation and characterization of electron-beam treated HDPE composites reinforced with rice husk ash and Brazilian clay. **Applied surface science**, v. 310, n. 15, p. 3331-3335, 2014.
- SHABANI, F.; KUMAR, L.; ESMAEILI, A. A modelling implementation of climate change on biodegradation of Low-Density Polyethylene (LDPE) by *Aspergillus niger* in soil. **Global Ecology and Conservation**, v. 4, p. 388-398, 2015.
- SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; BRESSAN, O. A. et al. Crescimento inicial de quatro espécies florestais nativas em área degradada com diferentes níveis de calagem e de adubação. **Revista Floresta**, v. 47, n. 3, p. 279-287, 2017.
- TONG, J. Y.; ROYAN, N. R. R.; NG, Y. C. et al. Study of the Mechanical and Morphology Properties of Recycled HDPE Composite Using Rice Husk Filler. **Advances in Materials Science and Engineering**, v. 1, p. 1-7, 2014.

CAPÍTULO 5

CULTIVO DE ALFACE EM TÚNEIS BAIXOS COM USO DE DIFERENTES COBERTURAS DO SOLO E IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

*Mateus Possebon Bortoluzzi
Joice Gasparin
Jocélia Rosa da Silva
Geraldo José Rodrigues*

INTRODUÇÃO

A busca por uma alimentação mais saudável aumentou o consumo de hortaliças pelos brasileiros, com destaque para a alface, que é uma das hortaliças folhosas mais consumidas, gerando grande demanda por seu cultivo. No Brasil, as alfaces mais conhecidas e consumidas são as crespas e as lisas. No planejamento da produção a definição do tipo de alface a ser produzida é importante, pois a diversidade nas características morfológicas e fisiológicas entre os grupos determina grandes diferenças na conservação pós-colheita e, conseqüentemente, nos aspectos de manuseio (HENZ; SUINAGA, 2009).

O ambiente do cultivo afeta diretamente a produtividade e a qualidade da alface. No Brasil a alface é produzida em campo aberto e em ambiente protegido, porém o cultivo em campo aberto encontra algumas limitações, principalmente relacionadas a intempéries meteorológicas, o que contribui para o aumento das áreas cultivadas em ambiente protegido (SILVA et al., 2014). Segundo Andriolo (2017) os cultivos em ambiente protegido passam a existir quando uma barreira é interposta entre o topo da cobertura vegetal e a atmosfera modificando o fluxo de energia, sendo que a maior parte da produção de hortaliças atualmente é obtida desta forma. Dentre os cultivos em ambiente protegido, os túneis baixos são bastante utilizados pelo seu baixo custo de implantação e apresentam como principais benefícios a maior regularidade da produção com possibilidade de produção na entressafra, melhor qualidade dos produtos colhidos, proteção ao solo, menos uso de produtos químicos, profissionalização do produtor e maior produtividade e lucratividade. Além disso, verifica-se um aumento da eficiência, resultando em economia na utilização de certos insumos (FILGUEIRA, 2007). Com o cultivo de alface em túneis baixos também é possível obter uma maior precocidade de colheita e aumento da produtividade obtida, principalmente nos meses mais frios, devido ao aumento da temperatura média no interior do túnel baixo (BURIOL et al., 1997).

A utilização de cobertura na superfície do solo (mulching) é uma técnica apontada como um meio para facilitar o controle de ervas daninhas, além de evitar o contato da cultura com o solo da cultura, reduzindo a perda de qualidade do produto, sendo muito utilizada em túneis baixos. O uso de palhada, por

exemplo, diminui a amplitude térmica do solo, reduzindo a temperatura máxima e aumentando a temperatura mínima do solo, o que é interessante durante todo o ano agrícola (RIBAS et al., 2015). Embora diferentes materiais possam ser utilizados para essa finalidade, o filme de polietileno de baixa densidade, opaco e de cor preta é aquele mais empregado (ANDRIOLO, 2017; RIBAS et al., 2015).

A irrigação é uma das práticas de manejo com maior impacto no aumento da produtividade da alface, viabilizando, o cultivo em regiões e épocas do ano com baixa disponibilidade hídrica (HAMADA; TESTEZLAF, 1995). O método de irrigação localizada por gotejamento é o mais recomendado para a alface. Suas principais vantagens em relação aos demais métodos são a maior eficiência de utilização da água e a maior uniformidade de distribuição de água (ANDRIOLO, 2017).

A produtividade das hortaliças, bem como a lucratividade do produtor, dependerá das práticas de manejo adotadas ao longo do ciclo produtivo. O manejo mais adequado é aquele capaz de aumentar a produtividade, aliado a um menor custo de implantação e ao uso mais eficiente da água. Deste modo estudos devem ser desenvolvidos nesta área, a fim de se obter qual a melhor forma de manejo para diferentes cultivares de alface em propriedades que produzem grande quantidade para abastecer mercados e outros estabelecimentos. Assim, o trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento e o desenvolvimento de diferentes cultivares de alface em túneis baixos associadas com diferentes tipos de mulching, adotando o sistema de irrigação por gotejamento.

DESENVOLVIMENTO

Um experimento a campo foi realizado no interior do município de Veranópolis, RS, localizado a uma latitude 28°53'55.50" S e longitude 51°34'5.30" O, no período de dezembro de 2017 a março de 2018. Uma análise de solo básica foi realizada para quantificar o pH e a presença de nutrientes no solo. Dessa maneira, com base no manual de calagem e adubação para os estados do RS e SC (CQFS-RS/SC), a adubação foi realizada com esterco sólido bovino curtido, proveniente da propriedade, utilizando-se 110 kg por canteiro, perfazendo um total de 880 kg em uma área de 480 m².

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, constando de oito manejos e cinco cultivares com quatro repetições, totalizando 40 tratamentos. Foram confeccionados oito canteiros com dimensões de 30 m x 1 m utilizando uma encanteiradora acoplada ao trator. Cada canteiro correspondeu a um manejo utilizado, sendo que no primeiro canteiro o cultivo foi realizado em solo desnudo e a céu aberto, para observar os efeitos do ambiente externo sobre a cultura, sendo este considerado a testemunha. O segundo canteiro, também a céu aberto, porém com cobertura de palha de aveia preta (*Avena strigosa*). No terceiro, quarto e quinto canteiros foram instalados túneis baixos utilizando tela de sombreamento 50% para a cobertura, cada um utilizando um sistema de mulching, os quais foram palha de aveia, lona preta de 150 micras e lona dupla face (branca e preta) de 150 micras. Para o sexto, sétimo, e oitavo canteiros foram utilizados os mesmos sistemas de mulching dos três canteiros anteriores, porém utilizando plástico transparente de 100 micras para a cobertura dos túneis baixos.

A irrigação foi realizada por gotejamento, sendo instalada uma caixa de água de 2000 litros com um hidrômetro com filtro na saída para ser registrada a quantidade de água utilizada nos canteiros. Cada canteiro recebeu três linhas gotejadoras para realizar a irrigação das plantas, sendo a fita gotejadora de 200 micras com os orifícios espaçados de 0,30 m. Os túneis baixos instalados foram sustentados por arcos feitos com canos de PVC de 20 mm, cada um com 2 metros lineares e espaçados de 2,50 m. Cada canteiro possuía 13 arcos de sustentação com 0,60 metros de altura partindo da superfície do canteiro.

As mudas de alface foram adquiridas do viveiro Hortimudas de Nova Bassano, RS. O transplante das mudas para os canteiros foi realizado no dia 14/01/2018, utilizando um espaçamento entre as mudas de 0,30 m x 0,30 m. Cinco cultivares de alface foram testadas: cultivar Stella do tipo lisa, cultivar Silvana do tipo americana, cultivar Vera do tipo crespa, cultivar Nataly do tipo mimosa verde e cultivar Mila do tipo mimosa roxa, sendo utilizadas 480 mudas de cada cultivar para preencher os oito canteiros, perfazendo um total de 2400 plantas. Cada canteiro comportou 300 mudas, tendo quatro repetições de cada cultivar. Nestas repetições foram transplantadas 15 mudas de cada cultivar, sendo a ordem de alocação das cultivares definida por sorteio, aleatoriamente.

