



**INSTITUTO FEDERAL GOIANO, CAMPUS URUTAÍ - GO
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Allium cepa* EXPOSTAS A MIX DE
CONTAMINANTES EM CONCENTRAÇÕES AMBIENTAIS RELEVANTES**

**ALUNO: MAIKE OLIVEIRA BAIA
ORIENTADORA: ÉRICA FERNANDES LEÃO ARAÚJO
CO-ORIENTADOR: IVANDILSON PESSOA PINTO DE MENEZES**

**Urutaí, GO
2020**

MAIKE OLIVEIRA BAIA

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Allium cepa* EXPOSTAS A MIX DE CONTAMINANTES EM CONCENTRAÇÕES AMBIENTAIS RELEVANTES

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí como parte dos requisitos para conclusão do curso de graduação em Ciências Biológicas sob orientação da Profa. Dra. Érica Fernandes Leão Araújo

**Urutaí, GO
2020**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

BM218a Baía, Maíke
Análise dos efeitos na qualidade fisiológica de sementes de Allium cepa exposta a mix de contaminantes em concentrações ambientais relevantes / Maíke Baía; orientadora Érica Leão; co-orientador Ivandilson Menezes. -- Urutaí, 2021.
20 p.

TCC (Graduação em Licenciatura em Ciências biológicas) -- Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2021.

1. genotoxicidade. 2. anormalidades. 3. contaminantes. 4. germinação. 5. desenvolvimento radicular. I. Leão, Érica , orient. II. Menezes, Ivandilson, co-orient. III. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Maíke Oliveira Baía

Matrícula: 201710122053

Título do Trabalho: Qualidade fisiológica de sementes de Allium cepa exposta a mix de contaminantes em concentrações ambientais relevantes

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 24/05/2021

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

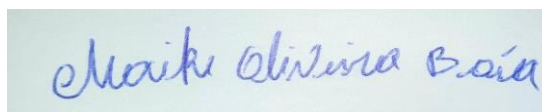
O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

____Urutai____, 24/05/2021____.
Local Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Erica J. Kato Araújo

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Formulário 300/2021 - DE-UR/CMPURT/IFGOIANO

Anexo IV

ATA DE APRESENTAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO

Às 9 horas do dia 31 de março de 2021, reuniram-se

() Presencialmente na sala nº ____ do Prédio
____ do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Goiano - Campus Urutaí
 Por vídeo conferência

a Banca Examinadora do Trabalho de Curso intitulado **“QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE Allium cepa EXPOSTAS A MIX DE CONTAMINANTES EM CONCENTRAÇÕES AMBIENTAIS RELEVANTES”**

composta pelos professores

1 Érica Fernandes Leão Araújo

2 Leandro Carvalho Ribeiro

3 Marcus Vinícius Vieitas Ramos

para a sessão de defesa pública do citado trabalho, requisito parcial para a obtenção do Grau de **Licenciado em Ciências Biológicas**. O Presidente da Banca Examinadora, Profa Érica Fernandes Leão Araújo, passou a palavra ao licenciando **Maíke Oliveira Baia** para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos membros da Banca Examinadora e respectiva defesa do licenciando. Logo após, a Banca Examinadora se reuniu, sem a presença do(a) licenciado(a) e do público, para expedição do resultado final. A Banca Examinadora considerou que o(a) discente foi

APROVADO / () **NÃO APROVADO** por unanimidade, tendo sido atribuído a nota (9,0) ao seu trabalho. O resultado foi então comunicado publicamente ao(a) licenciando(a) pelo Presidente da Banca Examinadora. Nada mais havendo a tratar, o Presidente da Banca Examinadora deu por encerrada a defesa.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora	Notas
1. Érica Fernandes Leão Araújo	8,7
2. Leandro Carvalho Ribeiro	9,3
3. Marcus Vinícius Vieitas Ramos	8,9
Média final:	9,0

Urutaí-GO, 31 de Março de 2021

Documento assinado eletronicamente por:

- **Leandro Carvalho Ribeiro, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 31/03/2021 15:07:14.
- **Marcus Vinicius Vieitas Ramos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 31/03/2021 12:24:59.
- **Érica Fernandes Leao Araujo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 31/03/2021 12:22:46.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 31/03/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 254830

Código de Autenticação: c672b3254d



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, Zona Rural, None, URUTAI / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, por Seu imenso amor pela força e perseverança que tem me dado todos os dias para vencer os obstáculos.

