



# Avaliação da toxicidade, citotoxicidade e genotoxicidade do infuso dos rizomas de *Curcuma longa* L. (Zingiberaceae)

Evaluation of toxicity, cytotoxicity and genotoxicity of infusion of rhizomes of *Curcuma longa* L. (Zingiberaceae)

<https://doi.org/10.32712/2446-4775.2022.1447>

Silva, Leonardo Mendes da<sup>1\*</sup>;

 <https://orcid.org/0000-0001-6510-9005>

Cimino, Franciele Filardi<sup>2</sup>;

 <https://orcid.org/0000-0002-8755-2793>

Borgo, Ana Letícia<sup>3</sup>;

 <https://orcid.org/0000-0003-2432-1223>

Dutra, Vanessa de Souza Vieira<sup>3</sup>;

 <https://orcid.org/0000-0002-2325-2492>

Oliveira, José Emílio Zanzirolani de<sup>3</sup>;

 <https://orcid.org/0000-0002-0008-4561>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Ecologia, Laboratório de Ecogenotoxicologia e Citogenética, Praça Prof. Edmir Sá Santos, s/n, Aqueanta Sol, CEP 37200-900, Lavras, MG, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Biologia Geral, Laboratório de Pesquisas Aplicadas ao Câncer (LAPAC), Av. P. H. Rolfs, s/nº, campus Universitário, CEP 36570-900, Viçosa, MG, Brasil.

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores (LIFE), campus Barbacena, Rua Monsenhor José Augusto 204, São José, CEP 36205-018, Barbacena, MG, Brasil.

\*Correspondência: [leonardoifsudestemg@gmail.com](mailto:leonardoifsudestemg@gmail.com).

## Resumo

*Curcuma longa* L. (Zingiberaceae) açafão-da-terra é originária do sudeste asiático e possui rizomas contendo curcumina que confere usos medicinais e condimentares. Nesse estudo, foram avaliados os efeitos tóxicos, citotóxicos e genotóxicos do infuso do rizoma de *Curcuma longa* L. sobre o sistema teste vegetal *Allium cepa*. Foi utilizada a infusão do rizoma triturado em três concentrações: 10, 20, 40 mg.mL<sup>-1</sup>, além de um controle negativo (água destilada) e um controle positivo (glifosato). Os efeitos de toxicidade foram obtidos pelo comprimento médio das raízes. Analisou-se o aspecto citotóxico e genotóxico pelo índice mitótico e pelo índice de aberrações cromossômicas, respectivamente. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Dunnett 5%. Observou-se que a concentração de 10 mg.mL<sup>-1</sup> é segura. A concentração de 40 mg.mL<sup>-1</sup> foi tóxica por inibir significativamente o crescimento radicular dos bulbos. Nas concentrações 20 e 40 mg.mL<sup>-1</sup> houve atividade antiproliferativa, com redução significativa do índice mitótico. Além disso, na concentração de 20 mg.mL<sup>-1</sup> foi observada a presença de célula binucleada e na concentração de 40 mg.mL<sup>-1</sup> observou-se cromossomos retardatários, células binucleadas e ponte telofásica.

**Palavras-chave:** Açafraão-da-terra. *Allium cepa*. Análise citogenética.

## Abstract

*Curcuma longa* L. (Zingiberaceae) saffron is originally from Southeast Asia has rhizomes containing curcumin that confer medicinal and flavoring uses. In the present study the toxic cytotoxic and genotoxic effects of *Curcuma longa* L. rhizome infusion on the *Allium cepa* plant test system was evaluated. The infusion of crushed rhizome was used in three concentrations: 10, 20, 40 mg.mL<sup>-1</sup>, in addition to a negative control (distilled water) and a positive control (glyphosate). Toxicity effects were obtained by the average length of roots. The cytotoxic and genotoxic aspects were analyzed microscopically at any stage of the cell cycle, using the mitotic index and the chromosomal aberration index, respectively. The data were subjected to analysis of variance and means were compared by the Dunnett 5% test. It was observed that the concentration of 10 mg.mL<sup>-1</sup> is safe. The concentration of 40 mg.mL<sup>-1</sup> was toxic for significantly inhibiting the root growth of the bulbs. At 20 and 40 mg.mL<sup>-1</sup> concentrations there was antiproliferative with a significant reduction in the mitotic index. Furthermore, at a concentration of 20 mg.mL<sup>-1</sup> the presence of binucleated cells was observed and at 40 mg.mL<sup>-1</sup> delayed chromosomes binucleate cells and telophasic bridge were observed.

