

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
Carlos Alberto Reyes Maldonado
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE
PLANTAS

LEILA PEREIRA NEVES RAMOS

**Comportamento do ciclo celular de *Allium cepa* L. submetidos a infusões
foliares de diferentes espécies do Gênero *Inga* Mill (Fabaceae): um
enfoque Biológico e didático**

ALTA FLORESTA
MATO GROSSO - BRASIL
MARÇO - 2020

LEILA PEREIRA NEVES RAMOS

Comportamento do ciclo celular de *Allium cepa* L. submetidos a infusões foliares de diferentes espécies do Gênero *Inga* Mill (Fabaceae): um enfoque Biológico e didático

Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO Carlos Alberto Reyes Maldonado, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof. Dra. Isane Vera Karsburg.

ALTA FLORESTA
MATO GROSSO - BRASIL
MARÇO – 2020

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

RAMOS, Leila Pereira Neves.
R175c Comportamento do ciclo celular de *Allium cepa* L. submetidos a infusões foliares de diferentes espécies do Gênero *Inga* Mill (Fabaceae): um enfoque Biológico e didático / Leila Pereira Neves Ramos – Alta Floresta/Cáceres/Tangará da Serra, 2020.
60 f.; 30 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso
(Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Genética e Melhoramento de Plantas, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Multicampi, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2020.
Orientador: Dra. Isane Vera Karsburg

1. Citotoxicidade. 2. Genotoxicidade. 3. *Inga*. 4. Ensino Aprendizagem.. I. Leila Pereira Neves Ramos. II. Comportamento do ciclo celular de *Allium cepa* L. submetidos a infusões foliares de diferentes espécies do Gênero *Inga* Mill (Fabaceae): um enfoque Biológico e didático.

CDU 582.736.1:576

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Luiz Kenji Umeno Alencar - CRB 1/2037.

Comportamento do ciclo celular de *Allium cepa* L. submetidos a infusões foliares de diferentes espécies do Gênero *Inga* Mill (Fabaceae): um enfoque Biológico e didático

LEILA PEREIRA NEVES RAMOS

Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO Carlos Alberto Reyes Maldonado, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 05 de Março de 2020

Comissão Examinadora



Profa. Dra. Isane Vera Karsburg

Orientadora – UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado



Profa. Dra. Nair Dahmer

UNIVASF - Universidade Federal do Vale do São Francisco



Prof. Dr. Darley Aparecido Tavares Ferreira

UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado

À minhas filhas Alice Neves Ramos, Fabiane Neves Ramos e Vitória Neves Ramos, à todos os meus familiares e amigos pela força e incentivo durante essa caminhada.

Assim, DEDICO.

“Dizem que a vida é para quem sabe viver, mas ninguém nasce pronto. A vida é para quem é corajoso o suficiente para se arriscar e humilde o bastante para aprender”.

(Clarice Lispector)

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho primeiramente à Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, meu socorro presente nas horas de dificuldades e luta.

Agradeço à minhas filhas Alice Neves Ramos, Fabiane Neves Ramos e Vitória Neves Ramos, que contribuíram grandemente para a conquista deste meu objetivo e a todos os demais da minha família, que muito contribuíram com palavras de apoio e incentivo para que eu concluísse este trabalho.

À minha orientadora Dra. Isane Vera Karsburg, pela dedicação na orientação que me proporcionou com dedicação, seriedade e carinho.

Ao Mestre Douglas Machado Leite, pela realização das análises estatísticas e por todas as explicações e sugestões sobre o meu trabalho.

Agradeço a toda equipe da Escola Estadual Dom Bosco pelo apoio e incentivo ao meu ingresso no mestrado.

Ao Dr. José Martins Fernandes pelas contribuições para realização do meu trabalho de pesquisa.

Aos meus amigos: Edina Laet, Jéssica Laet, Joamerson, Lorena, Lindisai, Vanessa, Rute, Weslaine, Cyntia, Vera, Sueli, Zélia, Tiago, Neisa, Lucimar, Enelisia, e aos demais amigos do Laboratório de Citogenética do *Campus* da UNEMAT de Alta Floresta - MT, pelas contribuições, incentivo e pelos momentos de descontrações no decorrer desta jornada.

Agradeço a professora Dra. Nair Dahmer, por fazer parte da minha banca examinadora e por contribuir com sugestões para melhoria deste trabalho.

Ao professor Dr. Darley Aparecido Tavares Ferreira, por fazer parte da banca examinadora e pelas contribuições e sugestões para este trabalho.

À Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Carlos Alberto Reyes Maldonado, pela oportunidade para a realização desse trabalho e obtenção do título de Mestre.

Aos Professores pelas contribuições com o ensino durante essa minha trajetória.

Ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas (PGMP) e a CAPES, pela concessão da bolsa e apoio financeiro.

Obrigado à todos!

BIOGRAFIA

Leila Pereira Neves Ramos, filha de Miguel Gomes Neves e Elice Pereira Neves, nasceu dia 18 de outubro de 1982, em Prainha, Pará, Brasil. Concluiu o ensino médio na Escola Estadual Jayme Veríssimo de Campos Júnior, em Alta Floresta - MT, em 2003 e o curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas em outubro de 2016, pela Universidade Estadual de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado (UNEMAT) *campus* Universitário de Alta Floresta - MT. Após a graduação, foi voluntária no Laboratório de Citogenética e Cultura de Tecidos Vegetais, desenvolvendo trabalhos de genotoxicidade, viabilidade polínica de diversas espécies vegetais. Dando início ao Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas pela UNEMAT *campus* de Alta Floresta - MT, em abril de 2018, na linha de pesquisa de Biotecnologia e Recursos Genéticos Vegetais, sob a orientação da Professora Dra. Isane Vera Karsburg, submetendo-se à defesa da dissertação em Março de 2020.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 <i>Inga</i> Mill (Fabaceae): Aspectos Botânicos	3
2.2 Importância Ecológica e Econômica de Espécies do Gênero <i>Inga</i> Mill (Fabaceae)	5
2.3 Citogenética	7
2.4 Aula Teórica e Prática	9
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
4. CAPÍTULO 1	18
4.1 COMPORTAMENTO DO CICLO CELULAR DE <i>Allium cepa</i> L. MEDIANTE O POTENCIAL CITOTÓXICO, GENOTÓXICO E ANTIPROLIFERATIVO DE INFUSÕES DAS FOLHAS DE QUATRO ESPÉCIES DO GÊNERO <i>Inga</i> Mill (Fabaceae)	18
INTRODUÇÃO	18
MATERIAL E MÉTODOS	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
4.2 CAPÍTULO 2	51
4.3 ENSINO E APRENDIZAGEM DOS PROCESSOS DE DIVISÃO CELULAR (MITOSE) PARA OS ALUNOS DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO	51
INTRODUÇÃO	51
MATERIAL E MÉTODOS	52
RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
5. CONCLUSÕES GERAIS	60

RESUMO GERAL

RAMOS, Leila Pereira Neves; UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO; Março de 2020; **Comportamento do ciclo celular de *Allium cepa* L. submetidos a infusões foliares de diferentes espécies do Gênero *Inga* Mill (Fabaceae): um enfoque Biológico e didático**

Professora Orientadora: Isane Vera Karsburg

O gênero *Inga* apresenta grande diversidade de espécies, conhecidas cerca de 400 espécies do gênero Neotropical, possuindo grande diversidade na Floresta Amazônica. A aprendizagem se torna mais cativante à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento no cotidiano escolar dos alunos. Com isso, adquirem significados para os estudos a partir da relação com o conhecimento. O presente trabalho teve dois focos a saber: a) avaliar o comportamento do ciclo celular de *Allium cepa* L. mediante o potencial citotóxico, genotóxico e antiproliferativo de infusões das folhas de *Inga edulis*, *Inga pilosula*, *Inga laurina* e *Inga macrophylla* e b) analisar o potencial da aula prática sobre o processo de divisão celular (Mitose), no ensino aprendizagem de alunos de ensino médio. Para as análises laboratoriais foram utilizados quatro espécies do gênero *Inga*. O organismo teste utilizado foi o *A. cepa*. As infusões foram obtidos a partir das folhas secas de *Inga edulis*, *Inga pilosula*, *Inga laurina* e *Inga macrophylla* coletados no período da seca e chuva. De acordo com as análises das células de *A. cepa*, mediante o Método Direto e Indireto para os dois período, expostas sob as infusões (1g, 1.5g 2g) das folhas secas de *Inga edulis*, *Inga pilosula*, *Inga laurina* e *Inga macrophylla*, obtiveram diferenças estatísticas consideráveis entre os dois Métodos. As espécies *I. edulis*, *I. laurina* e *I. macrophylla* mostraram-se com os maiores índices de divisão celular. No que se refere ao Índice de Anomalia (ÍA), o Método Indireto obteve os maiores índices de células anormais para ambas espécies. Para o Percentual de Interfase, o método Direto obteve os maiores percentuais de células interfásicas. Esses dados ao ser comparado com os controles negativo e positivo, mostraram diferença estatística entre os tratamentos. Este estudo mostrou que as quatro espécies, apresentaram efeitos genotóxico e citotóxico sob as raízes de *A. cepa*. Referente ao estudo realizando aula teórica e prática sobre a mitose com os alunos do 2º ano, os resultados obtidos, mostraram que, as aulas práticas são de grande importância para o processo de ensino-aprendizagem. Ao ministrar a aula teórica e em seguida aplicar o questionário, obteve-se dados estatísticos abaixo de 60% de acertos na identificação das células mitóticas. No entanto, após a aula teórica e prática os discentes obtiveram resultados acima de 80% de acerto para o mesmo questionário e identificação das células mitóticas. No entanto as aulas práticas são consideradas de grande importância no processo de ensino aprendizagem.