A minha família por tornar as batalhas e conquistas mais significativas. Marcos Baía, Estelita de Fátima e Marcela Oliveira.

Ao Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, e aos professores pela contribuição em minha formação profissional.

A minha orientadora Professora Dra. Érica Fernandes Leão Araújo por sua paciência, generosidade, experiência e conhecimento que me foram passados.

Agradecimento especial a Ivandilson Pessoa Pinto de Menezes pelo suporte técnico, científico e participação fundamental na elaboração desta dissertação.

Aos colegas do laboratório e de trabalho, Lohana e Elías que sempre estiveram dispostos a me ajudar na realização de todas as fases do meu trabalho.

A minha amiga Leticia Souza, que sempre esteve ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período em que me dediquei a este trabalho.

Lista de ilustrações

Figura 1. Germinação de sementes de *Allium cepa* após 12 dias da semeadura submetidas a 25% **(a)**, 50% **(b)**, 100% do *mix* de contaminantes **(c)**, Ciclofosfamida **(d)** e água destilada **(e)**.....6

Lista de tabelas

Tabela 1. Descrição e concentração dos contaminantes utilizados na mistura (1x).....5

Tabela 2. Germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e comprimento de plântulas de *Allium cepa* submetidas a níveis de contaminantes.....7

Sumário

1. Introdução	2
2. Materiais e Métodos	4
2.1. Local de estudo	4
2.2. Material de estudo	4
2.3. Procedimento experimental	4
2.4. Análises estatísticas	6
3. Resultados	6
4. Discussão	8
5. Conclusão	9
6. Referências	9

Qualidade fisiológica de sementes de *Allium cepa* exposta a *mix* de contaminantes em concentrações ambientais relevantes

Resumo

O uso de *Allium cepa* para identificação do potencial de contaminantes já é realizado para estudos em diversas regiões com inúmeras formas de poluição. A utilização de defensivos agrícolas, fármacos, resíduos industriais, dentre outros formam um *mix* de contaminantes de efeito ainda pouco conhecido no ambiente. Assim, objetivou-se com a pesquisa, determinar se a exposição das sementes a água contendo *mix* de contaminantes em concentrações ambientais preditivas causa danos fisiológicos na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *Allium cepa*. O estudo foi realizado com cinco tratamentos para umedecimento do substrato sendo eles: água destilada (controle), reagente citotóxico (ciclofosfamida, 10 mg/mL); e três concentrações de um *mix* de 15 contaminantes (Grupo *Mix* 1x – 100%, Grupo *Mix* ½ x- diluição de 50% da mistura e Grupo *Mix* ¼ x- diluição será de 25% da mistura). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 de sementes de *A. cepa*. Foram avaliados germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e comprimento de raiz de plântulas. A exposição das sementes a água contendo um *mix* de contaminantes em concentrações ambientais preditivas causa danos fisiológicos na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *A. cepa*.

Palavras chave: genotoxicidade, anormalidades, contaminantes, germinação, desenvolvimento radicular.

1. Introdução

Atualmente é alta a demanda pelo manejo de resíduos agroindustriais, a fim de evitar a contaminação do meio ambiente. As substâncias produzidas por indústrias de forma geral, e a aplicação de defensivos pela agropecuária podem colocar em risco a fauna e a flora, além da própria saúde humana (Barganska & Namiesnik, 2010; Mesnage et al., 2015; Van Bruggen et al., 2018).

A toxidez de inúmeras substâncias químicas de resíduos industriais e atividades agrícolas vem sendo alertado e registrado na literatura nos últimos anos com efeitos relacionados principalmente com distúrbios fisiológicos e neurológicos, como compostos de indústria de cortume, fungicidas e herbicidas (Estrela et al., 2017; Mendes, Sousa, & Reis, 2017; Mesnage et al., 2015).