**Keywords:** Turmeric. *Allium cepa*. Cytogenetics analysis.

---

## Introdução

O uso de plantas medicinais para a profilaxia ou tratamento de doenças clínicas é uma prática milenar, que envolve o conhecimento popular e atualmente o conhecimento científico. Esses vegetais são utilizados como matéria-prima para a produção de fitoterápicos e outras terapias medicamentosas<sup>[1]</sup>.

As plantas produzem diversos compostos orgânicos que podem ser divididos em metabólitos primários e secundários<sup>[2]</sup>. Os produtos secundários exercem uma variedade de funções nas plantas e, além disso, os compostos sintetizados por esses organismos apresentam propriedades medicinais. Por exemplo, elementos secundários que atuam na defesa das plantas contra patógenos microbianos podem ser empregados em medicamentos antimicrobianos<sup>[3]</sup>.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, cerca de 70% a 90% da população mundial usufrui da medicina tradicional e, por esta prática, busca suprir suas necessidades básicas de saúde, sendo que a medicina tradicional faz uso de espécies vegetais e de seus princípios bioativos<sup>[4]</sup>. No Brasil, o uso de plantas medicinais é uma prática comum, sendo passada de geração em geração<sup>[5]</sup>.

O uso e a comercialização de plantas medicinais foram estimulados pelas indústrias que buscavam fontes naturais de medicamentos devido aos efeitos colaterais provocados por fármacos sintéticos. Entretanto, muitas das plantas utilizadas pela população brasileira não foram estudadas ou, ainda, os constituintes provenientes do seu metabolismo secundário não foram identificados e validados como medicamentos<sup>[6]</sup>.

No meio popular existe uma percepção de que o uso de espécies vegetais para tratamento de doenças é algo totalmente natural, barato, seguro e eficaz. Entretanto, a utilização de plantas na alimentação e na terapêutica deve ser restrita a espécies devidamente identificadas e conhecidas, visto que algumas espécies vegetais podem provocar intoxicações<sup>[7]</sup>. Para que uma planta seja considerada tóxica é

necessário que algum produto de seu metabolismo secundário ao ser inalado, ingerido ou em contato com o ser humano, provoque alterações patológicas, distúrbios no organismo ou até mesmo o óbito<sup>[8]</sup>.

Diante do exposto, são necessários estudos que avaliem a toxicidade de plantas medicinais utilizadas pela população, colaborando para elucidação sobre seu consumo, eficácia e complicações. Nesse quesito, o sistema teste *Allium cepa* é utilizado para analisar os efeitos de extratos vegetais, visando detectar o potencial tóxico, citotóxico e genotóxico de seus constituintes. Através desse teste é possível observar alterações cromossômicas que possam ocorrer na divisão celular de células meristemáticas da raiz de cebola, sendo que as alterações são provocadas pela substância ou produto testado<sup>[9,10]</sup>.

Dentro da família Zingiberaceae, o gênero *Curcuma* apresenta aproximadamente 70 espécies. Dentre as espécies utilizadas na área medicinal, destaca-se a *Curcuma longa*, conhecida popularmente como açafrão-da-terra, açafrão-da-índia, cúrcuma e gengibre dourado<sup>[11]</sup>. A cúrcuma apresenta grande importância na medicina popular, sendo amplamente utilizada para a terapêutica ou prevenção de diversas doenças. A curcumina é o pigmento que compõe predominantemente os rizomas do arbusto perene *Curcuma longa* e tem como princípio ativo o diferuloilmetano. Esse pigmento é o principal responsável pelas ações farmacológicas da planta<sup>[12,13]</sup>.