Palavras-chave: Citotoxicidade, Genotoxicidade, *Inga*, Ensino Aprendizagem.

OVERVIEW ABSTRACT

RAMOS, Leila Pereira Neves; UNIVERSITY OF THE STATE OF MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO; March 2020; **Cell cycle behavior of *Allium cepa* L. submitted to leaf infusions of different species of the genus *Inga* Mill (Fabaceae): a Biological and didactic approach**

Orienting teacher: Isane Vera Karsburg

The *Inga* genus has a great diversity of species, known about 400 species of the Neotropical genus, having great diversity in the Amazon Forest. Learning becomes more captivating as new content is incorporated into knowledge structures in students' daily school life. With this, they acquire meanings for the studies from the relation with the knowledge. The present work had two focuses: a) to evaluate the behavior of the *Allium cepa* L. cell cycle through the cytotoxic, genotoxic and antiproliferative potential of infusions of the leaves of *Inga edulis*, *Inga pilosula*, *Inga laurina* and *Inga macrophylla* and b) to analyze the potential of the practical class on the cell division process (Mitosis), in the teaching of high school students. For laboratory analysis, four species of the genus *Inga* were used. The test organism used was *A. cepa*. The infusions were obtained from the dry leaves of *Inga edulis*, *Inga pilosula*, *Inga laurina* and *Inga macrophylla* collected during the dry and rainy season. According to the analysis of *A. cepa* cells, using the Direct and Indirect Method for both periods, exposed under the infusions (1g, 1.5g 2g) of the dried leaves of *Inga edulis*, *Inga pilosula*, *Inga laurina* and *Inga macrophylla*, obtained considerable statistical differences between the two Methods. The species *I. edulis*, *I. laurina* and *I. macrophylla* showed the highest rates of cell division. Regarding the Anomaly Index (ÍA), the Indirect Method obtained the highest indexes of abnormal cells for both species. For the Interphase Percentage, the Direct method obtained the highest percentages of interphasic cells. These data, when compared with the negative and positive controls, showed a statistical difference between treatments. This study showed that the four species, had genotoxic and cytotoxic effects under the roots of *A. cepa*. Regarding the study conducting theoretical and practical classes on mitosis with 2nd year students, the results obtained showed that practical classes are of great importance for the teaching-learning process. When teaching the theoretical class and then applying the questionnaire, statistical data was obtained below 60% of correct answers in the identification of mitotic cells. However, after the theoretical and practical class the students obtained results above 80% correct for the same questionnaire and identification of mitotic cells. However, practical classes are considered of great importance in the teaching-learning process.

Key words: Cytotoxicity, Genotoxicity, *Inga*, Teaching and Learning.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Inga* possui em média 400 espécies de distribuição neotropical, dentre estas, 140 espécies estão distribuídas no Brasil (SOUSA, 2009), distribuído em quase todas as formações vegetacionais (BARROSO et al., 1991). Sendo um dos mais diversos da Amazônia (HOPKINS et al., 1997). Caracteriza-se por árvores que podem medir até 30 m de altura, com tronco cilíndrico, casca densamente em linha horizontal, dando um aspecto rugoso (SILVA et al., 2014).

Inga é popularmente conhecido como *Ingá*, pertencente à família da Fabaceae e subfamília Mimosoideae tribo Ingeae (BROWN et al. 2008). É um gênero de grande importância econômica sendo utilizado para produção de madeira, carvão/lenha, alimentação humana e animal, uso medicinal entre outras (SOUZA et al., 2011). Para a flora de Mato Grosso o gênero está representado por 21 espécies (GARCIA & FERNANDES, 2015).

O *Inga edulis* Mart. é conhecida popularmente como ingá de metro, ingá cipó, ingá macarrão, ingá doce e também como ingá rabo de mico, são mais de 130 espécies de *Inga* no Brasil (KINUPP & LORENZI, 2014). *Inga laurina* (Sw.) Willd. popularmente conhecida como ingá-mirim, é uma leguminosa da subfamília Mimosaceae, ocorrente em todos os Estados do Brasil (LORENZI, 2008). A *Inga pilosula* (Rich.) J. F. Macbr. de cujo nome popular *Ingá*, essa espécie é encontrada em Floresta ombrófila aberta; Floresta ombrófila aluvial; Savana arborizada com elementos florestais; Beira de estrada; Floresta ombrófila/floresta estacional e Mata ciliar (NETO et al., 2015). *Inga macrophylla* Benth. (Mimosoideae) é conhecida com ingá chata, ingá peluda etc. É uma Arvoreta de 5 m de altura, cultivada, nos quintal das casas. É uma das espécies frutíferas, caracterizada pelas vagens grandes e achatada, contendo arilo comestível, consumido in natura, cuja comercialização alcança as feiras locais. Suas folhas são grandes e têm 5 folíolos com nectários extraflorais entre pares de folhas aladas. É encontrada em países extra-amazônicos como a Bolívia, Colômbia e Peru. Cultivada em toda a Amazônia e outras partes do Brasil nos quintais, como planta frutífera (SOUZA, 2012).

Existem muitos produtos agroindustriais que podem ser empregados na alimentação de bovinos leiteiros, porém, deve-se conhecer sua origem, seu

processamento, condições de armazenamento e tratamento, uma vez que estes fatores podem influenciar diretamente na composição química dos mesmos e, conseqüentemente, afetar no desempenho do animal (FERREIRA et al., 2014). Informações sobre a ação em nível celular de extratos aquosos de plantas são importantes para a incrementar na segurança do uso e estimular estudos, mais detalhados, sobre o mecanismo de ação de compostos químicos presentes nestes organismos (SILVA et al., 2015). Enfatiza-se, portanto, a importância e a necessidade dos estudos citogenéticos em espécies nativas do Brasil (BIONDO et al., 2005). Estudos citogenéticos das plantas podem contribuir para aumentar as estratégias de conservação do germoplasma nativo, bem como contribuir com o melhoramento genético das espécies de interesse comercial (SILVA, 2006).

Entre as técnicas de análise citogenética, a espécie vegetal *Allium cepa* tem sido observada e utilizada para avaliar o potencial de mutagenicidade e citotoxicidade de plantas pela alta sensibilidade (PORTIS et al., 2016). O sistema teste de *Allium cepa* é utilizado com frequência para avaliar o potencial genotóxico de extratos de plantas através da análise de células meristemáticas provenientes de pontas de raízes tratadas com infusões de chás (BAGATINI et al., 2007). É um sistema confiável por possibilitar o biomonitoramento do potencial de citotoxicidade, genotoxicidade e mutagenicidade (MA et al., 1995).

Toda planta apresenta algum grau de toxicidade, o que é determinado pela dosagem. Porém esse termo é designado a todos os vegetais que, pelo contato, inalação ou ingestão, acarretam danos à saúde, tanto para o ser humano como para animais (CAMPOS et al., 2016). Existem espécies de plantas que produzem compostos do metabolismo secundário que atuam inibindo ou favorecendo a divisão celular. Estes metabolitos muitas vezes apresentam efeito genotóxicos e mutagênicos, seus efeitos necessitam de melhores investigações (IGANCI et al., 2006). O grau de citotoxicidade de extratos vegetais podem ser avaliados mediante as possíveis alterações no índice mitótico ou irregularidades durante o ciclo celular. Este parâmetro consiste em avaliar a presença e a frequência da divisão celular (MARCANO et al., 2004). Neste sentido o grau de índices mitóticos é um importante indicador para monitorar os efeitos de extratos vegetais, especialmente aqueles com potencial citotóxico (CARITÁ et al., 2010).

Além da importância científica, estes estudos também podem contribuir para o processo de ensino aprendizagem envolvendo teoria e pratica.