Além destas substâncias também é possível encontrar resíduos de fármacos, hormônios sintéticos, dentre outros. Essa quantidade e tipos de contaminantes formam um *mix* de contaminantes que pouco se conhece sobre seus efeitos na natureza, principalmente quando estão atuando mutualmente. Em estudo realizado por Souza (2018) trabalhando com sete grupos de contaminantes de origem farmacêutica, hidrocarboneto, resíduo agroindustrial, hormônio sintético, fertilizante, pesticida e surfactante, demonstrou que este *mix* de contaminantes em concentrações ambientais relevantes e mesmo em curto prazo causou distúrbios fisiológicos e neurológicos em mamíferos.

Para o monitoramento ambiental é essencial estudar os efeitos deste *mix* de contaminantes para diagnosticar se determinados impactos ambientais estão ocorrendo. Além disso é importante a simulação dos estudos em diferentes cenários de contaminação, a fim de mensurar os efeitos reais em um ambiente (Rosa et al., 2015). Os efeitos dos contaminantes sobre as plantas, podem ser observados em diferentes níveis, sendo que a maioria dessas reações

pode ser utilizada como critérios para auxiliar na avaliação das alterações ambientais em estudos de monitoramento ambiental (Souza & Fontanetti, 2006; Rosa et al., 2015)

Algumas plantas podem ser utilizadas em bioensaios para avaliar os efeitos dos diversos produtos contaminantes, por serem considerados mais sensíveis e mais simples, quando comparados aos que utilizam animais (Fernandes, Mazzeo, & Marin-Morales, 2007). Dentre estes bioensaios podemos destacar ensaios de anormalidades cromossômicas, testes citogenéticos, germinação de sementes e análise de crescimento (Rank et al., 2002).

No caso de germinação de sementes, estas são mais tolerantes à condições de estresse e são altamente influenciadas pelo ambiente, podendo fornecer subsídios para entender sua condição (Caritá & Marin-Morales, 2008). Um exemplo de espécies superiores é *Allium cepa*, esta espécie é utilizada como modelo para análise citotóxica e genotóxica, sendo úteis para estudos de monitoramento ambiental. Esta espécie é comumente utilizada para avaliar os efeitos de diversos produtos xenobióticos, é simples e com um baixo custo econômico. A espécie modelo é reconhecida e validada em no âmbito do United Nations Environment Program (UNEP), World Health Organization (WHO) e US Environmental Protection Agency (US EPA).

Ensaios com *Allium cepa* são realizados visando um menor tempo para obtenção de respostas, mas com alta reprodutividade (Romero & Cantú, 2008). Apesar de serem utilizados comumente os bulbos desta espécie, principalmente na avaliação genotóxica e teste de toxicidade de efluentes, ensaios com sementes são também indicados para a análise de compostos puros ou misturas compostas em água (Leles, 2017)

Assim, objetivou-se com a pesquisa determinar se a exposição das sementes a água contendo *mix* de contaminantes em concentrações ambientais preditivas causa danos fisiológicos na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *Allium cepa*.

2. Material e Métodos

2.1. Local de estudo

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes – Semear, do Instituto Federal Goiano, Campus de Urutaí.

2.2 Material de estudo

A pesquisa foi conduzida com sementes de cebola (*Allium cepa*) da cultivar Crioula, colhidas na safra 2020, com pureza inicial de 99% e teor de água de 5%.

2.3. Procedimento experimental

A pesquisa foi conduzida em delineamento inteiramente casualizado, para avaliação da toxicidade dos contaminantes nas sementes de cebola. O estudo foi realizado com cinco tratamentos para umedecimento do substrato sendo eles: água destilada (controle), reagente citotóxico (ciclofosfamida, 10 mg/mL); e três concentrações de um *mix* de 15 contaminantes representantes da classe de resíduos farmacêuticos; hidrocarboneto; de resíduos agroindustriais; de hormônio sintético; de fertilizantes agrícolas, pesticidas e de resíduos surfactantes, em concentrações encontradas em águas superficiais conforme utilizado por Souza (2018), sendo eles: Grupo *Mix* 1x (Tabela 1); Grupo *Mix* ½x – representado pela diluição de 50% da mistura de contaminantes definida no grupo *Mix* 1x, e Grupo *Mix* ¼x, no qual a diluição será de 25% da concentração do grupo *Mix* 1x, foi utilizado volume de solução de 2,5 vezes a massa seca do papel utilizado para os testes de qualidade fisiológica.