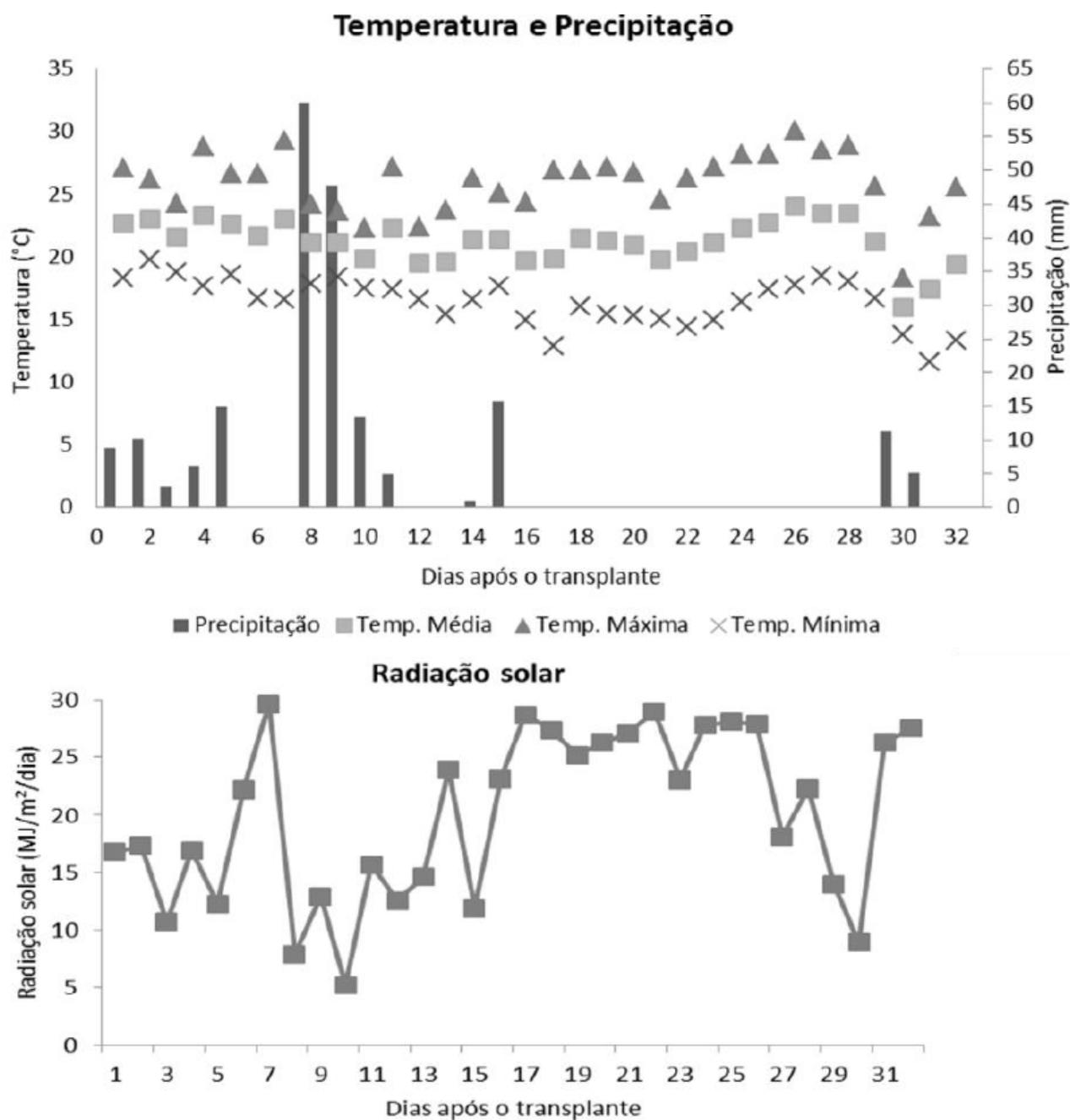
Após o transplante das mudas, o manejo dos túneis baixos foi realizado conforme a necessidade, levando em consideração a condição meteorológica diária e sua influência sobre a cultura, abrindo ou fechando as laterais para a ventilação. A realização da irrigação foi realizada conforme a necessidade da cultura.

A colheita foi realizada no dia 14/02/2018, trinta e dois dias após o transplante das mudas. Nesta data foi contabilizada a mortalidade de plantas durante o período de cultivo. Além disso, foi coletada uma planta de cada cultivar em cada uma das repetições em todos os oito canteiros para posterior avaliação. A avaliação consistiu em contagem do número de folhas (NF), pesagem da massa fresca das folhas (MFF), massa fresca do caule (MFC) e massa fresca total (MFT), e por fim, da massa seca total (MST), por meio da secagem das plantas na mesma estufa utilizada para secagem do solo, à 150°C, até a estabilização do peso. A eficiência do uso da água (EUA) foi determinada através da relação entre os valores de MST e as respectivas lâminas de irrigação aplicadas em cada tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e os valores das médias comparados pelo teste de Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os dados obtidos da estação meteorológica da Fepagro Serra, levando em consideração o período entre o transplante e a colheita, compreendido entre 14 de janeiro e 14 de fevereiro, verificou-se uma variação da temperatura máxima do ar de 18,3 °C a 30,1 °C. A ocorrência de temperaturas elevadas estimula o pendoamento da alface e estimula a produção de látex (AQUINO et al., 2014). A temperatura média do ar do período ficou próxima de 21,2 °C variando entre 16 °C e 24 °C. Não houve problemas com temperaturas baixas ao longo do período, sendo que a temperatura mínima registrada foi de 11,6 °C. A precipitação pluviométrica foi bem distribuída ao longo do ciclo, totalizando 203 mm. Apenas no período entre 16 e 28 DAT, houve restrição hídrica, coincidindo com o período de elevada radiação solar. A radiação solar, por sua vez, variou ao longo do ciclo entre 5,2 e 29,6 MJ m⁻² dia⁻¹ (Figura 1).

Figura 1- Valores de temperatura máxima, média e mínima do ar (°C), precipitação pluviométrica (mm) e radiação solar (MJ/m²/dia) durante o ciclo de cultivo da alface.



Fonte: Os autores.

Na data da colheita foi contabilizada a quantidade de plantas mortas, em que a maior mortalidade foi verificada no manejo a céu aberto, em que foram perdidas 93 e 26 plantas, nas condições de solo desnudo e com palha, respectivamente. Nos demais canteiros a mortalidade ficou entre 0 e 11 plantas. Com relação às cultivares, considerando a mortalidade verificada em todos os sistemas de manejo,

as perdas foram de 36 plantas para a lisa (cv. Stella), 31 para a americana (cv. Silvana), 41 plantas para a crespa (cv. Vera), 46 de mimosa verde (cv. Nataly) e apenas 10 plantas de mimosa roxa (cv. Mila) foram perdidas.

A lâmina de água aplicada através das irrigações realizadas foi de 118,6 mm nos canteiros 1 e 6, 66,7 mm nos canteiros 2, 3, 4 e 5 e de 124,8 mm nos canteiros 7 e 8 (Tabela 1). Cabe ressaltar que os canteiros 6, 7 e 8, por terem túnel baixo coberto por plástico transparente, não receberam água proveniente da chuva, apenas aquela disponibilizada pela irrigação. Os demais canteiros receberam pelo menos uma parte da água pluvial, tendo em vista que nos túneis cobertos por tela de sombreamento ocorre uma interceptação da chuva conduzindo parte desta para a área fora dos canteiros, além de aumentar as perdas por evaporação. Verifica-se também uma redução da água infiltrada no solo nos canteiros cobertos por mulching de plástico em que apenas nos orifícios onde estão localizadas as plantas ocorre a passagem de água.