Contudo, a toxicidade de espécies vegetais empregadas na medicina tradicional é um grave problema de saúde pública e tem se tornado uma preocupação no meio científico que envolve estudos farmacológicos. Portanto, o presente estudo buscou avaliar os possíveis efeitos tóxicos, citotóxicos e genotóxicos do infuso de rizomas de *Curcuma longa* (açafrão-da-terra) em diferentes concentrações sobre o sistema teste vegetal *Allium cepa*, elucidando a concentração segura que pode ser utilizada nos tratamentos, advertindo a população sobre os riscos e efeitos desta no organismo.

## Material e Métodos

### Coleta, lavagem e secagem dos rizomas

Os rizomas de *Curcuma longa* foram coletados no município de Ressaquinha, Minas Gerais, na Latitude (DMS) = 21°07'35.1"S e Longitude (DMS) = 43°53'10.2"W. As coletas ocorreram no mês de julho de 2021, quando ocorre o amarelamento e secamento da parte aérea da planta indicando que os rizomas estão prontos para a colheita. Após a coleta os rizomas foram selecionados e lavados em água corrente, posteriormente fatiados transversalmente a cada 1 cm com lâmina inoxidável.

Em seguida, as fatias foram transferidas a peneiras, visando secagem natural por três dias. Após secagem, procedeu-se a trituração e, utilizando peneiras (60 mesh) obteve-se o pó que foi acondicionado em recipientes e transportado ao Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores (LIFE), do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - *Campus* Barbacena para realização do experimento.

### Preparo das infusões

O pó serviu ao preparo das infusões. A concentração usual dos rizomas de açafrão-da-terra é de 10 mg.mL<sup>-1</sup><sup>[14]</sup>. No presente estudo, foi utilizada essa concentração, além de duas superiores (20 e 40 mg.mL<sup>-1</sup>). No preparo das infusões, o pó dos rizomas foi acondicionado em recipientes (1 L), adicionada

água destilada fervente e mantido em infusão por 10 minutos. Após a filtração, a solução permaneceu em temperatura ambiente até resfriamento.

No experimento foram utilizadas as três infusões e dois controles: água destilada e glifosato. Os três tratamentos (T) obtidos a partir da infusão foram: T1 = 10 mg.mL<sup>-1</sup>; T2 = 20 mg.mL<sup>-1</sup>; T3 = 40 mg.mL<sup>-1</sup>. Além de um controle negativo (CN), constituído de água destilada, e um controle positivo (CP), constituído pelo herbicida glifosato na concentração 10% obtido em água destilada. Nessa concentração, o glifosato é citado como causador de aberrações cromossômicas e redutor de divisão celular em raízes de cebola<sup>[10]</sup>.

### Montagem do experimento

O experimento foi em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 bulbos de cebola. Visando a obtenção de raízes, os bulbos foram colocados na borda superior de copos de poliestireno (200 mL) preenchidos com água destilada (150 mL), estando, as bases dos bulbos submersas por 48 horas. Após enraizamento, os bulbos foram transferidos aos copos de poliestireno contendo o mesmo volume dos tratamentos e controles (T1, T2, T3, CN e CP) e mantidos em temperatura ambiente por 24 horas. Posteriormente, estes foram retirados, colocados sobre bandejas e coletadas cinco radículas de cada bulbo, totalizando 20 por tratamento. Estas foram transferidas a frascos (50 mL) contendo Fixador Carnoy 3:1 à temperatura ambiente (24 horas), em seguida, transferidas para álcool 70% e mantidas na geladeira até a análise.

### Montagem das lâminas e contagem das células

As radículas foram cuidadosamente imersas em HCl 1N por 5 minutos, a seguir lavadas em água destilada e colocadas sobre uma lâmina de vidro utilizada em microscopia. Com o auxílio de um bisturi, retirou-se a coifa para obter a área do meristema apical que apresenta plena atividade celular e descartou-se o restante do material.

A parte a ser analisada foi corada comorceína acética 2%, coberta com uma lamínula e, em seguida, macerada suavemente<sup>[15]</sup>. As observações das lâminas foram em microscópio óptico binocular (Nikon, modelo Eclipse E-200). As imagens (ampliação 400X) foram fotografadas com celular Xiaomi Redmi Note 9S (48 megapixels) e analisadas no programa Image J. (Java Inc.). Foram preparadas 10 lâminas de cada concentração, analisadas 200 células em cada lâmina, totalizando 2.000 células por tratamento.