A fim de evitar somente uma aula expositiva, Possobom (2003), sugeriu que deve haver novas metodologias em que o conhecimento seja melhor aproveitado através de uma participação ativa do aluno, que ocorra a construção conjunta do conhecimento, para que o aluno se sinta parte integrante no processo de construção do conhecimento. O Ministério de Educação (MEC) orienta as escolas a trabalharem temas transversais como o conhecimento tradicional, no qual se insere as plantas (BRASIL, 2009). O ciclo celular, e suas particularidades é estudado como parte integrante da disciplina de biologia. Esta é uma disciplina ampla e será sempre questionada a procurar de novas descobertas (MORAES, 2016).

Segundo Sereia (2011), as aulas práticas se encaixam perfeitamente nesse contexto visando fomentar a curiosidade e participação ativa dos alunos além de permitir questionamento e a geração de respostas. A atividade experimental permite a aproximação do cotidiano do aluno com o a abordagem científica, tornando o aluno mais participante das aulas. Dentre os diversos ramos da biologia o estudo das células, é de suma importância para a formação dos estudantes. O estudo da biologia é importante para a vida cotidiana, pois permite também o conhecimento das plantas (ESTRADA et al., 2016).

Diante do exposto, o presente trabalho teve dois focos a saber: a) avaliar o comportamento do ciclo celular de *Allium cepa* L. mediante o potencial citotóxico, genotóxico e antiproliferativo de infusões das folhas de *Inga edulis*, *Inga pilosula*, *Inga laurina* e *Inga macrophylla* e b) analisar o potencial da aula prática sobre o processo de divisão celular (Mitose), no ensino aprendizagem de alunos de ensino médio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Inga* Mill (Fabaceae): Aspectos Botânicos

O gênero *Inga* pertence à família Fabaceae, subfamília Mimosoideae, tribo Ingeae. Este gênero apresenta potencial econômico no reflorestamento, fitoterapia, produção de energia e alimentação (LIMA et al., 2018). Fabaceae pertence ao grupo das Fabídeas, ordem Fabales, constitui-se numa das maiores famílias de angiospermas composta com cerca de 650 gêneros e 18.000 espécies. Esta família é dividida em três subfamílias, das quais a Mimosoideae

destaca-se por ser plantas com hábito variado, folhas bipinadas, inflorescências espiciformes ou glomeruliformes, sépalas e pétalas curtas em relação aos estames, prefloração aberta ou valvar, frequentemente gamopétala e sementes com pleurograma (SOUZA et al., 2012). A família Fabaceae é considerada, por diversos autores, como uma das três maiores famílias de plantas em número de espécies (CANTUÁRIA et al., 2017).

A subfamília Mimosoideae, é considerada a segunda maior entre a Leguminosae, com diversos gêneros distribuídos nas regiões temperadas (LEWIS et al., 2005). Possui cerca 80 gêneros com distribuição geográfica pantropical e subtropical (LUCKOW et al., 2003). (LEWIS et al., 2005). O grupo do gênero *Inga* tem seu nome derivado do indígena (tupi), angá = *Inga* (RODRIGES, 1905). Dentre as espécies do gênero *Inga* algumas delas apresentam importância econômica e benefícios (CANTUÁRIA et al., 2017). Apresentam importância ecológica e econômica, sendo utilizada na alimentação animal, e humana, onde diferentes partes são consumidas (raízes, folhas, legumes, sementes e flores) por meio do consumo direto e indireto (LEWIS, 1987).

A *Inga edulis* Mart. (Ingá de metro), é pertencente à família Fabaceae. Ocorrente na Região Amazônica e em toda planície litorânea desde o Rio Grande do Norte até o norte de Santa Catarina na Floresta Pluvial Atlântica. Árvore que mede até 25 m, com copa ampla e baixa, com tronco claro com 30-60 cm de diâmetro e folhas compostas paripinadas, inflorescência em espigas axilares com flores tubulares e pubescentes de coloração branca. Seu fruto é alongado, tomentoso e com muitas sementes envoltas por arilo flocoso e adocicado (LORENZI, 2002).

Inga laurina (Sw.) Willd., é conhecida no Brasil como ingá branco, ingá de macaco e ingá chichita sendo plantada em ambientes urbanos para ser consumido pelo homem e pássaros (CUNHA et al., 2011). A *I. laurina* é uma Leguminosa que apresenta de 10 a 20 metros de altura, de copa ampla, folhas compostas, espécie ideal para arborização urbana. Esta espécie é fonte de alimento para fauna e humanos. A distribuição fitogeográfica desta espécie é ampla na região amazônica (LORENZI, 2002). A *I. laurina*, apresenta uma altura que dificulta os animais consumir suas folhas de forma direta, exigindo que o

agricultor tenha que podar a árvore para oferecer as folhas aos animais (SOUZA, 2018).

Inga pilosula (Rich.), é uma árvore que mede até 8 m de altura, com Ramos cilíndricos, híspidos, inermes, folhas pinadas, ápice agudo a estreitamente atenuado, base aguda a arredondada, nervuras secundárias. Esta espécie está distribuída na Colômbia, Venezuela, Trinidad, Guiana, Suriname, Guiana Francesa, Equador, Peru, Bolívia e Brasil etc (MOBOT, 2007). Sendo esta espécie encontrada em floresta ripária, vegetação secundária e várzea, normalmente em ambientes degradados (PENNINGTON, 1997).

A *Inga macrophylla* Humb. & Bonpl. ex Willd possui frutos curvados, ramos pubescentes ou glabros, folhas com 2-3 pares de folíolos, pecíolo cilíndrico, raque foliar cilíndrica, alada, pubescente, ala terminal, nectários foliares sésseis ou pedicelados, folíolos pubescentes ou glabros, peciólulo, par terminal de folíolos, elípticos, ápice atenuado, base arredondada, Inflorescências espiciformes, pedúnculo, raque floral, bractéolas, pubescentes ou glabras, estriadas, flores sésseis etc (SILVA et al., 2010). Esta espécie possui distribuição geográfica na Colômbia, Venezuela, Equador, Peru, Bolívia, Guiana Francesa e Brasil (PENNINGTON, 1997). No Brasil ocorre nos estados do Pará, Amazonas, Acre, Rondônia e Maranhão (GARCIA & FERNANDES, 2010).

2.2 Importância Ecológica e Econômica de Espécies do Gênero *Inga* Mill (Fabaceae)

O *Ingá* compõe matas ciliares, abundantemente encontrado nas matas marginais dos rios amazônicos e em outras regiões das Américas tropicais, tem alto valor ecológico devido dispersar inúmeras sementes pelos rios assim reflorestando as margens destes, servindo também para alimentação de peixes e animais de caça, devido suas sementes serem atacadas por alguns coleópteros, essa junção de sementes e larvas compõe um alimento valioso para fauna local (CORRÊA, 1984). Salomão et. al. (2007), coloca o *Ingá* como uma planta de suma importância, para os ecossistemas.

Relatos de produtores rurais da região Norte do estado de Mato Grosso, vem levantando a hipótese sobre algumas espécies do gênero *Inga*, terem potencial agrônômico, aumentando a produtividade de seus rebanhos leiteiros. Diante este sugerem algumas ideias, que substancias que compõem o ingazeiro

podem estar colaborando para o aumento da produção de leite do gado. Como composição da silagem tem se usado partes da planta (folhas e ramos) do gênero referenciado na composição desta, pois nota-se alta aceitabilidade dos bovinos.

Andrade et al. (2010) relatam que as técnicas de manipulação e utilização de espécies de plantas nativas, cultivadas ou não, na forma in natura de silagem, para a alimentação dos animais é uma das alternativa para produção e armazenamento de recursos alimentícios no período chuvoso. Silva et al. (2003) abordam que algumas plantas podem conter substâncias que podem ter um efeitos adverso para o animal. Dentre essas substâncias, as principais são compostos cianogênicos, taninos, alcalóides, nitratos e terpenóides. Provavelmente, a síntese e acumulação de muitas dessas substâncias estão associadas com a adaptação das plantas à variação de seu habitat, sendo que a função dessas substâncias nos vegetais é frequentemente vista como um método de proteção da planta contra o pastejo excessivo pelos animais.

O *Inga cipó* (*Inga edulis*) é uma espécie semidecídua, pioneira, ocorrente na região amazônica e região litorânea, associada à florestas pluviais tropicais, mede até 6-25 m de altura com copa ampla e baixa, seu tronco é claro, diâmetro de 30-60 cm (LORENZI, 2002). Esta espécie pode ser empregada em áreas degradadas (AZEVEDO et al., 2015), sua casca é utilizada em curtumes e a árvore pode ser indicada para arborização urbana, pelo fácil manejo (CORRÊA, 1984, p. 295b). A *Inga edulis* tem sido utilizada como árvore de sombra para culturas perenes, principalmente café e cacau. Atualmente muitos agricultores continuam usando a espécie para proteger o solo e para fazer sombra (ARCO-VERDE, 2008).