Apesar da menor lâmina total de água disponibilizada para os túneis cobertos com plástico transparente, não se verificaram sinais de deficiência hídrica. Associado a isso, houve uma tendência de maior produtividade de MST para essa condição, proporcionando maiores valores de eficiência do uso da água total aplicada. Com relação à EUA apenas da água aplicada pela irrigação, verificou-se menores diferenças entre os manejos empregados (Tabela 1).

Tabela 1 – Massa seca total (MST, kg ha⁻¹), irrigação (mm), precipitação pluviométrica (mm), somatório da precipitação pluviométrica e da irrigação (P+I, mm), eficiência do uso da água considerando o total irrigado mais a precipitação pluviométrica (EUA total, kg ha⁻¹ mm⁻¹) e eficiência do uso da água considerando apenas a água da irrigação (EUA irrigação, kg ha⁻¹ mm⁻¹) para os diferentes manejos empregados.

Manejo	MST	Irrigação	Precipitação	P+I	EUA total	EUA irrigação
Desnudo – Céu aberto	1185	118,6	203	321,6	3,6	9,9
Palha – Céu aberto	910	66,7	203	269,7	3,3	13,6
Palha – Tela sombreamento	930	66,7	203	269,7	3,4	13,9
Lona preta – Tela sombreamento	1215	66,7	203	269,7	4,5	18,2
Lona P/B – Tela sombreamento	1385	66,7	203	269,7	5,1	20,7
Palha – Filme transparente	1240	118,6	0	118,6	10,4	10,4
Lona preta – Filme transparente	1820	124,8	0	124,8	14,5	14,5
Lona P/B – Filme transparente	2265	124,8	0	124,8	18,1	18,1

Fonte: Autores.

De acordo com os resultados da análise de variância, para as variáveis MFF e MFT não houve interação entre o manejo e a cultivar. A maior produção de MFF e MFT foi obtida para as cultivares lisa, americana e crespa, sendo que a cultivar mimosa roxa apresentou os menores valores (Tabela 2). De qualquer forma, os valores de MFF foram superiores ao encontrado por Gonçalves et al. (2017), em que obtiveram resultados entre 37 e 147 gramas para diferentes cultivares.

Tabela 2- Massa fresca de folhas (MFF, g) e massa fresca total (MFT, g) das cultivares de alface Stella, Silvana, Vera, Nataly e Mila e em função dos manejos empregados.

CULTIVAR	MFF (g)	MFT (g)
Lisa (cv. Stella)	262,4 a	281,2 a
Americana (cv. Silvana)	268,2 a	281,3 a
Crespa (cv. Vera)	252,7 a	280,5 a
Mimosa verde (cv. Nataly)	209,0 b	227,5 b
Mimosa roxa (cv. Mila)	165,3 c	186,6 c

Manejo	MFF (g)	MFT (g)
Desnudo – Céu aberto	191,5 c	209,0 c
Palha – Céu aberto	116,7 d	127,5 d
Palha – Tela sombreamento	159,5 d	173,5 d
Lona preta – Tela sombreamento	213,6 c	235,1 c
Lona P/B – Tela sombreamento	295,9 b	321,1 b
Palha – Filme transparente	201,3 c	218,2 c
Lona preta – Filme transparente	292,3 b	316,9 b
Lona P/B – Filme transparente	381,5 a	410,3 a

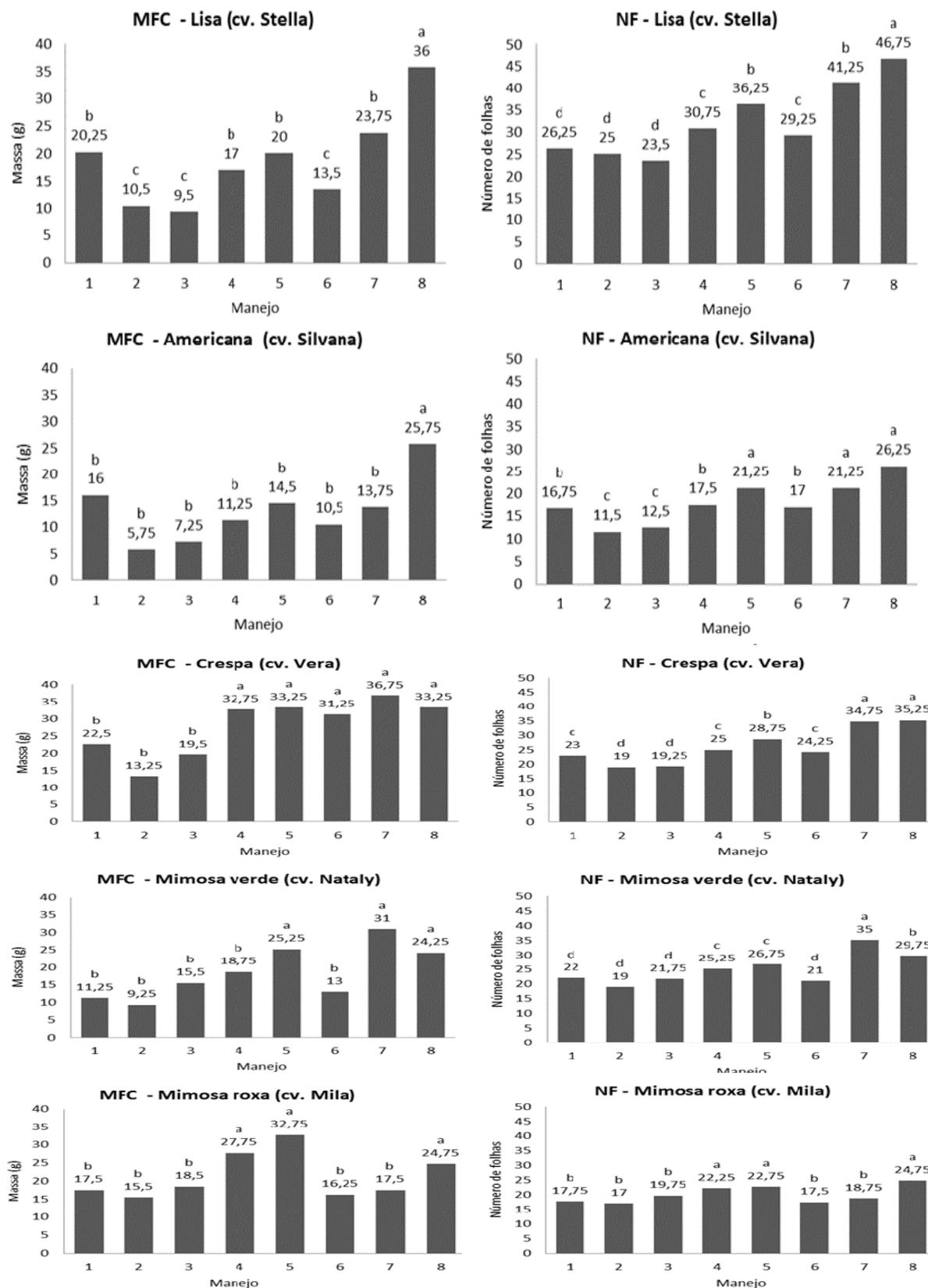
Nota: Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: Autores.

Com relação aos manejos realizados, verificou-se uma maior produção de MFF e MFT para o manejo com túnel baixo de plástico transparente e mulching de lona dupla face (preta e branca), e a menor produção para o cultivo a céu aberto e mulching de palha de aveia preta. A utilização de palha não se mostrou uma boa opção para cobertura, tendo em vista que sob filme transparente também não se obtiveram valores elevados para a MFF e MFT. Por outro lado, também se verificou um bom desempenho quando utilizada a lona dupla face sob tela de sombreamento (Tabela 2). Isso pode ter ocorrido pela maior refletividade da radiação na face branca da lona, a qual pode ser interceptada pelas folhas mais próximas à superfície, assim como pela manutenção de uma temperatura mais adequada ao crescimento e desenvolvimento da alface. Também ocasiona maior retenção de energia proveniente do fluxo do calor do solo, diminuindo a amplitude térmica do solo.