Os papéis foram autoclavados e umedecidos com os tratamentos e a testemunha antes da semeadura. A semeadura foi conduzida utilizando duas folhas de papel tipo mata borrão foram acondicionadas dentro de caixas de plástico transparente (11,0 x 11,0 x 3,5 cm) com tampa e semeadas quatro repetições de 50 sementes sobre o papel umedecido.

Tabela 1. Descrição e concentração dos contaminantes utilizados na mistura (1x).

Contaminantes	Concentração ambientalmente encontrada (1x)	Referência para concentração
Amoxicilina	0,0045 $\mu\text{g.L}^{-1}$	Sodré et al. (2010)
Ácido acetilsalicílico	0,34 $\mu\text{g.L}^{-1}$	Ternes (1998)
Diclofenaco sódico	1,8 $\mu\text{g.L}^{-1}$	Hoeger et al. (2005)
Ibuprofeno	2,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$	Flippin et al. (2007)
Fluoxetina	0,030 $\mu\text{g.L}^{-1}$	Perreault et al. (2003)
Clonazepan	0,053 $\mu\text{g.L}^{-1}$	Ternes et al. (2001)
Dipirona monoidratada	5 $\mu\text{g.L}^{-1}$	Pamplona et al. (2011)
Ranitidina	10 ng.L^{-1}	Boxall (2004)
Benzeno	0,005 mg/L	Ministério da Saúde (2004)
Efluente de curtume	1%	Rabelo et al. (2016)
Ciprionato de Estradiol	2,6 $\mu\text{g.L}^{-1}$	Jardim et al. (2006)
Nitrogênio	2,4 mg.L^{-1}	Xu et al. (2014)
Glifosato	0,70 mg.L^{-1}	Peruzzo et al. (2008)
Abamectina	0,004 mg.L^{-1}	Vasconcelos et al. (2016)
Detergente	740 $\mu\text{g.L}^{-1}$	Mortatti et al., (2012)

Germinação e primeira contagem: as sementes de cebola foram expostas à baixas temperaturas (entre 5 e 10 °C) por sete dias pra superação da dormência (Brasil, 2009). Após isso o teste de germinação foi conduzido em câmara de germinação regulada a temperatura de 15 °C e fotoperíodo de 12 horas. Foi avaliada a primeira contagem de germinação no sexto dia após a semeadura computando-se a porcentagem de plântulas normais. A contagem final das plântulas normais foi realizada no 12º dia após a semeadura e os dados foram expressos em porcentagem (Brasil, 2009).

Índice de velocidade de germinação: realizado conjuntamente com o teste de germinação computando-se diariamente as plântulas normais até o 12º dia após a semeadura e aplicado a fórmula proposta por Maguire (1962).

Comprimento de plântula: realizado ao final do teste de germinação, medindo parte aérea e sistema radicular de 20 plântulas normais de cada repetição, com auxílio de um paquímetro digital e os resultados foram expressos em cm.plântula^{-1} .

2.4. Análises estatísticas

Os resíduos dos dados de germinação e desenvolvimento inicial foram testados quanto a normalidade e homocedasticidade. Quando atendidos os pressupostos foi realizada análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. Resultados

Houve uma redução de 75% na germinação de sementes de cebola quando as sementes estiveram em contato com 100% do *mix* de contaminantes, enquanto para os demais tratamentos não foi observada diferença em relação a testemunha (Tabela 2).

Tabela 2. Germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e comprimento de plântulas de *Allium cepa* submetidas a diferentes níveis de contaminantes.

