

Eixo Temático ET-03-009 - Meio Ambiente e Recursos Naturais

CORANTES NATURAIS DE APLICAÇÃO TÊXTIL - AVALIAÇÃO DA FITOTOXICIDADE DA ERVA MATE (*Ilex paraguariensis*)

Doralice de Souza Luro Balan

Centro de Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”. Faculdade de Tecnologia de Americana, SP. Curso Produção Têxtil - Têxtil e Moda. E-mail: doralice.balan@fatec.sp.gov.br.

RESUMO

As empresas têxteis demonstram preocupações de caráter ambiental, devido a seus processos industriais de produção. Uma atenção atual dos pesquisadores focaliza-se na investigação dos corantes naturais para convertê-los em uso de escala comercial. Dentre os corantes utilizados, especialmente na atividade de tingimento artesanal têxtil encontra-se a erva-mate. É objetivo deste trabalho avaliar a sua toxicidade empregando bioensaios com sementes. O corante foi obtido de folhas secas *in natura* de *Ilex paraguariensis* por extração aquosa. Os bioensaios de fitotoxicidade utilizaram sementes de alface (*Lactuca sativa*) avaliando sua germinação e crescimento. Os resultados obtidos evidenciaram que o corante da erva-mate foi tóxico e prejudicial a estas sementes. Na concentração do corante de 100% não houve germinação das sementes, a na concentração 50% ocorreu apenas 10% de germinação. Quanto ao crescimento da radícula, nenhum tratamento testado alcançou valores sequer próximos do grupo controle negativo (água destilada). Enquanto o valor médio de crescimento no controle foi 39,8mm, no tratamento com 25% de corante foi de 04mm e no tratamento de 12,5% foi 16mm. Os resultados indicaram efeito fitotóxico do corante para este organismo-alvo nas condições analisadas. Pode estar presente um efeito alelopático, associado a cafeína e flavonóides presentes no corante. Em decorrência dos resultados obtidos é imperativo que novos ensaios ecotoxicológicos de germinação e crescimento sejam realizados, envolvendo diferentes diluições do corante, acompanhamento diário dos bioensaios e avaliação com diversas espécies vegetais. Os “materiais verdes” são promessa de futuro, entretanto os estudos sobre seu impacto poluente são escassos e precisam ser ampliados.

Palavras-chave: Corantes Naturais; Toxicidade com sementes; erva-mate

INTRODUÇÃO

A utilização de corantes naturais é muito antiga e recua aos tempos primordiais da história humana. Estes compostos tem origem animal, vegetal ou mineral. São usados para fins culinários, farmacológicos, decoração de objetos, em pinturas e para o tingimento de fios, fibras e tecidos.

Nas atividades têxteis a predominância da aplicação de corantes sintéticos à partir de meados do século XIX, dificultou o desenvolvimento e adaptação do tingimento natural nas tecelagens contemporâneas. Nos últimos 100 anos cerca de 10.000 compostos coloridos foram produzidos em escala industrial, para os mais variados fins. Estima-se que hoje, mais de 2.000 tipos de corantes são disponíveis, especialmente para a indústria têxtil (GUARATINI; ZANONI, 2000).

Uma atenção atual dos pesquisadores esta focalizada na investigação dos corantes naturais para convertê-los no uso em escala comercial. Os “materiais verdes” são promessa de futuro, ainda assim, os estudos sobre seu impacto poluente são escassos e precisam ser ampliados (VIANA, 2012).

No Brasil o setor têxtil representa a única Cadeia Têxtil completa do Ocidente onde, somente no Brasil, se encontram desde a produção das fibras, como algodão e seda, fiação,

tecelagens, beneficiadoras, confecções com forte varejo, criação e desfiles de moda. Com aproximadamente 200 anos no país, gera 1,5 milhão de empregados diretos e 6,5 milhões de indiretos, neste macrocosmo 75% dos trabalhadores é mão de obra feminina (ABIT, 2017).

As empresas têxteis demonstram preocupações de caráter ambiental, devidas a seus processos industriais de produção. Nos últimos anos, a questão ambiental evoluiu como uma importante preocupação empresarial, na percepção de que o meio ambiente é seu valioso fornecedor, permeando toda a sua cadeia de suprimentos. Os mecanismos legais como normas, regulamentos técnicos e medidas, certificações, estudos de impactos, entre outros, transformaram-se em importantes instrumentos de desenvolvimento e configuraram-se como ferramentas de competitividade e de participação no cenário global (BERLIN, 2014).