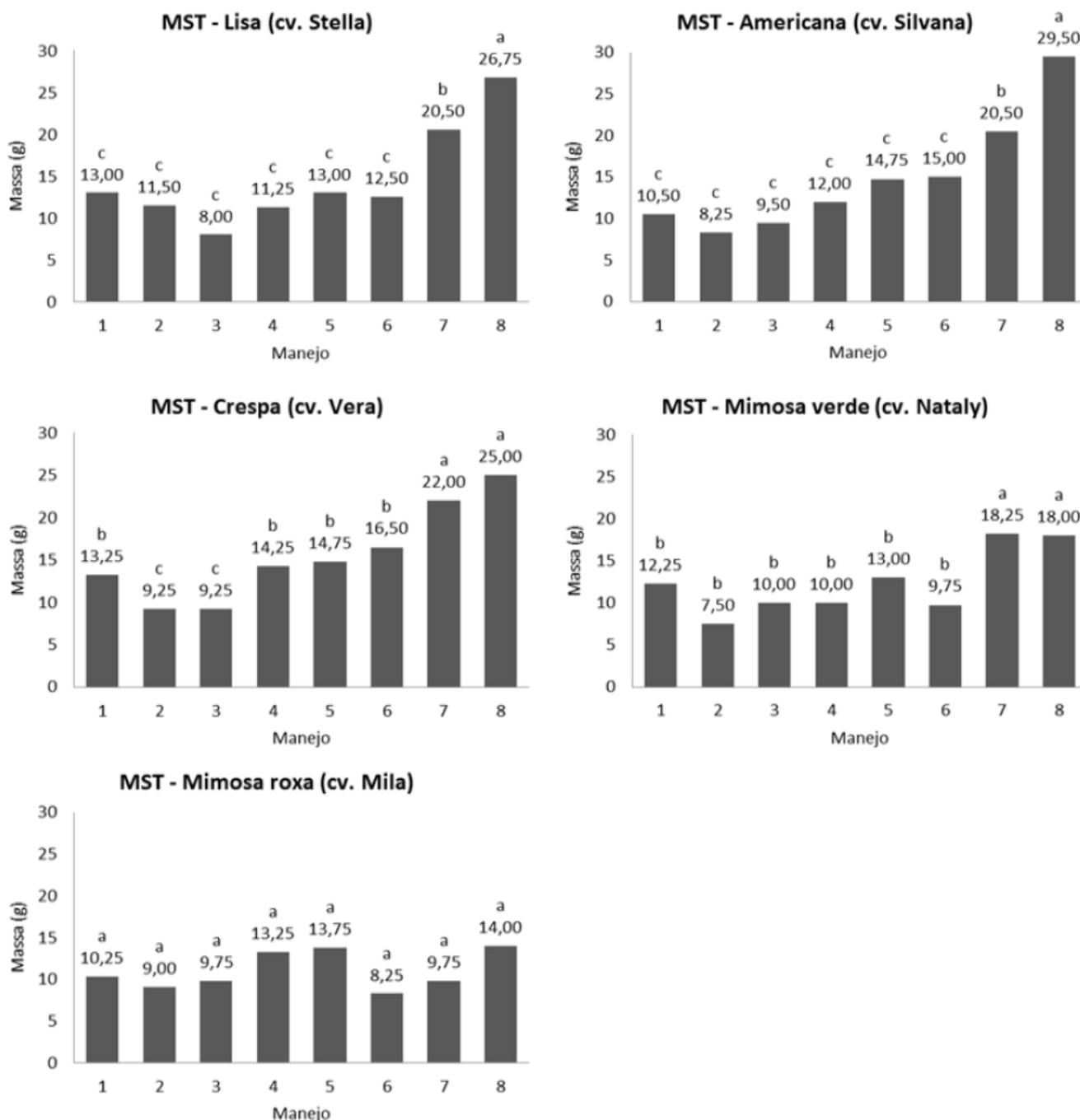
A interação entre manejo e cultivar foi significativa para as variáveis MFC, NF e MST. Na Figura 2, verifica-se que a MFC foi maior no manejo com lona dupla face e plástico transparente para as cultivares Stella e Silvana, no manejo com lona preta e plástico transparente para as cultivares Vera e Nataly e no túnel baixo com tela de sombreamento e lona dupla face para a cultivar Mila. Com relação ao NF e MST, estes foram maiores no túnel baixo com plástico transparente e lona dupla face para todas as cultivares, com exceção da cultivar Nataly, em que o manejo com lona preta e plástico transparente foi o que apresentou o maior NF e MST (Figura 2 e 3). A cultivar Stella foi a que apresentou o maior NF, chegando a um valor médio de 46,7 folhas quando conduzida sob filme transparente e mulching com lona preta e branca.

Figura 2 - Massa fresca do caule (MFC, g) e número de folhas (NF) das cultivares de alface Stella, Silvana, Vera, Nataly e Mila, submetidas aos manejos de solo desnudo a céu aberto (1), cobertura com palha a céu aberto (2), palha e tela de sombreamento (3), lona preta e tela de sombreamento (4), lona dupla face e tela de sombreamento (5), palha e plástico transparente (6), lona preta e plástico transparente (7), lona dupla face e plástico transparente (8).



CAPÍTULO 5

Figura 3- Massa seca total (MST, g) das cultivares de alface Stella, Silvana, Vera, Nataly e Mila, submetidas aos manejos solo desnudo a céu aberto (1), cobertura com palha a céu aberto (2), palha e tela de sombreamento (3), lona preta e tela de sombreamento (4), lona dupla face e tela de sombreamento (5), palha e plástico transparente (6), lona preta e plástico transparente (7), lona dupla face e plástico transparente (8)



Fonte: Autores.

De maneira geral, o NF obtido foi elevado. Gonçalves et. al. (2017) obtiveram um NF médio próximo a 15 folhas para a cultivar Vera em ambiente protegido no

Paraná, inferior ao encontrado nesse trabalho, em que o NF para essa cultivar variou entre 19 e 35 folhas em função dos manejos empregados. Araújo et al. (2010) encontraram um valor próximo a 18 folhas para a cultivar crespa Verônica em ambiente protegido. Para a cultivar Vera, o maior valor obtido por Andriolo et al. (2003) foi de 21 folhas.

Verificou-se também uma tendência de maior produção de MST quando utilizado o filme plástico transparente independentemente da cultivar (Figura 3). Provavelmente isso ocorreu devido ao aumento da temperatura do ar nesse ambiente devido à atenuação da emissão de ondas longas para a atmosfera proporcionada pelo filme transparente. Esse aumento da soma térmica acumulada proporcionou um maior desenvolvimento, expressado também pelo maior número de folhas obtido (Figura 2), e maior taxa de crescimento e produção de matéria seca. Buriol et. al. (1997) também verificaram maior precocidade e produtividade da alface em túneis baixos em função do aumento da temperatura do ar.

Para a cultivar Mila, do grupo mimosa roxa, o uso de tela de sombreamento 50% foi bastante favorável, proporcionando uma elevada produção de MST (Figura 3), demonstrando a maior susceptibilidade à radiação solar direta e à temperatura do ar elevada dessa cultivar, tendo em vista que ambos os fatores são amenizados com o uso da tela.

CONCLUSÃO

As cultivares apresentaram crescimento e desenvolvimento diferenciado em função do sistema de manejo, sendo necessária a utilização adequada em cada situação específica visando extrair o máximo do potencial produtivo da cultura associado a uma elevada eficiência do uso da água que é disponibilizada, seja proveniente das precipitações pluviométricas ou das irrigações realizadas.

Em relação aos manejos realizados, o uso de túnel baixo com plástico transparente e mulching de lona dupla face foi o que proporcionou maior crescimento e desenvolvimento, obtendo-se maior número de folhas e produção de massa fresca e massa seca das plantas. Destaca-se também a favorabilidade do uso de tela de sombreamento ao crescimento da alface mimosa roxa.