### Análise dos dados

Foram avaliados os efeitos tóxicos pelo crescimento radicular médio dos bulbos de cebola, os citotóxicos pela análise das divisões celulares e índice mitótico e os genotóxicos pelo índice de alterações cromossômicas<sup>[16]</sup>, onde:

- a) Comprimento Radicular Médio = somatório do comprimento das raízes / número de raízes medidas;
- b) Índice Mitótico = número de células em divisão / número de células observadas X 100;
- c) Índice de Aberrações Cromossômicas = número total de células alteradas / número total de células observadas X 100.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Dunnett 5% utilizando-se o programa estatístico BioEstat 5.3.

## Resultados e Discussão

Na **TABELA 1** estão contidos os resultados do teste de toxicidade das diferentes concentrações da infusão de açafraão-da-terra sobre as raízes de *Allium cepa*. Após 24 horas de tratamento as raízes apresentaram coloração amarelada devido a curcumina, sendo que na concentração de 40 mg.mL<sup>-1</sup> (T3) e no controle positivo (Glifosato) foi possível observar danos macroscópicos sobre as raízes.

**TABELA 1:** Comparação entre o comprimento radicular médio dos bulbos de cebola submetidas a três concentrações de infusões do pó de *Curcuma longa* (T1 = 10 mg.mL<sup>-1</sup>; T2 = 20 mg.mL<sup>-1</sup>; T3 = 40 mg.mL<sup>-1</sup>) e aos controles negativo (CN) e positivo (CP)

Comprimento radicular (cm)	Tratamentos				
	CN	T1	T2	T3	CP
	3,15a*	2,93a	2,78a	2,56b	1,23c

Fonte: Autores, 2021.

\*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

A infusão de açafraão-da-terra na concentração de 40 mg.mL<sup>-1</sup> (T3) e o controle positivo (glifosato) apresentou toxicidade sobre o sistema vegetal *Allium cepa*, visto que os dois tratamentos inibiram o crescimento radicular da cebola, como pode ser observado na **TABELA 1**. O crescimento radicular é regulado pela combinação da divisão celular que ocorre em meristemas mitoticamente ativos e da expansão celular que acontece nos ápices das raízes<sup>[17]</sup>. Portanto, a concentração de 40 mg.mL<sup>-1</sup> e o glifosato provocaram distúrbios de proliferação nas células meristemáticas da cebola.

Na **TABELA 2** está expresso o número total de células analisadas (2000), o número de células em interfase e em diferentes fases mitóticas, bem como os dados sobre o Índice mitótico de cada tratamento. Com os resultados obtidos é possível avaliar o efeito citotóxico das diferentes concentrações da infusão de *Curcuma longa* sobre o sistema teste *Allium cepa*.

**TABELA 2:** Número de células contabilizadas no ciclo celular (interfase, prófase, metáfase, anáfase e telófase) em meristemas de raízes *Allium cepa* e o índice mitótico de três concentrações de infusões do pó de *Curcuma longa* (T1 = 10 mg.mL<sup>-1</sup>; T2 = 20 mg.mL<sup>-1</sup>; T3 = 40 mg.mL<sup>-1</sup>) e aos controles negativo (CN) e positivo (CP).

	Tratamentos				
	CN	T1	T2	T3	CP
Total de células	2000	2000	2000	2000	2000
Interfase	1856	1879	1914	1945	1940
Prófase	100	89	72	47	44
Metáfase	23	09	02	01	05
Anáfase	06	10	05	03	06
Telófase	15	13	07	4	05
Total de mitoses	144a	120 <sup>a</sup>	86b	55b	60b
Índice Mitótico	7,2 a*	6,0a	4,3b	2,75b	3,0b

Fonte: Autores, 2021.