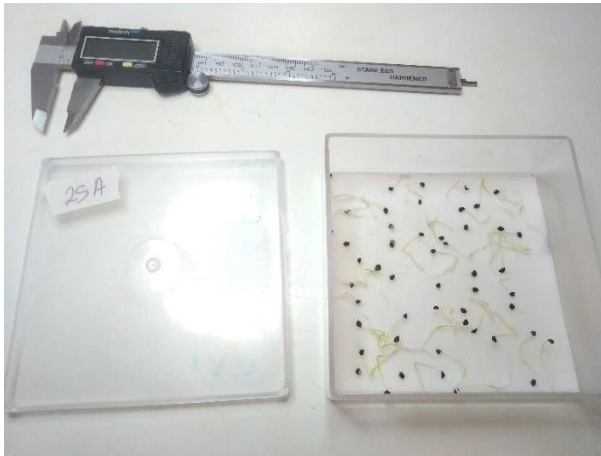
Tratamentos	Germinação (%)	Primeira contagem (%)	Índice de velocidade de germinação	Comprimento de plântula (cm)
Ciclofosfamida	80 a	64 a	13,6 a	5,09 a
Água	79 a	66 a	13,6 a	3,98 b
Mix 25%	77 a	65 a	13,1 ab	2,52 c
Mix 50%	69 a	44 b	11,1 b	1,37 d
Mix 100%	20 b	11 c	3,2 c	1,13 d
Quadrado médio	2637,30**	2234,00**	79,74**	11,52**
CV (%)	7,88	12,13	9,34	8,42

**significativo ao nível de 1% de probabilidade conforme o teste F. Na coluna, médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

A velocidade de germinação foi afetada significativamente com a aplicação a partir de 50% do *mix* de contaminantes no substrato, caracterizado pelas variáveis de primeira contagem e índice de velocidade de germinação.

A variável mais afetada foi o comprimento de plântulas, que apresentou redução do tamanho a partir da utilização de 25% do *mix* de contaminantes, com redução gradual do tamanho das plântulas conforme aumento da concentração (Figura 1). Foi observado que o tratamento com ciclofosfamida possibilitou a formação de plântulas com sistema radicular superior em relação a testemunha.

a)



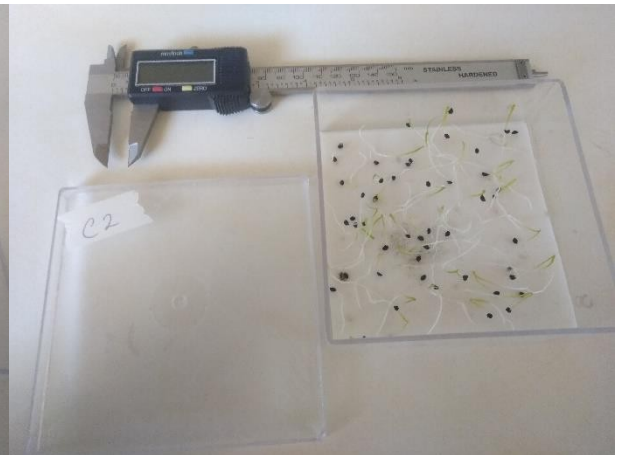
b)



c)



d)



e)



Figura 1. Germinação de sementes de *Allium cepa* após 12 dias da semente submetidas a 25% (a), 50% (b), 100% do mix de contaminantes (c), Ciclofosfamida (d) e água destilada (e).

4. Discussão

O teste de citotoxicidade conduzido com a germinação de sementes e crescimento de raiz de plântulas de *Allium cepa* é um indicativo do potencial contaminante dos produtos lançados no ambiente, entretanto o dano ou efeito causado depende da concentração destes componentes. Isso pode ser explicado pois, sabe-se que a deterioração das sementes pode ocorrer desde a maturidade fisiológica até no momento pós sementeira e ela depende principalmente das características do genótipo e das condições do ambiente (Marcos-Filho, 2015).

As concentrações críticas dos contaminantes variaram de acordo com o parâmetro analisado, sendo ele germinação, velocidade de germinação e comprimento de plântulas, evidenciando que o crescimento total das plântulas e a velocidade de ocorrência deste processo é mais afetado pela concentração de contaminantes do que a capacidade de formação de uma plântula normal (germinação). O efeito dependente do parâmetro analisado pode ser explicado pelo fato de que existe uma sequência de eventos do processo de deterioração que é contínuo, inevitável e irreversível (Marcos-Filho, 2015), sequência esta que, de acordo com Delouche e Baskin (1973) inicia com a degeneração das membranas, evolui para a redução da velocidade de germinação e da taxa de crescimento e culmina com a perda do poder germinativo.