Diversas espécies do gênero *Inga* apresentam variadas utilidades tanto para alimentação silvestre da fauna, produção de carvão/lenha, para produção de madeira branca com fins comerciais, alimentação humana e uso medicinal. Para alimentação de animais dentre estas são citadas algumas espécies: *I. edulis*, *I. e* *I. macrophylla*. Para produção de carvão/lenha são citadas: *I. edulis*, *I. macrophylla*. Para alimentação humana a *I. edulis* é citada (SALOMÃO et al., 2007). Esta espécies podem ser utilizadas em curtumes, sendo comum para os indígenas da região amazônica, na produção de bebidas vinhosas com os frutos maduros (CORRÊA, 1984, p. 270c). A espécie *I. laurina* possui grande

importância para flora brasileira devido ao valor ornamental e florestal, pois seus frutos são fonte de alimento para animais silvestres (SOUZA & LORENZI, 2005).

Segundo Madaleno (2000), o *I. edulis* e *I. laurina* são espécies com frutos que são aproveitados para consumo, suas árvores geram sombra em quintais e pomares, podendo também oferecer ambiente de lazer para os moradores, o que pode justificar a ocorrência maior destas espécies em áreas de quintais e agroflorestal. A *I. laurina* possui considerável potencial econômico, para reflorestamento, fitoterapia, produção de energia e alimentação (CARAMORI et al., 2008).

2.3 Citogenética

Estudos citogenéticos no Brasil, vem abordando vários aspectos estruturais de diversos grupos de plantas (ÉDER-SILVA et al., 2007). Pesquisas demonstram que estudos citogenéticos de plantas arbóreas nativas, dentro do território brasileiro, têm despertado as atenções de alguns pesquisadores científicos (SILVEIRA et al., 2006). Bioensaios estudando a mutagenicidade em plantas veem sendo realizados frequentemente (LEVAN, 1938). Os bioensaios vegetais são sistemas estabelecidos e utilizados para analisar e monitorar a genotoxicidade de substâncias (MESI et al., 2013). Diante dos relatos algumas espécies de plantas têm sido citadas por possuírem efeito alelopático sobre o crescimento em ensaios vegetais utilizando bioindicadores (*Allium cepa*) (VAN STADEN, 2014).

O *Allium cepa* L. é uma planta bulbosa com hastes erectas, côncavas e dilatadas na base, com folhas verdes e compridas. As flores são esbranquiçadas, esverdeadas ou róseas, agrupadas em umbelas arredondadas dispostas na extremidade da haste, apresentando de duas a quatro brácteas curtas. O fruto é cápsula pequena. O bulbo, comumente redondo e achatado, de diâmetro variável. É recoberto de escamas finas de coloração pálida, esbranquiçadas, amarelas ou avermelhadas, segundo a variedade, envolvendo camadas sucessivas, internas, esbranquiçadas, espessas, suculentas e com odor bem característico. Testes citogenéticos com o uso de *A. cepa*, combinado com análises químicas, pode ser usado para se obter dados com bases científicas para regulamentação das descargas de substâncias, que são despejadas frequentemente no meio ambiente (NIELSEN et al., 1994).

Os resultados com testes *A. cepa* é muito eficiente (GALVÃO et al., 2015). Os testes com *A. cepa* propiciam resultados de toxicidade, parâmetros macroscópicos que se baseiam em formação de tumores, raízes torcidas e avaliação de crescimento de raízes, bem como parâmetros microscópicos, como os índices mitóticos, para análises de taxa de divisões celulares e também aberrações cromossômicas (CUCHIARA et al., 2012). O método de avaliação de alterações cromossômicas em raízes de *A. cepa* é validado pelo Programa Internacional de Segurança Química (IPCS, OMS) e o Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP) como um eficiente teste para análise e monitoramento da genotoxicidade de substâncias ambientais (CABRERA et al., 1999).

Em um processo de análise mutagênica conta-se com os determinantes do índice mitótico (IM), anomalias no ciclo mitótico e a presença de micronúcleos das células em análises com a presença de metáfases, anáfases e telófases. A avaliação da toxicidade foi realizada pela medição do comprimento das raízes médias. Para este procedimento, após a coleta das raízes, os bulbos foram mantidos nas soluções em presença de luz à temperatura de 20°C por 4-5 dias, sendo determinado o efeito em 50% no crescimento das raízes em comparação ao controle normal (MITTEREGGER-JÚNIOR et al., 2006).

O teste *A. cepa* é o teste mais utilizado em pesquisa de genotoxicidade (MOURA et al., 2014). É também um dos testes mais antigo descrito. Os benefícios no uso de *A. cepa* é uma espécie com pequeno número de cromossomos, com o ciclo celular curto e controlável em condições estáveis, é um procedimento barato, rápido e de fácil manuseio, que fornece boas concordâncias com outros bioensaios da genotoxicidade (SILVA et al., 2015). A genotoxicidade é a capacidade que algumas substâncias possuem de induzir alterações no material genético de organismos que são expostos à elas, desta forma, as medidas de genotoxicidade incluem, principalmente, danos no DNA, mutações e aberrações cromossômicas (COMBES, 1992).

De acordo com a importância deste tipo de estudos, Piccoli et al. (2016) afirmaram que o potencial toxicológico dos compostos das plantas pode ocasionar riscos de intoxicação nos organismos expostos, dentre estas está a *Ateleia glazioviana* Baill (Fabaceae), a qual é nativa da América do Sul, podendo causar prejuízos a pecuaristas que, segundo relatos, a ingestão desta planta pode causar enfermidades e morte dos bovinos.

Existem relatos e acontecimentos de mortalidades de bovinos nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul relacionadas ao consumo de folhas de *Pterodon emarginatus* (Fabaceae). A intoxicação foi confirmada por meio de um estudo de Cruz et al. (2012) com administração de folhas de *P. emarginatus*, a dose tóxica mínima foi de 6g/kg para bovinos. Os sinais clínicos iniciaram-se entre 24 e 72 horas após o consumo *in natura* das folhas da planta. A evolução clínica da doença letal foi de 12 a 36 horas. Os sinais clínicos se caracterizaram por apatia, depressão, andar a esmo, pressão da cabeça contra objetos.

Intoxicação em bovinos pelas favas de *Stryphnodendron obovatum* (Leg. Mimosoideae), foi comprovado por Brito et al. (2001), em experimento por via oral, a seis bovinos, em doses únicas e a 11 outros, em doses repetidas. Doses únicas de 10 e 20g/kg não provocaram sintomas. Doses únicas de 30 e 40g/kg provocaram quadros clínicos desde leves até graves, porém só morreu o animal que ingeriu 60g/kg. Os animais que ingeriram doses repetidas de 2,5g/kg por 30 dias adoeceram levemente, já os que receberam 5g/kg durante 13 e 14 dias mostraram sintomatologia moderada e grave, respectivamente. Um bovino que recebeu 10g/kg por 8 dias, outro que ingeriu 20g/kg por 3 dias e dois outros que receberam 30 e 40g/kg por 2 dias morreram da intoxicação. Os outros três bovinos que receberam doses repetidas (dois com doses de 10g/kg por 20 e 6 dias, outro com dose de 20 g/kg por 2 dias) adoeceram, mas se recuperaram.

2.4 Aula Teórica e Prática

O ensino da biologia tem como objeto principal o estudo da vida, que segundo Krasilchik (2005) também apresenta o objetivo de aprender conceitos básicos, analisar o processo de investigação científica, etc. A investigação científica pode ser realizada por meio de aulas práticas para que o aluno investigue e busque explicação, aguçando sua observação e curiosidade. Para Hennig (1998) ter uma aula prática que tenha um resultado que estimule o aluno a criatividade e a busca da resolução de um problema muitas vezes é necessário seguir algumas sequências lógicas, com a observação, reflexão, experimentação planejada e o registro das observações.

Krasilchik (2005), aborda que, mesmo que as aulas práticas estejam inseridas no currículo de Biologia do ensino médio, a forma na qual são aplicadas

é na maioria das vezes de forma descritiva, como o ensino teórico enciclopédico, com terminologia sem vinculação com a análise do funcionamento das estruturas. Kist et al. (2008), relatam que a aula prática deve ser atrativa para o estudante, não deve ser simplesmente um complemento da teoria, deve ser trabalhada com o pretexto de ensinar a pesquisar.

A aula prática auxilia na construção de uma visão crítica autônoma, torna a Biologia mais prazerosa e interessante, facilita a compreensão e o entendimento da teoria, aproxima do mundo real e ajuda a estabelecer relações (LIMA, 2011). Segundo Solino et al. (2015), é necessário fazer com que ocorra a relação do aluno com o conhecimento através do questionamento, para verificar até onde vai o conhecimento empírico desse aluno. Após esse momento, o professor deve atuar como um mediador ou facilitador para a consolidação do conhecimento científico adquirido pelo aluno.