\*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Na **TABELA 2**, é possível observar que o índice mitótico do tratamento T1 (10 mg.mL<sup>-1</sup>) não diferiu significativamente quando comparado com o controle negativo (água destilada), reafirmando que tal dose é segura. No entanto, com o aumento das concentrações, os tratamentos T2, T3 e CP apresentaram uma redução significativa no índice mitótico em relação ao controle negativo. Fica caracterizada que a infusão de açafrão-da-terra é citotóxica sobre as raízes de *Allium cepa* nas concentrações 20 mg.mL<sup>-1</sup> (T2) e 40 mg.mL<sup>-1</sup> (T3).

Pontes e Lima<sup>[18]</sup> obtiveram resultados similares ao deste trabalho, no qual buscaram avaliar os efeitos da tintura de curcumina sobre o sistema teste *Allium cepa*. Os autores constataram que a dose usual 8 gotas/100 mL não promoveu alterações significativas dos índices mitóticos, já os demais tratamentos 15 gotas/100 mL e 30 gotas/100 mL foi capaz de inibir a divisão celular das raízes, fator esse que indica a citotoxicidade.

Na avaliação dos aspectos genotóxicos das diferentes infusões de açafrão-da-terra foi utilizado o Índice de Aberrações Cromossômicas<sup>[16]</sup>, sendo observadas e quantificadas modificações em qualquer fase da mitose (**TABELA 3**).

**TABELA 3:** Número de aberrações cromossômicas no sistema teste *Allium cepa* submetido a três concentrações de infusões do pó de *Curcuma longa* (T1 = 10 mg.mL<sup>-1</sup>; T2 = 20 mg.mL<sup>-1</sup>; T3 = 40 mg.mL<sup>-1</sup>) e aos controles negativo (CN) e positivo (CP)

Aberrações	Tratamentos				
	CN	T1	T2	T3	CP
Anáfase com ponte	00	00	00	00	06
Cromossomos soltos	00	00	00	00	00
Cromossomos retardatários	00	00	00	01	00
Célula binucleada	00	00	01	04	00
Distúrbios metafásicos	00	00	00	00	03
Micronúcleos	00	00	00	00	00
Prófase com cromossomo isolado	00	00	00	01	15
Telófase com ponte	00	00	00	01	05
Total	00	00	01	07	29
Índice de aberrações cromossômicas	00a*	00a	0,05a	0,35a	1,45b

Fonte: Autores, 2021.

\*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

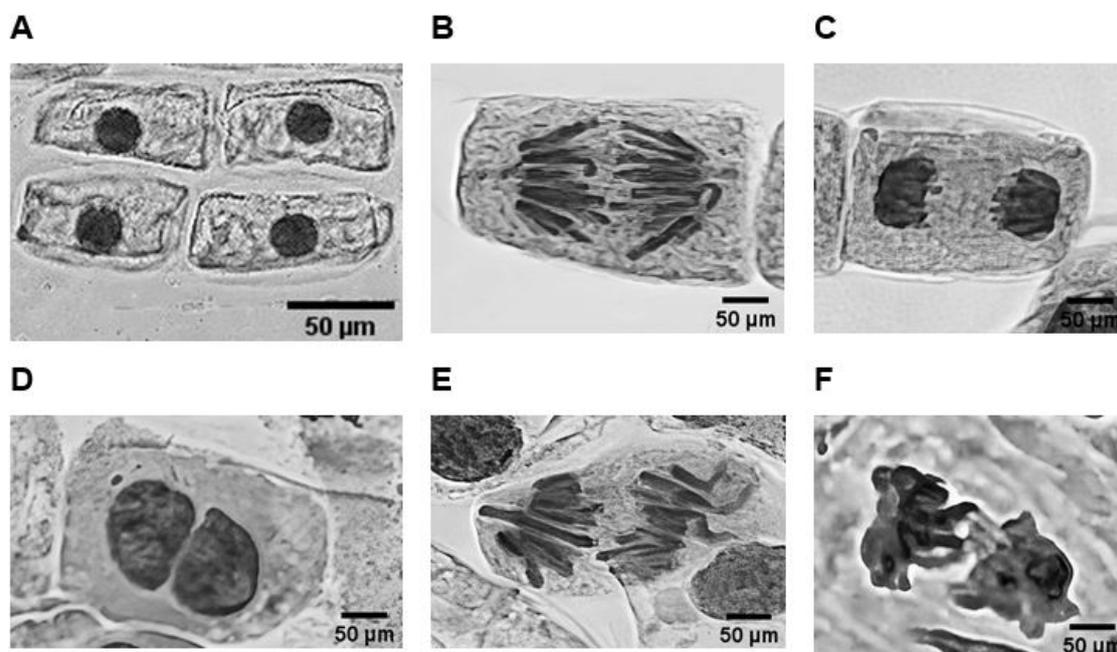
O controle positivo (Glifosato), seguido pelo tratamento T3 (40 mg.mL<sup>-1</sup>) apresentou os maiores índices de aberrações cromossômicas, no entanto as aberrações promovidas pelo tratamento T3 não apresentou diferença significativa em relação ao controle negativo (água destilada), indicando que nas concentrações avaliadas a infusão dos rizomas de *Curcuma longa* não apresentaram genotoxicidade. No presente estudo é notória a genotoxicidade do herbicida glifosato sobre o sistema teste *Allium cepa*, que apresentou o maior índice de aberrações cromossômicas.