No ambiente isto pode ser refletir na maior capacidade das plantas iniciarem seu desenvolvimento, porém não completarem, de forma rápida e uniforme, devido à absorção de agentes contaminantes. A germinação de sementes ocorre apenas na presença de umidade, em três fases, sendo elas, embebição da semente na presença de água, transporte de substâncias de reservas e protusão da radícula (Marcos Filho, 2015). Assim espera-se que a qualidade desta água embebida afete a eficiência da embebição e dos eventos metabólicos subsequentes.

A germinação dentro de um processo de deterioração é o último estágio a ser afetado, uma vez que está relacionado a viabilidade da semente, ou seja, o vigor pode ser afetado, mas

mesmo em condições adversas, havendo a presença de umidade, temperatura e luz a germinação pode ocorrer (Carvalho e Nakagawa, 2012).

A formação da plântula ocorrerá apenas na presença de água, assim possivelmente o potencial hídrico pode ter diminuído com a presença dos sais dos agentes contaminantes, uma vez que a salinidade pode levar a soluções a potenciais hídricos muito negativos que, especialmente no início da embebição, influenciam a absorção de água, podendo inviabilizar a sequência dos eventos relacionados ao processo germinativo das sementes (Bansal, Bhati & Sen, 1980), ou afetá-los de forma a prejudicar a velocidade ou a eficiência deste processo, especialmente quando a altas concentrações como no caso do *mix* a 100%. Isso foi observado em sementes de alface (Franco et al., 2017; Thode Filho et al., 2019).

Entretanto, quando as sementes são expostas a condições que ainda há água livre no sistema, o processo germinativo pode ocorrer sem afetar a porcentagem final. Este mesmo comportamento foi observado por Rosa et al. (2015), que ao avaliarem a exposição de sementes de *A. cepa* aos efluentes bruto e tratado, nas concentrações 25%, 50%, 75% e 100%, identificaram que a germinação foi pouco influenciada pelas concentrações do poluente.

Pela análise do comprimento das plântulas (Figura 1) foi possível verificar o menor crescimento quando expostas aos contaminantes, em relação a testemunha e a ciclofosfamida confirmando a posição de Alvin et al. (2011) que relataram que mudança nas condições ambientais, associadas a poluição, podem causar redução do crescimento radicular. A ciclofosfamida é um agente que intensifica a divisão celular em plantas, e acelera o número de mutações das células (Akinboro et al., 2011). Neste caso, esta substância foi utilizada a fim de verificar a comparação com possíveis mutações das plantas quando expostas aos agentes contaminantes. Entretanto o efeito observado foi apenas o maior crescimento radicular, atribuído ao potencial de mitose da substância (Akinboro et al., 2011).

Essa redução do comprimento a partir das menores concentrações de contaminantes pode estar relacionada a dificuldade de absorção de água pela semente, uma vez que apesar de ter havido a protrusão da radícula, pela umidade do meio, não houve condições hídricas necessárias para a ativação de enzimas e transporte de reservas para o desenvolvimento completo da plântula. Este cenário deve ter ocorrido devido à presença principalmente de sais que compõem os contaminantes, causando uma tensão osmótica provocado pela diminuição do potencial de água no meio e, por conseguinte, pela restrição de absorção de água pelas raízes e transporte de reservas (Thode Filho et al., 2020).

Esta condição, além de causar toxidez, quando se acumulam nos tecidos vegetais, pode acarretar mudanças na capacidade da planta em absorver, transportar e utilizar os íons essenciais ao seu crescimento (Lacerda et al. 2004). Thode Filho et al. (2019), comenta que a inserção de contaminantes no substrato para a germinação de sementes tem efeito deletério sobre as características morfológicas da plântula a ser formada. Portanto, que a redução do desenvolvimento vegetativo provocado pela presença dos contaminantes, pode comprometer seriamente o desenvolvimento vegetativo desta planta ou de outras espécies vegetais em condições de campo.

A velocidade de germinação foi afetada a partir de 50% da concentração do *mix* de contaminantes. Ferreira & Borghetti (2004) explicam que em muitas vezes o efeito tóxico das substâncias não é sobre a germinação, mas sobre a velocidade de germinação ou outro parâmetro do processo, como exemplo o comprimento. Resultados similares foram encontrados por Cuchiara, Borges, & Bobrowski (2012) ao testarem sementes de alface e cebola como bioindicadores de qualidade da água de acordo com as estações do ano e por Moraes et al. (2002) ao estudarem o efeito de contaminantes na germinação e no vigor de sementes de arroz.