O uso da palha não se mostrou uma boa alternativa para cobertura do solo, tanto para cultivo a céu aberto, com sombreamento e com plástico transparente, independentemente da cultivar.

A maior produção de massa fresca de folhas e da planta, assim como de massa seca total foram obtidas para as cultivares lisa, americana e crespa, sendo que a cultivar mimosa roxa apresentou os menores valores. A alface lisa foi a que apresentou o maior número de folhas.

Apesar da menor lâmina total de água disponibilizada para os túneis cobertos com plástico transparente, não se verificaram sinais de deficiência hídrica nas plantas. A eficiência do uso da água aplicada apenas pela irrigação apresentou pequenas diferenças entre os manejos empregados. Quando considerada a água pluvial somada à água da irrigação, a eficiência do uso da água foi maior para os túneis baixos com plástico transparente.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLO, J. L. **Olericultura Geral**. 3ª Ed. Santa Maria: Fundação de Apoio à Tecnologia e Ciência -Editora UFSM, 2017. 96p.

ANDRIOLO, J. L.; ESPINDOLA, M. C. G.; STEFANELLO, M. O. Crescimento e desenvolvimento de plantas de alface provenientes de mudas com diferentes idades fisiológicas. **Ciência Rural**, v. 33, n. 1, p. 35-40, 2003.

AQUINO, C. R. et al. Produção e tolerância ao pendoamento de alface-romana em diferentes ambientes. **Revista Ceres**, v. 61, n.4, p. 558-566, 2014.

ARAÚJO, W. F. et al. Rendimento e eficiência do uso da água pela alface em função da lâmina de irrigação. **Revista Caatinga**, v.23, p.115-120, 2010.

BURIOL, G. A. et al. Efeito da ventilação sobre a temperatura e umidade do ar em túneis baixos de polietileno transparente e o crescimento da alface. Santa Maria, **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 5, n. 1, p. 17-24, 1997.

CQFS- Comissão de química e Fertilidade do Solo – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016. 376p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. – Viçosa, MG: ED. UFV, 2007. 421p.

GONÇALVES, E.D.V. Crescimento e produtividade de cultivares de alface em ambiente protegido com e sem tela termorefletora. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 2, p. 193-199, 2017.

HAMADA, E.; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento e produtividade da alface submetida a diferentes lâminas de água através da irrigação por gotejamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 9, p. 1201-1209, 1995.

HENZ, G. P; SUINAGA, F. **Tipos de alface cultivados no Brasil**. Brasília, DF, 2009. Disponível em <[https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/783588/1/cot75 .pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/783588/1/cot75.pdf)>. Acesso em: 17/07/2021.

RIBAS, G. G. et al. Temperatura do solo afetada pela irrigação e por diferentes coberturas. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 5, p. 817-828, 2015.

SILVA, B.A.; SILVA, A.R. da; PAGIUCA, L.G. Cultivo protegido: em busca de mais eficiência produtiva. **Hortifruti Brasil**, v. 1, p. 10-18, 2014.

CAPÍTULO 6

EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DE REPOLHO COMO HERBICIDA NATURAL EM PLANTAS DE ALFACE

*Simone Braga Terra
Cledinara da Rosa Muniz*

INTRODUÇÃO

A competição de plantas espontâneas com as plantas cultivadas é considerada um problema para a agricultura há muito tempo, causando obstáculos nos cultivos comerciais de interesse econômico. Essa competição acaba reduzindo a produtividade, com a necessidade de realização de controle.

O principal método de controle utilizado para as plantas espontâneas é o uso de produtos químicos da classe dos herbicidas, principalmente o glifosato, agrotóxico constantemente utilizado pelos produtores convencionais, que apresenta elevada eficiência na eliminação de plantas indesejáveis, sendo um produto não seletivo, sistêmico e pós emergente (Amarante Júnior et al., 2002).

Segundo Bombardi (2010) na última década houve um aumento no consumo de agrotóxicos no mundo todo, ocasionando desequilíbrios bioquímicos, como na decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, além da contaminação no solo, nas águas, e em todos os seres vivos que fazem parte da biodiversidade natural, provocando a formação e deposição de resíduos em quantidades prejudiciais (Matos et al., 2002).

A busca por compostos naturais com propriedades herbicidas é uma grande demanda da agricultura orgânica, principalmente pelos efeitos adversos causados pelo uso de insumos químicos nos vegetais destinados a alimentação humana, o que faz aumentar a busca do consumidor por produtos sem resíduos de agrotóxicos. Dessa forma, pesquisas que desenvolvam formas alternativas no controle de plantas espontâneas nos cultivos agrícolas constituem-se numa demanda atual.

A alelopatia tem se mostrado uma aliada no controle das plantas espontâneas, sendo que pesquisas apontam para algumas espécies vegetais que podem interferir, de maneira sinérgica ou antagônica, no desenvolvimento de outras, através da liberação de substâncias alelopáticas no ambiente (De Conti; Franco, 2011).

O extrato aquoso, formado a partir da mistura de água destilada e parte do vegetal, é a forma que mais se destaca para a extração dos princípios ativos alelopáticos das plantas. Esse extrato pode ser obtido com toda planta ou com par-

tes vegetais, inteiras ou trituradas. O uso desse método em estudos alelopáticos tem como objetivo simular o que acontece na natureza (Malheiros; Peres, 2001).

Diversas espécies já têm sido relatadas com conhecido potencial alelopático, sendo algumas classificadas como hortaliças, como o repolho branco (*Brassica oleracea* L. variedade *Capitata*), onde mesmo sendo ainda pouco citado na literatura, alguns relatos apontam para o uso dessa planta como herbicida natural (Blanco, 2015).

A escolha do repolho para a elaboração de extratos herbicidas nessa pesquisa deveu-se ao fato de ser uma hortaliça folhosa de elevada disponibilidade nas hortas domésticas e de grande consumo no Rio Grande do Sul, provavelmente com início a partir de 1824, quando os imigrantes alemães fixaram-se no Estado em pequenas propriedades rurais de cunho familiar, cultivando aquelas hortaliças oriundas da Alemanha e diversificando a economia brasileira a partir de então (Schaffer, 2004).

Para a realização de testes com potenciais substâncias aleloquímicas, utiliza-se basicamente a alface (*Lactuca sativa*), que é considerada uma planta teste por ser uma espécie muito sensível à aplicação de extratos via pulverização (Hoffmann et al., 2007).

Diante do exposto, o trabalho de pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito de extratos aquosos de folhas de repolho branco (*Brassica oleraceae* var *Capitata*), em diferentes concentrações, como herbicida no crescimento e desenvolvimento de plantas de alface (*Lactuca sativa*).

O trabalho de pesquisa teve também a pretensão de fornecer informações necessárias para que, principalmente os pequenos agricultores familiares, possam utilizar o extrato aquoso de repolho no controle de plantas espontâneas no cultivo orgânico ou em transição agroecológica, haja vista que são poucos os produtos disponíveis para esse tipo de sistema de produção.

Esse trabalho de pesquisa contou com o financiamento da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Uergs, por meio de bolsa de pesquisa de iniciação científica para alunos de graduação.

DESENVOLVIMENTO

O experimento foi conduzido no município de Santana do Livramento, RS, entre os meses de abril e julho de 2018, no Campus Central da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs), na unidade de Santana do Livramento.

A espécie utilizada no experimento foi a alface (*Lactuca sativa*) variedade lisa sem cabeça, cultivar comercial Stella, cultivada em bandejas de poliestireno contendo 200 células, preenchida com substrato comercial MecPlant®.

Quando as mudas apresentaram três folhas definitivas, ou 5 a 6 cm de altura, foram transplantadas das bandejas de isopor para copos individuais de 200 ml, com cinco furos na parte inferior para drenagem da água de irrigação. O experimento permaneceu durante todo o período em local aberto, sob influência das variáveis climáticas reinantes no período.