No estudo de Mendonça *et al.*<sup>[19]</sup> foi avaliado a citotoxicidade e genotoxicidade da curcumina sobre células PC12 e verificado que as concentrações de curcumina até 5,0 g/mL não induziram, significativamente, aberrações cromossômicas, assim como no presente estudo. Entretanto, tais autores verificaram que nas concentrações acima de 10,0 g/mL houve indução significativa no aumento de micronúcleos e de células

binucleadas. Por isso, afirmaram que em concentrações elevadas a curcumina deixa de desempenhar seu papel protetor e age no sentido contrário provocando alterações nas células.

As aberrações cromossômicas promovidas pelo tratamento T3 (40 mg.mL<sup>-1</sup>) podem ser observadas na FIGURA 1.

**FIGURA 1:** Comparação entre as fases mitóticas normais e anormais (aberrações cromossômicas) observadas no sistema teste *Allium cepa* no controle negativo (água destilada) e no tratamento T3 (40 mg.mL<sup>-1</sup> de *Curcuma longa*).



Fonte: autores, 2021.

A- Células em interfase normal; B- Célula em anáfase normal; C- Célula em telófase normal; D- Célula binucleada; E- Anáfase com cromossomos retardatários; F- Telófase com ponte.

## Conclusão

Pelo sistema teste *Allium cepa* pode-se concluir que a infusão do pó de rizomas de *Curcuma longa* é segura e sem toxicidade na concentração de 10 mg.mL<sup>-1</sup>. Na concentração de 40 mg.mL<sup>-1</sup> a planta pode gerar toxicidade e citotoxicidade.

As concentrações de 20 e 40 mg.mL<sup>-1</sup> são citotóxicas, com capacidade antiproliferativa verificada na redução do índice mitótico. Foi detectada ação genotóxica em células nas concentrações de 40 mg.mL<sup>-1</sup>, mas novos testes necessitam ser realizados visando obter diferenças significativa.

Com isso, pelo estudo, pode-se perceber que a *Curcuma longa* possui atividade tóxica e citotóxica, a depender da concentração, o que requer atenção na dosagem utilizada popularmente.

## Fontes de Financiamento

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Barbacena.

## Conflito de Interesses

Não há conflito de interesses.

## Agradecimentos

Ao Laboratório Interdisciplinar de Formação de Educadores (LIFE) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Barbacena.

## Colaboradores

Concepção do estudo: LMS

Curadoria dos dados: LMS; ALB

Coleta de dados: LMS; ALB; VSVD

Análise dos dados: LMS; JEZO

Redação do manuscrito original: LMS; FFC; ALB; VSVD; JEZO

Redação da revisão e edição: LMS; FFC; JEZO.