As aulas práticas envolvem os estudantes de tal maneira que facilita a compreensão dos fenômenos biológicos através de argumentação, observação e investigação (VASCONCELOS, 2002). Marandino (2009) ressalta que quando ministrada uma aula prática, deve-se ter o cuidado de não oferecer aos estudantes as respostas pré-determinadas, com a falsa ideia de que ciência é produzida por meios padronizados, que gerem um resultado sempre esperado. Conforme Sales (2010), maior parte dos estudantes tem dificuldade em entender a complexidade e a dinâmica de funcionamento de uma célula. Por esse motivo percebe-se a necessidade de aulas práticas, assim podendo facilitar na aquisição conhecimento dos alunos.

Soares (2011), afirma que é fundamental que os professores se reconheçam como produtores de práticas educativas. Para Barbosa e Chagas (2011, p. 4), é fundamental que o professor de Biologia faça um diagnóstico e identifique os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conteúdo estudado, identificando as dificuldades de aprendizagem e facilitar o trabalho do professor na busca por metodologias mais apropriadas para tornar o ensino da Biologia significativo, uma vez que a aprendizagem é influenciada pelos conhecimentos prévios dos alunos.

Segundo Costa & Costa (2006), as disciplinas não devem ser vistas de forma isolada, mas sim integradas, com a possibilidade de aproximar os alunos de conteúdos abstratos, como a Biologia Celular, que necessita do apoio de

imagens para que o aluno visualize os processos, composições, forma e tamanho das células. Braga et al. (2010) abordam que a compreensão dos processos da divisão celular tem grande importância para o conhecimento básico da biologia. Os cromossomos são estruturas celulares de grande importância no processo que envolve a passagem da informação genética e são, nesse sentido, os principais no processo da divisão celular. A compreensão da estrutura cromossômica, é necessário para o entendimento dos procedimentos que envolvem a divisão de uma célula (Mitose).

3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCO-VERDE, M. F. **Sustentabilidade biofísica e socioeconômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Brasileira**. Tese (Doutorado) – Ciências Florestais - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008. 188p.

AZEVEDO, A. C. M.; COUTINHO, A. D.; CASTRO, D. Desenvolvimento inicial do *Ingá* cipó (*Inga edulis* m.) em zona ripária degradada. Conservação de solos na Amazônia Meridional - Cáceres, **Anais**. v. 2, n. 1, 2015.

BAGATINI, M. D.; SILVA, A. C. F. da; TEDESCO, S. B. Uso do sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador de genotoxicidade de infusões de plantas medicinais. **Rev Bras Farmacogn**, v. 17, n. 3, p. 444-7, 2007.

BARBOSA, J. S.; CHAGAS, P. C. M. **Concepções dos alunos da Educação de Jovens e Adultos sobre a disciplina Biologia**. VIII ENPEC, 2011.

BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; COSTA, C. G.; ICHASO, C. L. F.; GUIMARÃES, E. F.; LIMA, H. C. **Sistemática das angiospermas do Brasil**. V.2. UFV, Viçosa. p. 15-100. 1991.

BIONDO, E.; MIOTTO, S. T. S.; SCHIFINO-WITTMANN, M. T. Citogenética de espécies arbóreas da subfamília Caesalpinioideae–Leguminosae do sul do Brasil. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 3, p. 241-248, 2005.

BRAGA, C. M. D da S.; FERREIRA, L. B. M.; GASTAL, M. L. de A. O uso de modelos em uma sequência didática para o ensino dos processos da divisão celular. **Revista da SBenBio–Número**, v. 3, p. 3789, 2010.

BRITO, M. F.; TOKARNIA, C. H.; PEIXOTO, P. V.; NOGUEIRA, M. Intoxicação experimental pelas favas de *Stryphnodendron obovatum* (Leg. Mimosoideae) em bovinos. 1. Caracterização do quadro clínico. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 21, n. 1, p. 9-17, 2001.

BROWN, G.K.; MURPHY, D.J.; MILLER, J.T.; LADIGES, P.Y. Acacia s.str. and its relationship among tropical legumes, tribe Ingeae (Leguminosae: Mimosoideae). **Systematic Botany**. 33(4): 739-751, 2008.

CAMPOS, S. C.; SILVA, C. G.; CAMPANA, P. R. V.; & ALMEIDA, V. L. Toxicidade de espécies vegetais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 18, n. 1, p. 373-382, 2016.

CARITÁ, R.; MARIN-MORALES, M.A. Induction of chromosome aberrations in the *Allium cepa* test system caused by the exposure of seeds to industrial effluents contaminated with azo dyes. **Chemosphere**, 72:722-725, 2010.

CABRERA, G. L.; RODRIGUEZ, D. M. G. Genotoxicity of soil from farmland irrigated with wastewater using three plant bioassays. **Mutation Research**, 426: 211-214. 1999.

CANTUÁRIA, P. de C.; ALVES, C. M. G.; MEDEIROS, T. D. S.; LIMA, R. B.; LUZ FREITAS, J. da.; CANTUÁRIA, M. F.; SILVA, U. R. L. da. Ocorrência de Fabaceae da Área de Proteção Ambiental da Fazendinha, Macapá, Amapá, Brasil. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 7, n. 2, p. 49-52, 2017.

CORRÊA, M. P. 1984. **Dicionário das plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional. vol. IV, p. 1926-1978.

CANTUÁRIA, P de C.; ALVES, C. M. G.; MEDEIROS, T. D. S.; LIMA, R. B.; FREITAS, J. L da.; CANTUÁRIA, M. F.; SILVA, U. R. L da. Ocorrência de Fabaceae da Área de Proteção Ambiental da Fazendinha, Macapá, Amapá, Brasil. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 7, n. 2, p. 49-52, 2017.

CARAMORI, S. S.; SOUZA, A. A.; FERNANDES, K. F. Caracterização bioquímica de frutos de *Inga alba* (Sw.) Willd. e *Inga cylindrica* Mart. (Fabaceae). **Revista Saúde e meio Ambiente**, Mafra, v.9, n.2, p.16-23, 2008.

COMBES, R. D. Genotoxicity testing: recent advances and future trends. **Chemistry e Industry**, 24: 950-954, 1992.

CRUZ, R. A.; OLIVEIRA, L. P. D.; CALDEIRA, F. H.; MENDONÇA, F. S.; BACHA, F. B.; POTT, A.; COLODEL, E. M. Intoxicação espontânea e experimental por *Pterodon emarginatus* (Fabaceae Faboideae) em bovinos e experimental em ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 11, p. 1087-1094, 2012.

CUCHIARA, C. C.; BORGES, C, de S.; BOBROWSKI, V. L. Sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador da citogenotoxicidade de cursos d'água. **Tecnologia, Ciência e Agropecuária**, João Pessoa, v. 6, n. 1; p. 33-38, 2012.

CUNHA, L. C. S.; SOUSA, L. C. F.; MORAIS, S. A. L.; BARROS, T. T.; AQUINO, F. J. T.; CHANG, R.; SOUZA, M. G. M.; CUNHA, W. R.; GOMES, C. H. Extratos das cascas do ingá (*Inga laurina*) como agentes antimicrobianos frente a

microrganismos bucais. In: 51º **Congresso Brasileiro de Química**, São Luís, 2011.

CUSTÓDIO FILHO, A. C.; MANTOVANI, W. Flora fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). 81-Leguminosae. **Hoehnea**, 13: 113-140. 1986.

DONOGHUE, M. J.; ALVERSON, W. S. A new age of discovery. **Annals Missouri Botany Garden**, Saint Louis, v. 97, n. 2, p. 110-126, 2000.

EDER-SILVA, E.; FÉLIX, L. P.; BRUNO, R. L. A. Citogenética de algumas espécies frutíferas nativas do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 110-114, 2007.

ELIAS, T. S. Mimosoideae. In: POLHILL, R. M.; RAVEN, P. H. (Eds.) **Advances in Legume Systematics**. Kew, Inglaterra. Royal Botanic Gardens, pt. 01, pt. 143-151. 1981.

ESTRADA, A. A.; FILIPIAK, D. O consumo de álcool na adolescência: reflexões para além do ambiente escolar. Cadernos PDE. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. Versão online**, 2016.

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

FERREIRA, M. A.; URBANO, S. A. Novas tecnologias para alimentação de bovinos leiteiros na seca. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 15, n. 1, p. 42-52, 2014.

GALVÃO, M.; MIRANDA, D. P.; COSTA, G. M.; SILVA, A. B.; KARSBURG, I. V. Potencial Mutagenico em águas coletadas em diferentes pontos no Perímetro Urbano no município de Alta Floresta - MT através o Teste *Allium* (*Allium Cepa*). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n. 21; p. 2373, 2015.