O preparo do extrato de repolho foi conduzido no Laboratório de Microbiologia da Uergs, sendo a metodologia e os processos de infusão, decocção e recomendação das doses de diluição para as pulverizações, baseados na descrição de Lovatto et al. (2012).

Para a obtenção do extrato foram utilizadas folhas frescas de repolho verde, adquiridos em comércio local. O material foi levado ao laboratório, onde as folhas de repolho foram lavadas e picadas em pequenos pedaços de aproximadamente 2 cm. Descartou-se as folhas baixas, danificadas e amareladas, utilizando-se somente aquelas em perfeito estado.

As folhas de repolho foram separadas e pesadas em balança analítica de precisão da marca Gehaka® nas quantidades definidas do material para a elaboração dos extratos concentrados. Posteriormente à pesagem, as folhas de repolho foram fervidas em água destilada durante 10 minutos.

Foram obtidas duas concentrações do extrato: uma continha 300 gramas de repolho para cada 1000 ml de água (concentração 100%) e a outra continha 150 gramas de repolho para cada 1000 ml de água (concentração 50%). Logo após fervido e resfriado, os extratos concentrados foram coados e acondicionados em recipientes de vidro de cor âmbar, permanecendo em local sombreado, fresco e arejado.

Nos sete dias que antecederam a pulverização, os extratos foram acondicionados em bombonas plásticas com capacidade de 50 litros, hermeticamente fechadas. As bombonas eram agitadas uma vez por dia durante o período do experimento, como forma de evitar decantação de material sólido.

A pulverização das alfaces com o extrato de repolho ocorria uma vez por semana, de forma que cobrisse totalmente a parte aérea das plantas até o ponto de escorrimento sobre as folhas, via regador manual. Caso houvesse precipitação pluviométrica nesse período, uma nova pulverização era realizada. Ao final do experimento, as mudas de alface receberam um total de cinco pulverizações semanais.

Os extratos de repolho foram submetidos a análise no Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais (LPPN) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), objetivando a quantificação de seus constituintes químicos. A identificação da composição química dos extratos foi realizada através da cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC/MS). Para isolamento e quantificação dos componentes químicos das amostras, foram utilizados diferentes compostos, como o dicloro e o butanol.

Os tratamentos foram constituídos por três concentrações de extrato de repolho verde: T1) plantas de alface sem pulverização de extrato botânico (testemunha); T2) plantas de alface pulverizadas com extrato de repolho na concentração 100%; T3) plantas de alface pulverizadas com extrato de repolho na concentração 50%.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e 40 repetições, sendo cada repetição constituída por uma planta de alface. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As avaliações do experimento foram realizadas semanalmente, durante cinco semanas, sendo: número de folhas (contagem direta das folhas de alface), altura de planta (medida direta com régua graduada desde o colo até o ponto final de crescimento das folhas) e aspecto visual (foi determinado um índice de aspecto visual, utilizando notas de 1 a 5, onde 1 = extremamente defeituosas, 2 = comerciais defeituosas, 3 = moderadamente defeituosas, 4 = levemente defei-

tuosas, 5 = sem defeitos aparentes, segundo metodologia de Melo et al. (2010).

Após finalizar o experimento pesou-se a matéria fresca da parte aérea das plantas de alface (pesagem da biomassa da parte aérea, em balança de precisão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão representados os resultados das variáveis agronômicas de crescimento vegetal (altura de plantas, número de folhas, peso de matéria fresca da parte aérea e aspecto visual) analisadas ao final do experimento, a partir dos tratamentos testados.

Tabela 1 - Variáveis agronômicas de crescimento avaliadas no experimento: altura de plantas (cm), número de folhas, matéria fresca da parte aérea (g) e escala de aspecto visual (índice numérico). Santana do Livramento, Uergs, 2019.

Tratamentos	Altura de planta (cm)	Número de Folhas	Matéria fresca (g)	Aspecto visual (índice)
T1) Testemunha	7,79 a*	8,57 a	17,44 a	5
T2) Extrato de repolho 50%	7,90 a	8,49 a	14,54 b	4
T3) Extrato de repolho 100%	7,50 a	8,06 a	9,77 c	3

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de

Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação as variáveis altura de plantas e número de folhas, não houve diferença estatística significativa nas médias finais, com resultados numéricos muito semelhantes entre os tratamentos testados. Isso possivelmente possa ser atribuído ao fato do herbicida de repolho aplicado via pulverização começar a fazer efeito somente após a quarta aplicação nas plantas de alface, ou seja, quase ao final do experimento, não demonstrando diferença significativa nas médias finais das variáveis mensuradas (Figura 1). O ciclo de produção da cultivar de alface utilizada no experimento é de 60 dias, desde o transplante até a colheita,

onde foram realizadas cinco pulverizações para verificar-se a ação do extrato nas plantas na fase que antecede a colheita.

A ação tardia dos extratos de repolho testados e pulverizados nas folhas da alface diferiu da pesquisa conduzida por Rezende et al. (2016), que verificou ação inibitória do extrato aquoso de repolho na germinação de sementes de alface desde a primeira aplicação, acentuando-se até o sétimo dia de pulverização.

A alface é uma hortaliça folhosa considerada planta teste para experimentos com substâncias de potencial aleloquímico, principalmente as sementes (Hoffmann et al., 2007). Essa constatação do autor pode argumentar a maior sensibilidade e resposta das sementes de alface à pulverização dos extratos de repolho, quando em comparação com mudas e plantas adultas.

De Conti e Franco (2011), pulverizando extrato de repolho em sementes de alface, perceberam o efeito alelopático, ocorrido pela entrada de substâncias aleloquímicas diluídas em água para o interior das sementes durante o processo de embebição, podendo inibir ou retardar a germinação.

Figura 1 – Amostra das plantas de alface com a aplicação das diferentes concentrações do extrato de repolho.



Fonte: O autor (2018).

CAPÍTULO 6

De acordo com Soares (2000), a alelopatia é descrita como uma interferência natural que determinadas plantas exercem, através de produtos do metabolismo secundário, afetando a germinação, o desenvolvimento de folhas, hastes e produção de gemas vegetativas e reprodutivas.

O princípio ativo da maioria das plantas que ocasiona alelopatia é mediado por meio de substâncias químicas pertencentes a diferentes categorias de compostos, tais como fenóis, terpenos, alcalóides, hidrocarbonetos, poliacetilenos, ácidos graxos, peptídeos, entre outros (Periotto et al., 2004).

Os resultados da análise do extrato de repolho na concentração de 100% utilizado no experimento e realizado no Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais (LPPN) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), está descrito na Tabela 2.

Tabela 2 - Componentes químicos revelados no extrato de repolho de 100% com extração com dicloro e hexano. Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais (LPPN) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Composto químico	Percentual 100 %
Tetracontano	19,43
2-2 Dimetilhexano	19,22
4-t-Butil-2-(1-metil-2-nitroetil) ciclohexano	16,48
Nonadecano	13,78
3 Metil – hexano	13,53
1-3 Dimetil – ciclopentano	12,22

Na pesquisa em questão, identificou-se uma possível relação entre a medida de altura das plantas e o peso de matéria fresca da parte aérea com a aplicação dos extratos de repolho, já que as plantas que receberam o tratamento T3 (extrato na concentração 100%) apresentaram menor peso de matéria fresca da parte aérea (Figura 2).

Figura 2 – Tratamentos e efeito da aplicação dos extratos de repolho, ao final do experimento.



Fonte: O autor (2018).

De acordo com a Tabela 2, percebe-se que a análise do extrato de repolho 100% apresenta concentração de tetracontano (19,43%) e de 1-3 dimetil - ciclo-pentano (12,22 %), ambos hidrocarbonetos que podem ter afetado o crescimento das plantas de alface.