## Referências

1. Brasil. Ministério da Saúde. **Política e Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. 2016. Brasília: Ministério da Saúde, 2016. 192 p. Disponível em: [\[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica\\_programa\\_nacional\\_plantas\\_medicinais\\_fitoterapicos.pdf\]](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_programa_nacional_plantas_medicinais_fitoterapicos.pdf). [acesso em: 20 ago. 2021].
2. Taiz L, Zeiger E, Möller IM, Murphy A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora; 2017. ISBN 978-85-8271-367-9.
3. Cseke LJ, Kirakosya A, Kaufman PB, Warber S, Duke JA, Brielmann HL. **Natural products from plants**. 2ª ed. New York: CRC press; 2006. ISBN: 9780849329760.
4. World Health Organization (WHO). **The world medicines situation 2011: traditional medicines: global situation issues and challenges**. Geneva: WHO, 2011. 12p. Disponível em: [\[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/78334/WHO\\_EMP\\_MIE\\_2011.2.4\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y\]](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/78334/WHO_EMP_MIE_2011.2.4_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [acesso em: 14 mai. 2022].
5. Lourenzani AEBS, Lourenzani WL, Batalha MO. Barreiras e oportunidades na comercialização de plantas medicinais provenientes da agricultura familiar. **Info Econôm**. 2004; 34(3): 15-25. ISSN 1678-832X. Disponível em: [\[http://www.iea.sp.gov.br/OUT/publicacoes/pdf/tec2-0304.pdf\]](http://www.iea.sp.gov.br/OUT/publicacoes/pdf/tec2-0304.pdf) [acesso em: 20 ago. 2021].
6. Berg MEVD. Plantas medicinais na Amazônia: contribuição ao seu conhecimento sistemático. 2ª ed. Belém, PA: **Mus Para Emilio Goeldi**. 1993. ISBN 8570980418.
7. Campos SC, Silva CG, Campana PRV, Almeida VL. Toxicidade de espécies vegetais. **Rev Bras PI Med**. 2016; 18(1): 373-82. ISSN 1983-084X. Disponível em: [\[https://www.scielo.br/j/rbpm/a/LYfYqbb4vBXgGXfxccqZqt/?format=pdf&lang=pt\]](https://www.scielo.br/j/rbpm/a/LYfYqbb4vBXgGXfxccqZqt/?format=pdf&lang=pt). [acesso em: 20 ago. 2021].
8. Vasconcelos J, Vieira JGP, Vieira EPP. Plantas tóxicas: conhecer para prevenir. **Rev Cient UFPA**. 2009; 7(1): 1-10. ISSN 1981-6014. Disponível em: [\[http://www.gege.agrarias.ufpr.br/plantastoxicass/textos/euphorbia%20milii.pdf\]](http://www.gege.agrarias.ufpr.br/plantastoxicass/textos/euphorbia%20milii.pdf). [acesso em: 20 ago. 2021].