GARCIA, F. C. P.; FERNANDES, J. M. 2015. **Inga** in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB23010>>.

GARCIA, F. C. P.; FERNANDES, J. M. **Inga**. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB022803> (acesso em 11/02/2020).

HOPKINS, M.; RIBEIRO, J. E.; PROCÓPIO, L. C. Estudos sobre o gênero *Inga* (Leguminosae, Mimosoideae) na Reserva Ducke. **VI Jornada de Iniciação Científica do INPA**, Manaus – AM, 1997.

HENNIG, G. **Metodologia do Ensino de Ciências**. 3 ed. Porto Alegre (RS): Mercado Aberto. 1998.

IGANCI, J. R. V.; BOBROWSKI, V.L; HEIDEN, G.; STEIN, V.C; ROCHA, B.H.G. Efeito do extrato aquoso de diferentes espécies de boldo sobre a germinação e índice mitótico de *Allium cepa* L. **Arquives Inst. Biology**, 73:79-82, 2006.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: um guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 768p., 2014.

KIST, C. P.; BAUMGARTNER, L.; FERRAZ, D. F. **Revisando e Elaborando Roteiros de Aulas Práticas de Ciências numa Abordagem Investigativa**. 2008.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Ed. Universidade de São Paulo. 4ª ED, 2005.

LEWIS, G. P.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. Legumes of the World. **Royal Botanic Gardens**, Kew. 2005.

LEVAN, A. The effect of colchicine on root mitoses in *Allium*. **Hereditas**, v. 24, n. 4, p. 471–486, 1938.

LIMA, N. M.; SANTOS, V N. C.; LA PORTA, F. A. Quimiodiversidade, Bioatividade e Quimiosistemática do gênero *Inga* (FABACEAE): Uma breve Revisão. **Revista Virtual de Química**, 2018.

LIMA, D. B. de; GARCIA, R. N. **Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio**. Cadernos do Aplicação, v. 24, n. 1, 2011.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. **Nova Odessa**: instituto Plantarum; 2008.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. **Nova Odessa**: Editora Plantarum, 2002. 167p.

LUCKOW, M.; MILLER, J. T.; MURPHY, D. J.; LIVSHULTZ, T. A phylogentic analysis of the Mimosoideae (Leguminosae) based on chloroplast DNA sequence data. In: B.B. Klitgaard and A. Bruneau (editors). *Advances in Legume Sytematics*, part 10, Higher Level Systematics, Royal Botanic gardens, Kew. p. 197-220, 2003.

MA, T. H.; XU, Z., XU, C.; MCCONELL, H.; RABAGO, E. V.; ARREOLA, H.; ZHANG, H. An improved *Allium/Vicia* root tip micronucleus assay for clastogenicity of environmental pollutants. **Mutation Research**, v. 335, p. 185-195. 1995.

MADALENO, I. Urban agriculture in Belém, Brazil. *Cities*, 17(1): 73-77, 2000.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia**. Histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Ed. Cortez, 2005.

MARCANO, L.; CARRUYO, I.; CAMPO, A. D. Montiel, X. Cytotoxicity and mode of action of maleic hydrazide in root tips of *Allium cepa* L. **Environmental Research**, 94: 221-226, 2004.

MESI, A.; KOPLIKU, D. Cytotoxic and genotoxic potency screening of two pesticides on *Allium cepa* L. **Procedia Technology**. v. 8, p. 19–26, 2013.

MITTEREGGER-JÚNIOR, H.; FERRAZ-DIAS, J.; LÚCIA-YONEMA, M.; ARENZON, A.; SILVA, J.; PEGAS-HENRIQUES, J.A. Avaliação das atividades tóxicas e mutagênicas da água e do sedimento do arroio Estância Velha, região coureira-calçadista, utilizando *Allium cepa*. **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, Rio Grande, v.1, n.2, p.147-151, 2006.

MOBOT, 2007. Missouri Botanical Garden, W3MOST. (www.mobot.org/W3T/Search/vast.html). Acesso: 08/02/2020.

MORAES, P. L. História da Biologia; **Brasil Escola**. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/biologia/historia-da-biologia.htm>>. Acesso em 06 de fevereiro de 2020.

MOURA, J. F.; SILVIA, M. S.; BATISTA, N. J. C.; UCHOA, V. T. ALVES, W. dos S. Estudo da genotoxicidade do extrato de abelmoschus esculentus (quiabo) pelo teste allium cepa/study the genotoxicity of extract abelmoschus esculentus (okra) by test *Allium cepa*. **Saúde em Foco**, v. 1, n. 1, p. 15-28, 2014.

NETO, G. G.; GONÇALVES, K. G.; DAVID, M de. SINOPSE BOTÂNICA DA SUBFAMÍLIA MIMOSOIDEAE (FABACEAE) PARA A FLORA DE MATO GROSSO, BRASIL. **FLOVET-Boletim do Grupo de Pesquisa da Flora, Vegetação e Etnobotânica**, v. 1, n. 7, 2015.

NIELSEN, M. H.; RANK, J. Screening of toxicity and genotoxicity in wastewater by the use of the Allium test. **Hereditas**, New Jersey, v. 121, n. 3, p. 249-254, 1994

PENNINGTON, T.D. The Genus Inga. Botany. **Royal Botanical Garden**. p. 844, 1997.

PICCOLI, T.; ZAIONS, M. I. Avaliação de citotoxicidade e genotoxicidade do extrato aquoso de *Ateleia glazioviana* Baill Fabaceae (timbó) utilizando teste *Allium cepa* Levan 1938. **Jornada Integrada em Biologia**, p. 20-20, 2016.

PORTIS, I. G.; FIGUEREIDO, F. R. G.; PENA, R. V.; HANUSCH, A. L.; SOUSA, L. P.; MACHADO, R. C.; CRUZ, A. D. Bioensaio citogenético para a caracterização da mutagenicidade e citotoxicidade da espécie *Choclhospermum regium*. **REFACER-Revista Eletrônica da Faculdade de Ceres**, v. 5, n. 1, 2016.

POSSOBOM, C. C. F.; OKADA, F. K.; DINIZ, R. D. S. Atividades práticas de laboratório no ensino de biologia e de ciências: relato de uma experiência. **Núcleos de ensino. São Paulo: Unesp, Pró-Reitoria de Graduação**, p. 113-123, 2003.

RAGUSA-NETTO, J.; FECCHIO, A. Plant food resources in diet of a parrot community in a gallery forest of the Southern Pantanal (Brasil). **Braz. J. Biol.** 66 (4). p. 1021-1032, 2006.

RODRIGUES, J. B. **A Botânica, Nomenclatura indígena e seringueiras.** Edição Fac – simulada das obras “MBAÉ KAÁ-TAPYIYETÁ ENOYNDAVA E AS HEVEAS”. 1905.

RAMOS, S. R. R.; QUEIROZ, M. A de.; PEREIRA, T. N. S. Recursos genéticos vegetais: manejo e uso. Embrapa Tabuleiros Costeiros-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2007.

SALES, M. D.; SILVA, F. P da. Uso de atividades experimentais como estratégias de ensino de ciências. **Encontro de Ensino, Pesquisa e extensão da Faculdade SENAC, 2010.** Disponível em: http://www.pe.senac.br/ascom/faculdade/Anais_EncPesqExt/IV/anais/poster/017_2010_poster.pdf. Acesso em: 06 de fevereiro de 2020.

SALOMÃO, R. P.; VIEIRA, I. C. G.; SUEMITSU, C.; ROSA, N. A.; ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; MENEZES, M. P. M. As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazônia Oriental. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais**, Belém, PA, v. 2, n. 3, p. 57-153. 2007.

SEREIA, D. A. de O.; PIRANHA, M. M. **Aulas práticas investigativas: Uma experiência no ensino fundamental para formação de alunos participativos.** Acesso em 06 de fevereiro de 2020.

SILVA, A. E. P. da.; MIRANDA, J. W.; NETO, M. P. L. avaliação tóxica, citotóxica, genotóxica e mutagênica da *Turnera ulmifolia* L. (Chanana) em células eucarióticas. **SAÚDE EM FOCO**, v. 2, n. 1, p. 25-48, 2015.

SILVA, F. D. B.; SALES, M. A. G.; SÁ, O. R. M.; DEUS, M. D. S. M de.; CASTRO, J. M. de.; PERON, A. P.; FERREIRA, P. M. P. Potencial citotóxico, genotóxico e citoprotetor de extratos aquosos de *Caesalpinia pyramidalis* Tul., *Caesalpinia ferrea* Mart. e *Caesalpinia pulcherrima* Sw. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 13, n. 2, 2015.