Bento (2013), trabalhando com atividade antioxidante e alelopática da espécie vegetal jacarandá (*Jacaranda caroba*) em pulverização sobre sementes de alface, identificou diversos hidrocarbonetos nos extratos vegetais, entre eles o tetracontano, que em todas as concentrações testadas no experimento proporcionou redução na porcentagem e no índice de velocidade de germinação das sementes da hortaliça

Putnam (1987), no que se refere à diversidade das substâncias químicas alelopáticas, descreve que a variação pode ser desde simples hidrocarbonetos, como o etileno, até compostos complexos, como os policíclicos, com pesos moleculares bastante elevados.

Komai et al. (1991), encontrou substâncias do grupo dos hidrocarbonetos na extração de óleo de *Cyperus rotundus*, porém com baixo potencial alelopático se comparado com o grupo químico dos sesquiterpenos.

Nos extratos de repolho 100% também foram encontrados os compostos químicos 2-2 dimetilhexano (19,22%), nonadecano (13,78%) e 3 - metil - hexano (13,53%), que possivelmente podem ter causado efeitos alelopáticos sobre as plantas, afetando o crescimento das alfaces que receberam a aplicação desse tratamento.

Mahmoud (2010), estudando os fotoquímicos e as atividades biológicas da espécie *Gomphrena elegans*, identificou a presença do componente químico nonadecano em seus extratos obtidos, apresentando atividade inibitória sobre a germinação da *Lactuca sativa*.

Conforme a Tabela 2, foi observado também no extrato de repolho 100%a presença do composto 4-t-butil-2-(1-metil-2-nitroetil) ciclohexano (16,48%), porém não foram encontrados autores que estudassem este composto com poder alelopático. Sugere-se a necessidade de estudos com este elemento e seus efeitos benéficos, maléficos, potencializadores ou inibitórios sobre plantas.

Para variável peso de massa fresca da parte aérea, houve diferença estatística significativa entre os tratamentos aplicados (Tabela 1). As plantas que receberam o extrato na concentração 100% e 50% tiveram pesos inferiores (9,77 g e 14,5 g, respectivamente), em comparação às que não receberam nenhum tratamento (17,4 g).

Os componentes nonadecano e tetracontano encontrados nos extratos de repolho 100% e 50% de concentração, podem ter relação com a redução do peso de massa fresca das plantas que receberam a pulverização.

O nonadecano é um composto químico presente em óleos essenciais fazendo parte das rotas metabólicas dos lipídios, onde a síntese dos lipídeos é parte importante do metabolismo primário e essencial ao crescimento do organismo vegetal (Ohlrogge; Browse, 1995). Esses ácidos graxos (glicerolipídeos) estão presentes nas membranas celulares, onde o composto nonadecano pode ter causado alguma instabilidade na membrana e por isso as plantas terem tido o crescimento reduzindo.

O componente nonadecano no óleo essencial de *Tagetes minuta* é uma das substâncias que torna essa uma planta bioativa, podendo apresentar ampla

ação sobre diversos organismos, incluindo insetos, bactérias e outras plantas (Lovatto, 2012).

Torres (2012), trabalhando com atividades alopáticas de extratos de *Henriettella trachyphyllae* e *Miconia coronata* sobre mudas de alface, observou a presença de tetracontano em seus extratos elaborados, onde as alfaces com aplicação de extratos tiveram inibição no crescimento.

Portanto, pode-se subentender que os compostos químicos encontrados no extrato de repolho podem ter causado uma inibição da emissão de folhas de alface e, conseqüentemente, na redução do peso de matéria fresca nos tratamentos T2 (concentração 50%) e T3 (concentração 100%).

De acordo com Reigosa et al. (1999), os efeitos ocasionados por elementos químicos, como o tetracontano, 2-2 dimetilhexano e nonadecano, atuam sobre o crescimento do vegetal, na divisão celular, síntese orgânica, interações hormonais, absorção de nutrientes, inibição da síntese de proteínas, mudanças no metabolismo lipídico, abertura estomática, assimilação de CO₂ e na fotossíntese, inibindo o transporte de elétrons e reduzindo o conteúdo de clorofila na planta.

A variável aspecto visual das plantas de alface foi baseada na metodologia de Melo et al. (2010), que trabalhando com brócolis (*Brassica oleracea* L. variedade *Italicaplenck*) determinou o índice de aspecto visual para as plantas, onde empregou uma escala de notas variando de 1 a 5, onde 1 = extremamente defeituosas, 2 = comerciais defeituosas, 3 = moderadamente defeituosas, 4 = levemente defeituosa e 5 = sem defeitos aparentes.

Para o trabalho em questão com plantas de alface, encontraram-se os seguintes resultados: no tratamento T3 (concentração 100%) a maioria das plantas (30 alfaces ou 75% das amostras analisadas) começaram a ficar moderadamente defeituosas (nota 3), apresentando 6,42 folhas com coloração amarela e marrom, a partir da quarta aplicação do extrato botânico.

Já no tratamento T2 (concentração 50%), observou-se que as plantas mostraram-se levemente defeituosas (nota 4), ressaltando-se que apenas uma pequena parcela das plantas pulverizadas (15 alfaces ou 37,5% das amostras analisadas) apresentaram folhas de coloração amarelada.

No tratamento T1 (testemunha sem aplicação dos extratos de repolho) não foram identificados defeitos aparentes nas plantas de alface (nota 5).

Ao final do experimento, verificou-se que os extratos aquosos de repolho nas concentrações de 50% e 100% proporcionaram uma redução da massa fresca aérea das alfaces a partir da quarta aplicação via pulverização, evidenciando o poder alelopático do repolho e podendo-se sugerir que a concentração 100% mostrou-se mais eficiente como na redução do crescimento das plantas. Mesmo assim, ressalta-se que o extrato aquoso de repolho mais concentrado não foi eficiente como herbicida, já que houve a necessidade da realização de várias aplicações até iniciar o efeito desejado, podendo ser inviável essa recomendação ao agricultor.

Recomenda-se que antes de validar e recomendar os extratos de repolho aos agricultores que cultivam de forma orgânica ou em fase de transição, novos experimentos de pesquisa sejam realizados, testando-se outras concentrações, maior número de aplicações sobre as plantas ou até mesmo a mistura com outras plantas bioativas de maior poder alelopático

CONCLUSÕES

A análise química laboratorial do extrato de repolho revelou a presença dos seguintes componentes: tetracontano (19,43%), 2 - 2 dimetilhexano (19,22%), 4 - t - butil - 2 - (1- metil - 2- nitroetil) ciclohexano (16,48%), nonadecano (13,78%), 3 - metil – hexano (13,53%) e 1 - 3 dimetil - ciclopentano (12,22%), onde os componentes químicos tetracontano e nonadecano encontrados exerceram efeito alelopático sobre plantas de alface.

A pulverização com extrato de repolho nas concentrações 50% e 100% proporcionaram redução no tamanho das folhas de alface, sugerindo um efeito alelopático, sendo a concentração 100% mais eficiente na redução do crescimento das plantas, já estas proporcionaram uma menor altura e menor peso de matéria fresca da parte aérea. Porém, ressalta-se que mesmo o extrato aquoso de repolho mais concentrado não apresentou o poder de exterminar por completo as plantas de alface.

Dessa forma, recomenda-se que antes de validar e recomendar os extratos de repolho aos agricultores que cultivam de forma orgânica ou em fase de transição, novos experimentos de pesquisa sejam realizados, testando-se concentrações mais elevadas para obter o poder herbicida.

REFERÊNCIAS

AMARANTE JÚNIOR, O. P.; SANTOS, T. C. R.; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M. L. Métodos de extração e determinação do herbicida glyphosate: breve revisão. **Química Nova**, São Paulo, v.25, n.3, p. 420-428, 2002.

BENTO, C. S. O. **Composição química atividades antioxidante e alelopática da caroba do campo (*Jacaranda caroba* (Vell.) A. D.C - Bignoanceae)**. 2013. 108 p. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013.

BLANCO, O. H. N. **Herbicida natural, uma dica? E sua receita**. 2015. Disponível em: <http://oextensionista.blogspot.com.br/2012/02/herbicida-natural-uma-dica-e-sua.html>. Acesso em 29 julho 2018.