9. Teixeira RO, Camparo ML, Mantovani MS, Vicentini VEP. Assessment of two medicinal plants, *Psidium guajava* L. and *Achillea millefolium* L., *in vitro* and *in vivo* assays. **Genet Mol Biol**. 2003; 26(1): 551-5. ISSN: 1415-4757. Disponível em: [<https://doi.org/10.1590/S1415-47572003000400021>]. [acesso em: 20 ago. 2021].
10. Fachinetto JM, Bagatini MD, Durigon J, Silva ACF, Tedesco SB. Efeito anti-proliferativo das infusões de *Achyrocline satureioides* DC (Asteraceae) sobre o ciclo celular de *Allium cepa*. **Rev Bras Farmacog**. 2007; 17(1): 49-54. ISSN 0102-695X. Disponível em: [<https://doi.org/10.1590/S0102-695X2007000100011>] [acesso em: 20 ago. 2021].
11. Almeida LP. **Caracterização de pigmentos da *Curcuma longa* L., avaliação da atividade antimicrobiana, morfogênese *in vitro* na produção de curcuminóides e óleos essenciais**. Belo Horizonte - MG. 2006. Tese de Doutorado [Programa de pós-graduação em Ciência de Alimentos] - Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, MG, 2006. Disponível em: [<http://hdl.handle.net/1843/MBSA-6X4M39>]. [acesso em: 20 ago. 2021].
12. Cecilio Filho AB, Souza RJ, Braz LT, Tavares M. Cúrcuma: planta medicinal, condimentar e de outros usos potenciais. **Ciênc Rural**. 2000; 30(1): 171-7. ISSN 0103-8478. Disponível em: [<https://www.scielo.br/j/cr/a/JGXyLgLPDmJHq8j7ssygmzF/?lang=pt&format=pdf>] [acesso em: 20 ago. 2021].
13. Hewlings SJ, Kalma DS. Curcumin: A review of its effects on human health. **Foods**. 2017; 6(10): 92. eISSN 2304-8158. Disponível em: [<https://www.mdpi.com/2304-8158/6/10/92>] [acesso em: 04 fev. 2022].
14. Ramos ACD, Machado MSL, Rocha Filho JA, Freitas MCL, Silva ML, Pessoa PJB. **Cartilha de Plantas Medicinais e Medicamentos Fitoterápicos**. 2014. 36p. Disponível em: [<http://www.farmacia.pe.gov.br/sites/farmacia.saude.pe.gov.br/files/cartilha.pdf>] [acesso em: 21 ago. 2021].
15. Guerra M, Souza MJ. **Como observar cromossomos: um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana**. Ribeirão Preto: FUNPEC; 2002. Disponível em: [[http://www.ensp.fiocruz.br/portal-ensp/uploads/documentos-pessoais/documento-pessoal\\_52172.pdf](http://www.ensp.fiocruz.br/portal-ensp/uploads/documentos-pessoais/documento-pessoal_52172.pdf)] [acesso em 21 ago. 2021].
16. Palsikowski PA, Roberto MM, Sommaggio LRD, Souza PMS, Morales AR, Marin-Morales MA. Ecotoxicity evaluation of the biodegradable polymers PLA, PBAT and its blends using *Allium cepa* as test organism. **J Polymers Environ**. 2018; 26(3): 938-45. ISSN 1566-2543. Disponível em: [<https://bitly.com/5z2L8W>] [acesso em: 09 out. 2021].
17. Shishkova S, Rost TL, Dubrovsky JG. Determinate root growth and meristem maintenance in angiosperms. **Annals Bot**. 2008; 101(3): 319-40. ISSN 1095-8290 Disponível em: [<https://academic.oup.com/aob/article/101/3/319/235359?login=true>] [acesso em: 16 nov. 2021].
18. Pontes HRC, Lima DS. Efeitos da tintura de curcumina sobre o bioensaio *Allium cepa* L. **71ª Reunião Anual da SBPC**. 2019; Seção 2.02.06 - Genética / Mutagênese, p.1-4. ISSN 2176-122. Disponível em: [[http://reunioessbpc.org.br/campogrande/inscritos/resumos/1430\\_1264fd4b560b60992f393696b08484059.pdf](http://reunioessbpc.org.br/campogrande/inscritos/resumos/1430_1264fd4b560b60992f393696b08484059.pdf)] [acesso em: 16 nov. 2021].
19. Mendonça LM, Santos GC, Antonucci GA, Santos AC, Bianchi, MLP, Antunes LMG. Evaluation of the cytotoxicity and genotoxicity of curcumin in PC12 cells. **Mutat Res**. 2009; 675(1-2): 29-34. ISSN 1383-5718. Disponível em: [<https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2009.02.003>] [acesso em: 16 nov. 2021].

---

Histórico do artigo | Submissão: 30/03/2022 | Aceite: 20/05/2022 | Publicação: 31/03/2023

Como citar este artigo: Silva LM, Cimino FF, Borgo AL, Dutra VSV et al. Avaliação da toxicidade, citotoxicidade e genotoxicidade do infuso dos rizomas de *Curcuma longa* L. (Zingiberaceae). **Rev Fitos**. Rio de Janeiro. 2023; 17(1): 9-17. e-ISSN 2446.4775. Disponível em: <<http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/1447>>. Acesso em: dd/mm/aaaa.

**Licença CC BY 4.0:** Você está livre para copiar e redistribuir o material em qualquer meio; adaptar, transformar e construir sobre este material para qualquer finalidade, mesmo comercialmente, desde que respeitado o seguinte termo: dar crédito apropriado e indicar se alterações foram feitas. Você não pode atribuir termos legais ou medidas tecnológicas que restrinjam outros autores de realizar aquilo que esta licença permite.