Existe uma relação entre os poluentes químicos, o ambiente em que são liberados e a biota daquele ambiente. A ecotoxicologia consiste no estudo dos efeitos de substâncias químicas tóxicas em organismos biológicos, especialmente em populações, comunidade, ecossistema e biosfera. A ecotoxicologia é um campo multidisciplinar, que integra a toxicologia e ecologia. Dentre seus fundamentos realiza estudos qualitativos e quantitativos dos efeitos tóxicos dos poluentes nos ecossistemas e no homem (OTTOBONI, 1991).

Existindo ainda poucas pesquisas, motiva para que as substâncias como os corantes naturais, sejam bem estudadas, para que seus riscos potenciais possam ser definidos, e também medidas para minimizar seus impactos negativos no ambiente sejam tomadas. A toxicidade de um composto químico depende da exposição, da suscetibilidade do organismo, das características químicas do agente e de fatores ambientais. Há exposições agudas e também crônicas (AZEVEDO e CHASIN, 2003).

Carvalho e Pivoto (2011) apontam que na exposição aguda, os organismos entram em contato com o composto químico num evento único ou múltiplos que ocorrem em curto período de tempo, geralmente de horas a dias. Os efeitos são imediatos, embora seja possível a produção de efeitos retardados. Já na exposição crônica os organismos são expostos num longo período de tempo (semanas, meses ou anos), mas podem também induzir a efeitos rápidos e imediatos, somados aos efeitos que se desenvolvem lentamente.

A contaminação ambiental pode ser melhor compreendida quando se prevê os efeitos dos compostos químicos sobre os organismos vivos. Desse modo, os testes toxicológicos são bioensaios e podem determinar estes efeitos, tendo a vantagem de serem realizados em curto espaço de tempo, com custos praticáveis e estrutura laboratorial simples (MOREIRA-SANTOS et al., 2008).

Os critérios para a avaliação da toxicidade aguda e/ou crônica nos bioensaios são: mortalidade, imobilidade, alterações morfológicas e/ou fisiológicas, crescimento, capacidade reprodutiva, entre outros.

Nos testes ecotoxicológicos são utilizados microrganismos, vegetais e animais. Estes organismos-alvo são empregados para avaliar amostras ambientais, produtos químicos, fármacos, fertilizantes, resíduos, entre outras substâncias.

O corante natural é uma substância colorida extraída de folhas, frutos, raízes, caules por processos físico-químicos (dissolução, precipitação) ou bioquímicos (como a fermentação), deve ser solúvel no meio líquido onde é mergulhado o material a tingir (SERRANO; LOPES e SERUYA, 2006).

O uso de corantes a partir de café, canela, açaí, jabuticaba, urucum, abacate, jenipapo, romã e muitos outros vegetais, valoriza a característica artesanal, histórica e cultural destes produtos (FERREIRA, 2005).

Dentre os corantes utilizados, especialmente na atividade de tingimento artesanal têxtil encontra-se a erva-mate, que dependente do recipiente de extração e do mordente utilizado no tingimento, poderá apresentar coloração variando do verde musgo ao cinza chumbo. As clorofilas presentes tingem no espectro verde e os carotenóides do amarelo, laranja ao vermelho (FERREIRA, 1998).

A erva-mate, *Ilex paraguariensis*, foi classificada pelo naturalista francês Auguste de Saint-Hilare em 1822. É uma planta nativa da América da família das Aquafoliáceas, típica da

região subtropical da América do Sul encontrada no sul do Brasil, norte da Argentina, Paraguai e Uruguai. Seu uso teve início pelos indígenas sul americanos, sobretudo os guaranis, na forma de uma infusão das folhas e também, como corante para tingimento. O corante obtido de folhas e ramos, possui pigmentos de clorofilas e carotenóides, além de compostos como flavonóides, alcalóides (cafeína), taninos e saponinas. A erva-mate possui alta importância econômica no Brasil, sendo empregada para fins tintoriais, medicinais e alimentares. A clorofila é responsável pela coloração da erva-mate durante seu processamento e os carotenóides pelo seu aroma (DA CROCE, 2002; DAMASCENO; SILVA; FRANCISCO; 2010).