SILVA, A. E. P. da. MIRANDA, J. W.; NETO, M. P. L. Avaliação tóxica, citotóxica, genotóxica e mutagênica da *turnera ulmifolia* L. (chanana) em células eucarióticas. **Saúde em Foco**, v. 2, n. 1, p. 25-48, 2015.

SILVA, F. B. da.; GOMES, J. I.; COSTA, C. C. da.; MARTINS-DA-SILVA, R. C.; CARVALHO, L. T. de.; MARGALHO, L. F. Conhecendo espécies de plantas da Amazônia: ingá-costela (*Inga capitata* desv.-Leguminosae). **Embrapa Amazônia Oriental (INFOTECA-E)**, 2014.

SILVA, F. B. da. **A Tribo Ingeae bentham (Leguminosae-Mimosoideae) na floresta nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil.** 2010. Tese de Doutorado. UFRA/MPEG.

SILVA, A. C. F. da. Número de cromossomos em populações de *Achyrocline satureioides* Lam. (marcela) do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência rural**, v. 36, n. 2, 2006.

SILVA, D. S.; MEDEIROS A. N. Eficiência do uso dos recursos da caatinga: produção e conservação. In: SEGUNDO SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE. **Anais**. João Pessoa, PB, p.571-582, 2003.

SILVEIRA, F. T.; ORTOLANI, F. A. MATAQUEIRO, M. F.; MORO, J. R. Caracterização em duas espécies do gênero *Myrciaria*. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, 6(2): 327-333. 2006.

SOARES, L. **Educação de Jovens e Adultos: o que revelam as pesquisas**. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 21, n. 4, p. 911-930, 2015.

SOUZA, N. M de.; SOUZA, L. A. G de. Levantamento do potencial de aproveitamento das Leguminosas no Distrito da Barreira do Andirá, Barreirinha, AM. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; 2011.

SOUZA, L. S. **Avaliação do potencial de folhas de 05 espécies de ingá para alimentação de bovinos**. 2018.. Trabalho de conclusão de Curso Universidade Estadual do Mato Grosso, Alta Floresta, 2018.

SOUZA, LAG de. Guia da biodiversidade de Fabaceae do Alto Rio Negro. Manaus: FINEP, p. 118, 2012.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3 ed. **Nova Odessa**, SP: Instituto Plantarum, 2012. 768p.

SOUZA V. C & LORENZI H. Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APGII. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2005.

VAN'T HOF, J. The action of IAA and kinetin on the mitotic cycle of proliferative and stationary phase excised root meristems. **Experimental Cell Research**, v. 51, n. 1, p. 167-176, 1968.

VASCONCELOS, A. D. S.; COSTA, C. D.; Santana, J. R.; CECCATTO, V. M. Importância da abordagem prática no ensino de biologia para a formação de professores (licenciatura plena em ciências/habilitação em biologia/química-UECE). **Limoeiro do Norte-CE**, 2002.

4. Capítulo 1

4.1 COMPORTAMENTO DO CICLO CELULAR DE *Allium cepa* L. MEDIANTE O POTENCIAL CITOTÓXICO, GENOTÓXICO E ANTIPROLIFERATIVO DE INFUSÕES DAS FOLHAS DE QUATRO ESPÉCIES DO GÊNERO *Inga* Mill (Fabaceae)

INTRODUÇÃO

O gênero *Inga* possui em média 400 espécies de distribuição neotropical, dentre estas, 140 estão distribuídas no Brasil e, cerca de 93 ocorrem no litoral brasileiro, sendo um dos mais representativos desta importante família de plantas (SOUSA, 2009). Mimosoideae compreende, 78 gêneros e 3.270 espécies (LEWIS et al, 2005). Os gêneros de Mimosoideae estão distribuídos, principalmente, nas regiões tropicais, subtropicais e subtemperadas (ELIAS, 1981).

Nas regiões onde a estação seca é pronunciada, existe um sério problema referente a nutrição adequada para o rebanho em propriedades de pequenos e médios agricultores familiar ocorre principalmente no período de escassez de chuva, reduzindo a disponibilidade e qualidade nutricional das pastagens para os animais, comprometendo, a atividade leiteira nas propriedades. Uma medida que os agricultores vêm tomando, é a utilização de alimentos alternativos dos Sistemas Agroflorestais, como suplemento para os animais (FURTADO, 2016). O *Ingá* é uma espécie que pode ser apreciada para o consumo do rebanho, como as folhas e frutos, possuindo potencial nutritivos e folhas em quase todas as épocas do ano (LUNELLI, 2014). Entretanto é importante estudos avaliativos referente a composição de substâncias contidas nestes alimentos alternativos.

A nutrição é um dos fator que determina o desempenho dos animais bovinos. Para animais a pasto os nutrientes do solo afetam diretamente a disponibilidade e a qualidade da forragem, influenciando a produção de leite, reprodução e saúde do rebanho, sendo este um elemento fundamental para a produtividade dos animais (SANTOS, 2005). A produtividade animal nos trópicos é baixa, principalmente pela distribuição estacional e a variação qualitativa da forragem. Existem várias alternativas de sistemas de manejo que visam melhoria

na distribuição de alimento durante o ano, prevenindo grandes variações da produção animal, sendo uma opção para a época seca (EUCLIDES et al., 2007).

Uma das alternativas que tem sido pouco estudado, é o uso de espécies nativas como suplemento nutricional para animais em pastejo, sendo através da ingestão das folhas (NAIR, 1999). Todo alimento, com exceção da lignina, tem total potencial de degradabilidade, mas a digestão nunca acontece totalmente devido a pequenas porções de lignina que estão inseridas na celulose e hemicelulose, a qual atua como uma barreira contra a ação degradadora dos microrganismos ruminais (SALMAN et al., 2010).

Os organismos vivos estão frequentemente expostos a substâncias mutagênicas que podem causar danos celulares, que podem ser induzidos por agentes químicos, físicos ou biológicos que afetam processos vitais como a duplicação e a transcrição gênica, bem como alterações cromossômicas, levando a processos cancerosos e morte celular. Pelo fato de causarem lesões no material genético, essas substâncias são conhecidas como genotóxicas (SANTOS et al, 2015). Portanto o bioindicador *A. cepa* tem sido utilizado para estudos sobre os efeitos de extratos vegetais, visando à detecção do potencial de genotoxicidade, evitando o uso sem o devido conhecimentos específicos referentes aos possíveis danos provocados aos organismos (TEIXEIRA et al., 2003).

Diante da importância de estudos que avaliem o potencial de genotoxicidade de infusões de plantas, o sistema teste vegetal de *A. cepa* é um bioindicador fundamental e indicado, pelo seu baixo custo e acentuada confiabilidade (BAGATIN, 2007). É um teste eficaz, pela elevada sensibilidade, rapidez, baixo custo e de fácil manipulação (CUCHIARA; BORGES; DOBROWS, 2012). Este teste consiste em avaliar as alterações na divisão celular por meio da constatação de danos cromossômicos, distúrbios no ciclo celular e índice mitótico de células meristemáticas do vegetal (SILVA et al., 2015).

Dentro desse contexto, o presente trabalho objetivou-se em avaliar o comportamento do ciclo celular de *A. cepa* mediante o potencial citotóxico, genotóxico e antiproliferativo de infusões das folhas secas de *I. edulis*, *I. pilosula*, *I. laurina* e *I. macrophylla*.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Citogenética e Cultura de Tecidos Vegetais do Campus Universitário de Alta Floresta da Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado - UNEMAT.

Área de estudo e material de coleta

Para os testes de genotoxicidade e citotoxicidade, foram coletadas as folhas de *Inga edulis*, *Inga pilosula*, *Inga laurina* e *Inga macrophylla*, no período da seca (julho de 2018) e no período chuvoso (janeiro de 2019), no município de Alta Floresta - MT (Tabela 1) e (Figura 1).

Tabela 1: Identificação dos acessos, local de coleta do material vegetal das espécies e dados de GPS.