Os testes que avaliam a velocidade de germinação, como a primeira contagem e índice de velocidade de germinação foram menos sensíveis aos efeitos de substâncias químicas que o

crescimento da plântula. Segundo Rodrigues, Rodrigues & Reis (1992), diferentes compostos químicos agem diretamente na velocidade de emissão das estruturas das plântulas, pois interferem na divisão celular, na permeabilidade das membranas e na ativação de enzimas. Cuchiara, Borges, & Bobrowski (2012), atribuem esta redução da velocidade e do crescimento a interferência na divisão celular, observada em aberrações cromossômicas observadas em células meristemáticas radiculares de cebola, submetidas a tratamento com água contaminada com contaminantes.

Moraes et al. (2002) em estudos com sementes de arroz submetidas a cloreto de amônio (NH_4Cl) observaram ainda que contaminantes como este podem ter afetado negativamente a composição e manutenção das membranas celulares durante a exposição as substâncias, permitindo a lixiviação de sais minerais, açúcares, proteínas e outros componentes da semente levando ao processo de deterioração e perda do vigor. Rodrigues et al. (2013) ainda verificaram que essa diminuição de comprimento e de velocidade pode estar relacionada a redução da capacidade de conversão destas reservas na presença dos poluentes. Pois, o aumento da salinidade, fator presente no *mix* de contaminantes, pode prejudicar a permeabilidade aos íons de sódio e potássio, por exemplo, que são fatores importantes no ganho de biomassa e seu influxo por meio de vias metabólicas.

5. Conclusão

A exposição das sementes a água contendo um *mix* de contaminantes em concentrações ambientais preditivas causa danos fisiológicos na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *A. cepa*.

6. Referências

Akinboro A., Mohamed K. B., Asmawi M. Z., Sulaiman S. F., & Sofiman O. A. (2011). Antioxidants in aqueous extract of *Myristica fragrans* (Houtt.) suppress mitosis and

cyclophosphamide-induced chromosomal aberrations in *Allium cepa* L. cells. *Journal of Zhejiang University Science B*, 12(11), 915-922.

Alvim, L. B., Kummrow, F., Beijo, L. A., de Andrade Lima, C. A., & Barbosa, S. (2011).

Avaliação da citogenotoxicidade de efluentes têxteis utilizando *Allium cepa* L. *Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 6(2), 255-265.

Bansal, R.P.; Bhati, P.R.; Sen, D.N. (1980). Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. *Biologia Plantarum*, 22(5), 327-331.

Bargańska, Ž., & Namieśnik, J. (2010). Pesticide analysis of bee and bee product samples. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 40(3), 159-171.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA, 2009. 399p.

Caritá, R., & Marin-Morales, M. A. (2008). Induction of chromosome aberrations in the *Allium cepa* test system caused by the exposure of seeds to industrial effluents contaminated with azo dyes. *Chemosphere*, 72(5), 722-725

Carvalho, N. M.; Nakagawa, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

Cuchiara, C. C., Borges, C. S., Bobrowski, V. L. (2012). Sensibilidade de sementes de hortaliças na avaliação da qualidade da água em bioensaios. *Biotemas*, 25(3), 19-27.

Delouche, J. C., Baskin, C. C. (1973). Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, 1(3), 427-452.

Estrela, F. N., Cardoso, L. S., Chagas, T. Q., da Silva, W. A. M., de Lima Rodrigues, A. S., & Malafaia, G. (2017). Resposta defensiva a potenciais predadores de camundongos Swiss expostos a água contendo resíduos de cigarro. *Multi-Science Journal (ISSN 2359-6902)*, 1(8), 8-8.

Fernandes, T. C., Mazzeo, D. E. C., & Marin-Morales, M. A. (2007). Mechanism of micronuclei formation in polyploidized cells of *Allium cepa* exposed to trifluralin herbicide. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 88(3), 252-259.