O Brasil, a Argentina e o Paraguai são produtores de erva-mate. O Brasil possui menos da metade da área plantada na Argentina, mas representou em 2014, 65% de toda a produção mundial, seguido da Argentina (25%) e Paraguai (10%). Em relação aos destinos, dados de 2012-2016 indicaram: Uruguai (85%); Chile (4,8%); Estados Unidos (2,7%) e Alemanha (2,5%) como principais mercados consumidores da erva-mate brasileira (FAOSTAT, 2017).

Respeitando as características dos solos brasileiros e evitando prejuízos ambientais gerados por uso de agrotóxicos e fertilizantes, o cultivo da erva-mate como planta nativa de uso comercial no Brasil, é excelente alternativa para pequenas propriedades rurais ou grandes extensões do agronegócio (MORAES et al., 2014).

OBJETIVO

É objetivo deste trabalho avaliar a toxicidade do corante natural erva-mate, do grupo clorofilas-carotenóides, através de bioensaios com sementes (fitotoxicidade). A fração obtida de folhas secas *in natura* de *Ilex paraguariensis* na extração aquosa, é um corante natural empregado no tingimento têxtil

METODOLOGIA

1) Corantes naturais - foi selecionado para estudo o corante da erva-mate do grupo clorofila-carotenóide, extraídos das folhas secas *in natura* de *Ilex paraguariensis*.

2) Processo de extração - na extração do corante a partir da matéria prima vegetal, utilizou-se 280 g (grama) da parte vegetal, colocada em recipiente de alumínio com 1 L de água (extrato aquoso), adicionando-se 10 g de amoníaco. Deixado por 12 h de maceração, em repouso e temperatura ambiente. A mistura foi então aquecida por 1 h, deixada esfriar e o corante em extrato aquoso foi separado da solução através de filtração simples, utilizando uma tela de nylon (FERREIRA, 2005).

3) Teste de toxicidade crônica em sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) - foram empregadas sementes com índice de germinação de 98% e pureza 100%. Os bioensaios foram realizados de acordo com o manual de métodos do National Water Reserch Institute (DUTKA, 1989). Foram testadas em placa de Petri 20 sementes, dispostas equidistantes, com 2 repetições e realizada a verificação da germinação e do crescimento da raiz (radículas), após cinco dias ou 120 h, mantidas no escuro a 28° C. O comprimento da radícula de cada plântula foi determinado e os resultados médios expressos em milímetros. Nas amostras-teste foram empregadas as concentrações de 100%, 50%, 25% e 12,5% do extrato aquoso do corante em água destilada, tratamentos A, B, C e D respectivamente. A quantidade de 4 mL de cada solução foi utilizada para embeber discos de papel de filtro colocados no interior de placas de Petri (100x150 mm). Para controle positivo de toxicidade foram utilizados 4 mL de NaCl (5g/L) e para o controle negativo, água destilada.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com duas repetições. Em caso de diferença significativa as médias foram comparadas por meio de teste de regressão não-linear.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos percentuais de germinação em função dos diferentes tratamentos, mostrou aumento de germinação das sementes conforme a diluição do corante aumentou, proporcionando menor concentração ou seja, menor dose da substância tintória (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem de germinação e crescimento médio da radícula de plântulas de alface (*Lactuca sativa L.*) em mm, após 05 dias, submetidas a diferentes concentrações do corante erva-mate.

Tratamento e concentração do corante	Germinação (%)	Comprimento (mm)
A 100 %	0	0
B 50%	10	2
C 25%	86	4
D 12,5%	94	16
Controle água destilada*	100%	39,8

*Controle negativo de toxicidade com água destilada; OBS: o controle positivo de toxicidade com NaCl (5g/L) causou inibição de germinação em 100% das sementes.

O grupo controle negativo apresentou 100% de germinação.

O bioensaio do tratamento A (extrato aquoso bruto) não apresentou germinação de sementes.

O tratamento B (diluição 50% do bruto) apresentou apenas 10% de germinação. Fica evidenciado que o organismo teste possui baixa tolerância ao corante nas concentrações 100% e 50%, respectivamente tratamentos A e B, inibindo a germinação.

No tratamento C houve germinação de 86% e no tratamento D 94% das sementes germinaram.