DE CONTI, D.; FRANCO, E. T. H. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Cassia sylvestris* SW na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.17, n.2-4, p.193-203, 2011.

HOFFMANN, C. E. F.; NEVES, L.A.S.; BASTOS, C.F.; WALLAU, G.L. Atividade alelopática de *Nerium oleander* L. e *Dieffenbachia picta* Schott em sementes de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.6, n.1, p.11-21, 2007.

KOMAI, K.; TANG, C. S.; NISHIMOTO, R.K. Chemotypes of *Cyperus rotundus* in Pacific Rim and inhibitory of their essential oils. **Journal Chemical Ecology**, New York, 17(1): 1-11.1991.

LOVATTO, P. B. **As plantas bioativas como estratégia à transição agroecológica na agricultura familiar: análise sobre a utilização empírica e experimental de extratos botânicos no manejo de afídeos em hortaliças**. 2012. 392f. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar) – Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Pelotas, RS. 2012.

MAHMOUD, T. S. **Estudo fitoquímico e atividades biológicas de *Gomphrena elegans* Mart. (Amaranthaceae)**. 2010. 246 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química de Araraquara, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/105817>. Acesso em: 15 de julho de 2019.

MALHEIROS, A.; PERES, M. T. L. P. **Alelopatia:** Interações químicas entre espécies. In: YNES, R. A., CALIXTO, J. B. Plantas medicinais sob a ótica da química medicinal moderna. Chapecó: Argos. p. 503-523. 2001.

MATTOS, M. L. T.; PERALBA, M. C. R.; DIAS, S. L. P. PRATA, F.; CAMARGO, L. Monitoramento ambiental do glyphosate e do seu metabólito (ácido amino metilfosfônico) na água de lavoura de arroz irrigado. Pesticidas: **Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v.12, n. 1, p.145-154, 2002.

MELO R. A. C.; MADEIRA, N. R.; PEIXOTO, J. R. Cultivo de brócolos de inflorescência única no verão em plantio direto. **Horticultura Brasileira** 28:23-28, 2010.

OHLROGGE, J.; BROWSE, J. Lipid Biosynthesis. **The Plant Cell**, vol. 7, p.957-970, 1995.

PERIOTTO, F. et al. Efeito alelopático de *Andirahumilis* Mart. Ex Benthna germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasílica**, v.18, n.3, p.425-30, 2004.

PUTMAN, A. R. Weed allelopathy. In: DUKE, S. O. (Ed.) **Weed Physiology**. Boca Raton, CRC, 1987, v.1: Reproduction and ecophysiology.

REIGOSA, M.J.; SÁNCHEZ-MOREIRAS, A.; GONZÁLEZ, L. 1999. Ecophysiological approach in allelopathy. **Critical Reviews in Plant Sciences** 18 (5): 577-608.

REZENDE, G. J. C.; YAMASHITA, O. M.; BATISTÃO, A. C.; ROCHA, V. F.; GERVAZIO, W. Uso de extrato aquoso de repolho como herbicida natural. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 9, n. 2, p. 125-136, 2016.

SCHÄFFER, N. O. **Os Alemães no Rio Grande do Sul:** dos números iniciais aos censos demográficos. In: Os Alemães no Sul do Brasil. Canoas: Editora da ULBRA,2004.

SOARES, G. L. G. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (cv. Grand Rapids) por extratos aquosos de cinco espécies de Gleicheniaceae. **Floresta e Ambiente**, v.7, n.1, p.190-197, 2000.

TORRES, P.X.E. **Actividad alelopática del extracto em cloroformo de *Henriettella trachyphylla*, en acetato de etilo de *Miconia coronata* (Melastomataceae), y lábio transformación de (R) - carvona por *Aspergillus* spp.** Universidad Tecnológica de Pereira, 2012.

SOBRE OS ORGANIZADORES

LUANA DA SILVA CADORE



Engenheira Agrônoma formada pela Universidade Federal do Pampa (UNI-PAMPA- Campus Itaqui). Licenciada pelo Programa Especial de Graduação para Educação Profissional, pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestre em Agrobiologia pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Atualmente, doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas (MPVP) da UFSM.

THAÍSE DA SILVA TONETTO



Engenheira Florestal, Economista e Licenciada pelo Programa de Formação de Professores para a Educação Profissional e Tecnológica, Mestre e Doutora em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Com pesquisas voltadas a Silvicultura, com ênfase em produção de sementes e mudas florestais, educação ambiental, melhoramento e propagação vegetativa de plantas. Atualmente, pós-doutoranda em Engenharia Florestal no Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas (MPVP) da UFSM.

RODRIGO DE MORAIS BORGES



Engenheiro Agrônomo pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro e Mestre em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria. Com pesquisas voltadas ao manejo de culturas irrigadas, nutrição de plantas e fitotecnia.

SOBRE AS AUTORAS E AUTORES

Cristiano Cunha Costa

Engenheiro Florestal; Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Sergipe. E-mail: cristianocunha1982@hotmail.com.

Caetano Miguel Lemos Serrote

Engenheiro Florestal, Docente na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Lúrio (Moçambique), Doutorando em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: serrotec@yahoo.com.br

Charlene Moro Stefanel

Engenheira Florestal, Doutora em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

E-mail: chastefanel@gmail.com0

Cledinara da Rosa Muniz

bolsista de IC e aluna de graduação no curso de Bacharelado em Agronomia pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, unidade Santana do Livramento. E-mail: cledinara-silva@uergs.edu.br

Everton Joel Behrenz

Formado em Bacharelado em Agronomia (UERGS 2021).

Fabricio Maidane Peres

bolsista de IC e aluno de graduação no curso de Bacharelado em Agronomia pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, unidade Santana do Livramento. E-mail: fabricio-peres@uergs.edu.br

Geraldo José Rodrigues

Engenheiro agrônomo, Mestre em Zootecnia e Doutor em Engenharia Agrícola, docente no Instituto Federal do Rio Grande do Sul Campus Vacaria.

E-mail: geraldo.rodrigues@ifsc.edu.br

Joice Gasparin

Engenheira agrônoma (UPF, 2020). E-mail: joicegasparin@hotmail.com

Jocélia Rosa da Silva

Engenheira agrônoma; Mestre e Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFSM. E-mail: joceliarosa.s@gmail.com

Lia Rejane Silveira Reiniger

Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes, Professora Titular da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).
E-mail: liarsr@ufsm.br

Mateus Possebon Bortoluzzi

Engenheiro agrônomo, Mestre e Doutor em Agronomia, docente na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (UPF).
E-mail: mateusbortoluzzi@upf.br

Simone Braga Terra

Simone Braga Terra: Engenheira Agrônoma, Mestrado e Doutorado em Agronomia (UFPel), docente da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, unidade Santana do Livramento. E-mail:simone-terra@uergs.edu.br

Vanessa Raquel Brumelhaus

Vanessa Raquel Brumelhaus formada em Tecnólogo em Gestão Pública (UNOPAR-2019), Pós graduação em Gestão Pública e Gestão Ambiental (FAVENI 2019) e Graduação em Licenciatura em Geografia (UFSM-2020).

SINOPSE

Convidamos a conhecer o e-book **Ciências Agrárias: inovações, produção e pesquisa**, com ênfase em plantas alimentares não convencionais, adubação nitrogenada no cultivo do milho, estabelecimento in vitro de *Eugenia involucrata*, tubetes biodegradáveis na produção de mudas de espécies florestais, manejo de cultivares de alface em túneis baixos e controle de plantas espontâneas no cultivo de alface.



www.arcoeditores.com



contato@arcoeditores.com



[@arcoeditores](https://www.facebook.com/arcoeditores)



[/arcoeditores](https://www.instagram.com/arcoeditores)



[\(55\)99723-4952](https://wa.me/55997234952)

ISBN: 978-65-89949-19-0

BR



9 786589 949190

ARCO
EDITORES