- Ferreira, A. G., & Borghetti, F. (2004). *Germinação: do básico ao aplicado* (p. 323). Porto Alegre: Artmed.
- Lacerda, C. D., Cambraia, J., Oliva, M. A., & Ruiz, H. A. (2004). Influência do cálcio sobre o crescimento e solutos em plântulas de sorgo estressadas com cloreto de sódio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28(2), 289-295.
- Leles, D. (2017). Avaliação ecotoxicológica de efluente têxtil com corante utilizando sementes de *Lactuca sativa* e *Allium cepa*. *Monografia*. Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Goiás. 45p.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination—Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor 1. *Crop science*, 2(2), 176-177.
- Marcos Filho, J. (2015). Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 659p.
- Mendes, I. C., de Sousa, D. M. G., & dos Reis Junior, F. B. (2017). Bioindicadores de qualidade de solo: dos laboratórios de pesquisa para o campo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 32(1/2), 191-209.
- Mesnage, R., Defarge, N., De Vendômois, J. S., & Seralini, G. E. (2015). Potential toxic effects of glyphosate and its commercial formulations below regulatory limits. *Food and Chemical Toxicology*, 84, 133-153.
- Moraes, D. M. D., Abreu, C. M., Melo, P. T. B. S., Lima, A. A., Rodrigues, R. R., & Duarte, G. L. (2002). Sensibilidade de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) submetidas a contaminantes químicos originários da atividade humana. *Revista Brasileira de Sementes*, 24(2), 38-42.
- Rank, J., Lopez, L. C., Nielsen, M. H., & Moretton, J. (2002). Genotoxicity of maleic hydrazide, acridine and DEHP in *Allium cepa* root cells performed by two different laboratories. *Hereditas*, 136(1), 13-18.
- Rodrigues, L. R. A., Rodrigues, T. J. D., Reis, R. A. *Alelopatia em plantas Forrageiras*. Jaboticabal: UNESP, 1992. 160 p.

- Rodrigues, L. C. D. A., Barbosa, S., Pazin, M., Maselli, B. D. S., Beijo, L. A., & Kummrow, F. (2013). Fitotoxicidade e citogenotoxicidade da água e sedimento de córrego urbano em bioensaio com *Lactuca sativa*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(10), 1099-1108.
- Romero, P. R., & Cantú, A. M. (Eds.). (2008). *Ensayos toxicológicos para la evaluación de sustancias químicas en agua y suelo: la experiencia en México*. Instituto Nacional de Ecología.
- Rosa, M., Breitenback, A., Somavilla, J. P., Scremin, F. F., dos Santos Salazar, R. F., & de Vasconcellos, N. J. S. (2015). Potencial citogenotóxico de efluente de indústria de bebidas não alcoólicas em cebola. *Disciplinarum Scientia Naturais e Tecnológicas*, 16(3), 459-466.
- Souza, J. M. D. (2018). Exposição à água contendo "mix" de contaminantes altera a resposta antipredatória de camundongos. Dissertação. Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado. Instituto Federal Goiano. 82p.
- Souza, T. S., & Fontanetti, C. S. (2006). Micronucleus test and observation of nuclear alterations in erythrocytes of Nile tilapia exposed to waters affected by refinery effluent. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 605(1-2), 87-93.
- Thode Filho, S., da Paixão, C. P. S., da Silveira Maranhão, F., & Franco, H. A. (2020). Avaliação do impacto do extrato solubilizado da borra de café sobre de germinação de sementes de alface. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science* 9 (1), 414-23.
- Thode Filho, S., da Paixão, C. P. S., da Silveira Maranhão, F., & Franco, H. A. (2019). Avaliação ecotoxicológica do extrato solubilizado de bagaço de cana-de-açúcar residual via germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). *Revista de Estudos Ambientais*, 21(1), 46-55.
- Franco, H. A., de Oliveira Martins, G. M., Mussel, Y. L., Moreno, S. C., Thode Filho, S., & da Costa Marques, M. R. (2017). Ecotoxicidade de lixiviado de aterro sanitário na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e pepino (*Cucumis sativus* L.). *Revista de Estudos Ambientais*, 19(1), 36-43.

Van Bruggen, A. H. C., He, M. M., Shin, K., Mai, V., Jeong, K. C., Finckh, M. R., & Morris Jr, J. G. (2018). Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. *Science of the Total Environment*, *616*, 255-268.