Evidencia-se que o organismo teste possui baixa tolerância ao corante nas concentrações 100% e 50%, respectivamente tratamentos A e B, inibindo a germinação.

No tratamento C houve germinação de 86% e no tratamento D 94% das sementes germinaram.

Um dos fatores que mais influencia na germinação de sementes é a água. Por meio de sua absorção ocorre a reidratação dos tecidos, intensificando respiração e demais atividades metabólicas (energia e nutrientes). A alta concentração de sais nos compostos prejudica a germinação dos vegetais (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Nas avaliações do crescimento da radícula, nenhum tratamento testado alcançou valores sequer próximos ao controle negativo.

Enquanto o valor médio de crescimento do controle foi 39,8mm, no tratamento C foi de 4 mm e no tratamento D foi 16mm (Tabela 1).

As poucas sementes germinadas no tratamento B, foram vigorosamente inibidas em seu crescimento atingindo apenas 02mm de tamanho.

Os resultados dos testes efetuados indicam que foi detectado efeito tóxico do corante nos tratamentos para o organismo alvo, destacadamente no crescimento após a germinação.

A germinação das sementes ocorreu em melhor padrão a partir dos tratamentos C e D, contudo o crescimento é fortemente inibido nas condições destes tratamentos.

Em conformidade com os resultados deste estudo, pode estar presente um efeito alelopático do corante erva-mate nos bioensaios com as sementes de alface.

A alelopatia consiste na influência química efetivada por uma planta inibindo ou estimulando a germinação ou crescimento de outras. O agente causal é um grupo de substâncias secretadas pela parte aérea ou subterrânea das plantas em desenvolvimento ou, liberadas pelo material vegetal em decomposição. A alelopatia é o efeito direto ou indireto de uma planta sobre outra, podendo ser o efeito positivo ou negativo. Os metabólitos secundários naturais, são

denominados aleloquímicos e estão presentes em diferentes tecidos das plantas (LORENZI, 1994).

Chou; Waller (1980) mostram a influencia alelopática de cafeína e flavonóides de *Coffea arábica* sobre sementes de alface, azevem e festuca. Seus estudos revelaram que os extratos de folhas reduziram de 40 a 100% a germinação e de 68 a 100% o crescimento radicular das espécies testadas.

A cafeína e flavonóides também são encontrados na erva-mate.

Desse modo, uma alelopatia pode estar correlacionada ao corante da erva-mate evidenciada neste presente estudo e, demonstrada pela fitotoxicidade do corante para a germinação e crescimento das sementes de alface.

Dentre as espécies comumente utilizadas em ensaios, como planta-teste ou receptoras, as quais são sensíveis e indicadoras de efeitos alelopáticos, destacam-se a alface, o tomate e o rabanete (MEDEIROS, 1989).

Estudos com extrato de leucena sobre plantas daninhas, descreve que em concentrações diretamente correlacionadas à concentração do extrato, o efeito aleloquímico é o provável responsável pelo efeito sobre a germinação e o desenvolvimento das plantas. Nos estudos com extrato de leucena, os pesquisadores executaram testes com sementes de desmódio, picão e caruru (PIRES et al., 2001).

A resistência ou tolerância aos metabólitos secundários que funcionam como aleloquímicos é mais ou menos específica, há espécies mais sensíveis que outras. As sementes de *Lactuca sativa* (alface) e *Lycopersicon esculentum* (tomate), são bastante sensíveis e assim muito usadas em biotestes de laboratório. Os estudos sobre o efeito de aleloquímicos na germinação e/ou desenvolvimento da planta são manifestações secundárias visíveis, de efeitos ocorridos a nível molecular e celular (FERREIRA; AQUILA 2000).

Os resultados desta pesquisa corrente com erva-mate, exemplificam que a toxicidade do corante é dependente da dose de exposição, das características químicas do agente corante, do tempo, da suscetibilidade do organismo-alvo e de fatores ambientais (tempo, luminosidade).

Em decorrência dos resultados obtidos é imperativo que novos ensaios ecotoxicológicos de germinação e crescimento sejam realizados, envolvendo mais diluições do corante, maior tempo de exposição, presença de luz após a germinação, acompanhamento diário e a avaliação com diversas espécies vegetais.

CONCLUSÕES

O extrato aquoso do corante erva-mate apresentou efeito fitotóxico sobre as sementes de alface, destacadamente maior nas concentrações mais elevadas.

Ficou pressuposto um efeito alelopático de compostos como cafeína e flavonóides presentes no corante erva-mate, inibindo a germinação e crescimento em sementes de alface, organismo-alvo nos testes de toxicidade efetuados.

Os corantes naturais são produzidos a partir de matérias-primas renováveis.

Seu baixo custo e técnicas simples de preparo recomendam seu uso no tingimento têxtil.

Existindo ainda poucas pesquisas, há motivação para que as substâncias como os corantes naturais, sejam melhor estudadas, para que seus riscos potenciais possam ser definidos, e também medidas sejam tomadas para minimizar seus impactos negativos no ambiente.

A avaliação por bioensaios de laboratório empregando sementes (fitotoxicidade) pode gerar soluções tecnológicas, para guiar ações de gestão ambiental nas atividades têxteis que utilizem corantes naturais.

REFERÊNCIAS

- ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. **Têxtil e Confecção: inovar, Desenvolver e Sustentar**. Brasília: CNI/AbiT, 2012. (Cadernos Setoriais Rio+20).
- AZEVEDO, F.A.; CHASIN, A.A.M. **As bases toxicológicas da Toxicologia**. São Carlos: RiMa, 2003.
- BERLIN, L. G. A Indústria têxtil brasileira e suas adequações na implementação do desenvolvimento sustentável. **ModaPalavra**, Ano 7, n. 13, p. 15-45, 2014.
- CARVALHO, N. L.; PIVOTO, T. S. Ecotoxicologia: conceitos, abrangência e importância agrônômica. **REMOA**, v. 2, n. 2, p. 176-192, 2011.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.
- CHOU, C. H.; WALLER, G. R. Possible allelopathic constituents of *Coffea arabica*. **Journal of Chemistry Ecology**, v.6 n. 3 p. 643-653, 1980.
- DA CROCE, D. M. Características físico-químicas de extratos de erva-mate. **Ciências Florestais**, v. 12, n. 2, p. 107-113, 2002.
- DAMASCENO, S. M. B.; SILVA, F. T. F.; FRANCISCO, A. C. Sustentabilidade do processo de tingimento do tecido de algodão orgânico. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Anais, São Carlos, 2010. p. 1-12.
- DUTKA, B. J. (ed.). **Methods for microbiological and toxicological analysis of water, wastewater and sediments**. National Water Reserch Institute, Canadá, 1989.
- FAOSTAT. **Maté: World list, area harvest, yield, production**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/>>. Acesso em: 10 abr. 2018.
- FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente em Ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12 p. 175-204, 2000.
- FERREIRA, E. L. **Corantes naturais da flora brasileira: guia prático de tingimento com plantas**. 1. ed. Curitiba, 1998.
- FERREIRA, E. L. **Tingimento vegetal**. São Paulo: CPI SP Brasil, 2005.
- GUARATINI, C. I.; ZANONI, M. V. B. Corantes Têxteis. **Química Nova**, v. 23, n. 1, p. 71-78, 2000.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 4 ed. Nova Odessa, 1994.
- MEDEIROS, A. R. M. **Determinação de potencialidades alelopáticas em agroecossistemas**. Piracicaba: ESALQ, 1989. (Tese de doutorado em Fitotecnia).
- MORAES, S. M.; KRUPÉK, R. A.; HOMCZINSKI, I. Compostagem como alternativa convencional na produção de mudas de erva-mate. **Acta Iguazu**, v. 3, n. 4, p. 36-53, 2014.
- MOREIRA-SANTOS, M.; SOARES, A.; RIBEIRO, R. An *in situ* bioassay for freshwater environments with microalga. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 59, p. 164-173, 2004.
- OTTOBONI, M. A. **The dose makes the poison**. 2. ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.
- PIRES, N. M.; PRATES, H. T.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; FARIA, T. C. L. Atividade alelopática de leucena sobre espécies de plantas daninhas. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 61-65, 2001.

SERRANO, M. C.; LOPES, A. C.; SERUYA, A. I. Plantas Tintureiras Dye Plants. **Revista de Ciências Agrárias**, p. 3-21. 2006.

VIANA, T. C. **Corantes naturais na indústria têxtil**: como combinar as experiências do passado com as demandas do futuro? Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.