Espécies	Local de Coleta	Coordenadas	
<i>I. edulis</i>	Alta Floresta - MT	Sul: 09°51419868	Oeste: 56°453796
<i>I. pilosula</i>	Alta Floresta - MT	Sul: 09°54283464	Oeste: 56°5500244
<i>I. laurina</i>	Alta Floresta - MT	Sul: 09°514077	Oeste: 56°495952
<i>I. macrophylla</i>	Alta Floresta - MT	Sul: 09°53591288	Oeste: 56°519122

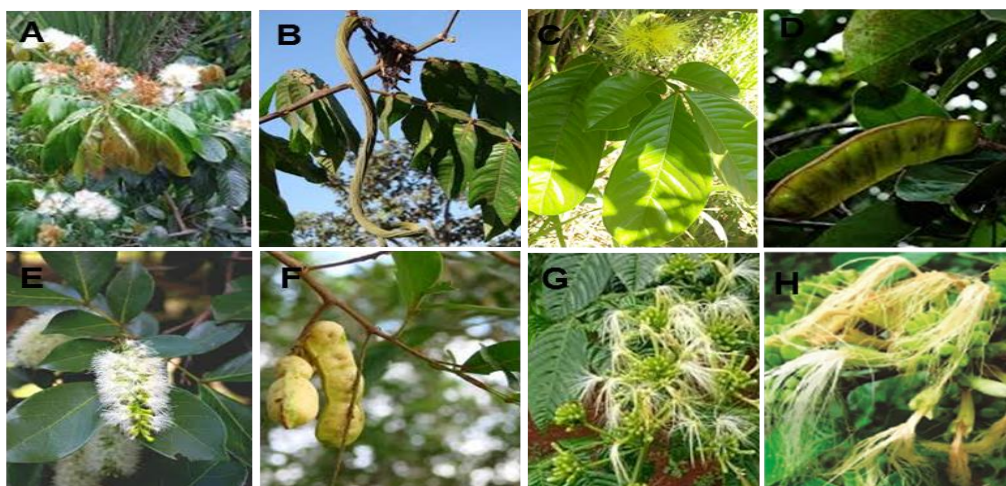


Figura 1: Espécies utilizadas para o estudo: (*I. edulis* (A e B), *I. pilosula* (C e D), *I. laurina* (E e F) e *I. macrophylla* (G e H).

Foi coletado o material vegetal de todas as espécies (*I. edulis*, *I. pilosula*, *I. macrophylla* e *I. laurina*) e confeccionadas as exsiccatas (Figura 2) e

consequentemente registrado no Herbário de Tangará da Serra TANG - Universidade do estado de Mato Grosso - UNEMAT (Tabela 2).

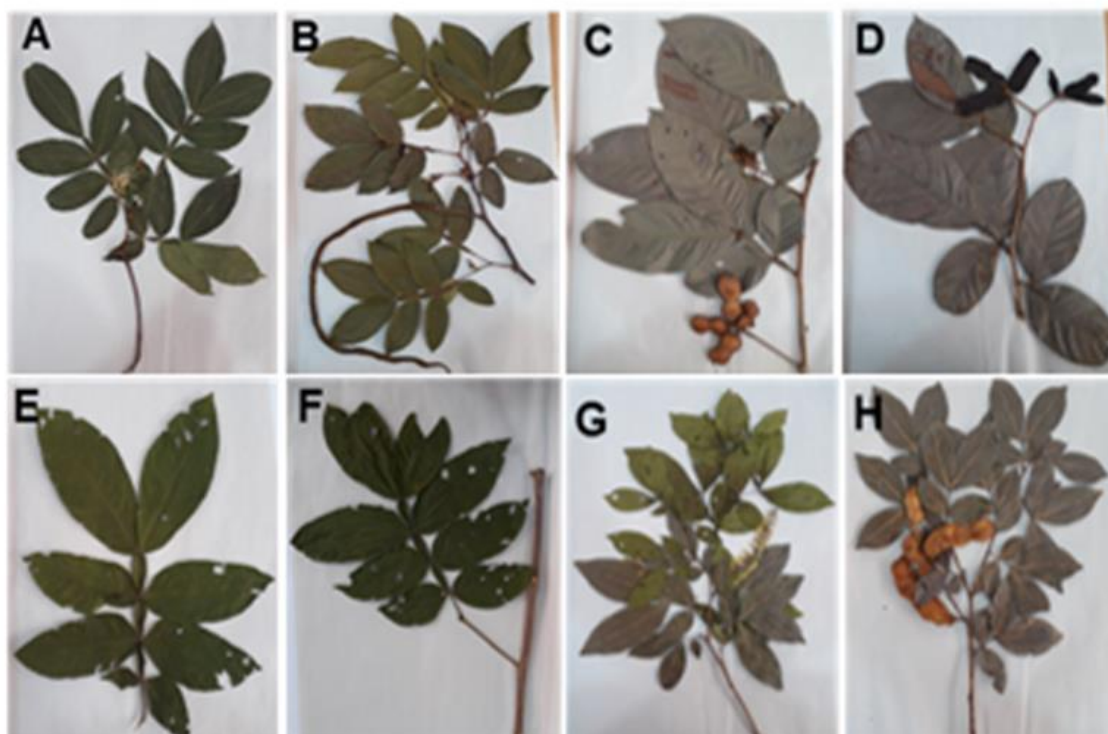


Figura 2: Exsicatas de (*I. edulis* (A e B), *I. pilosula* (C e D), *I. macrophylla* (E e F) e *I. laurina* (G e H).

Tabela 2: Número de Registro de identificação das espécies em exsicatas.

Espécies	Nº Tombo
<i>I. edulis</i>	6872
<i>I. pilosula</i>	6873
<i>I. macrophylla</i>	6874
<i>I. laurina</i>	6876

Montagem do experimento

Para este experimento foram utilizados bulbos de *A. cepa*, e folhas secas de *I. edulis*, *I. pilosula*, *I. laurina* e *I. macrophylla*, para obtenção das infusões dos tratamentos. Para os tratamentos foram empregadas 3 concentrações (1g, 1.5g e 2g), para 3 horários de exposição (24h, 48h e 72h) das raízes de *A. cepa* sob as infusões (Figura 3).



Figura 3: Experimento com os Bulbos de *Allium cepa* e as infusões das folhas secas de (*I. edulis*, *I. pilosula*, *I. laurina* e *I. macrophylla*).

As infusões foram preparadas, após as folhas serem secas, trituradas e pesadas referente a cada concentração para cada tratamento. Para o preparo das infusões utilizou-se 200 mL de água fervente sob à concentração, deixando-a em repouso até atingir a temperatura ambiente, em seguida distribuindo nos recipientes com os bulbos de *A. cepa*.

Neste teste utilizou-se *A. cepa* para os tratamentos (5 repetições). O controle negativo foi constituído com bulbos de *A. cepa* tratados em água destilada, já o controle positivo foi constituído de bulbos de cebola tratados em solução de dipirona sódica (2mL de dipirona para 200mL de água).

Na montagem deste experimento foi adotando dois métodos, o Método Direto (MD) e o Método Indireto (MI). Para o Método Direto o bioindicador teste foi colocado diretamente sob cada infusão testada em copos descartáveis de 25 mL, sendo coletado as raízes de *A. cepa* com 48h e 72h. Já para o Método Indireto, o bioindicador foi condicionado sob um processo de enraizamento, por três dias, após esse período o material vegetal foi exposto as infusões preparadas, coletando-se as radículas com 24h, 48h e 72h, em seguida fixando-as em etanol-ácido acético (3:1), conservando no refrigerador até o uso.

Preparo das lâminas

Para o preparo das lâminas, as raízes foram lavadas com água destilada por 15 minutos, com 3 lavagens consecutivas, para a retirada do fixador, as quais estavam armazenadas. No processo de hidrolise das células foi utilizado HCl 5N, onde as raízes da cebola ficaram expostas ao por 10 minutos. Ao término desse processo, foram lavadas novamente conforme procedimento anterior. O

procedimento teve o objetivo de fazer a dissociação das células sob a lâmina. No preparo das lâminas utilizou-se o método de esmagamento, com uma radícula por lâmina (Figura 4).



Figura 4: Material radicular e utensílios do laboratório utilizado para o preparo das lâminas.

As radículas foram colocadas sobre a lâmina com o auxílio de uma pinça e de um bisturi, sendo seccionando a região meristemática da raiz de cor branca, adicionando uma gota de orceína acética 2%, macerando-a com o bastão de vidro, para dissociação do material, em seguida sendo coberto por uma lâminula. Neste mesmo seguimento foram confeccionadas 10 lâminas de cada tratamento, analisando 300 células por lâmina, avaliando células mitóticas normais e anormais, nas fases de interfase, prófase, metáfase, anáfase e telófase em microscópio óptico (LEICA) com a objetiva de 40X.

O índice mitótico (IM) e o total de alterações cromossômicas obtidas para cada tratamento, durante o período de exposição e entre os diferentes infusões foram comparadas com os controles (positivo e negativo). O índice mitótico obteve-se, ao dividir o número de células em mitose (prófase + metáfase + anáfase + telófase) pelo número total de células (interfase + mitose) multiplicando-se por 100 (PIRES et al., 2001). Após a contagem das células de *A. cepa*, foi realizando a análise de variância a 5% de probabilidade, e as médias comparadas por meio do teste Duncan, com o auxílio do programa R, versão 3.3.2 (R CORE TEAM, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados das análises das células de *Allium cepa*, mediante o método direto, expostas nas infusões das folhas de *Inga edulis*, nas

concentrações de 1g, 1,5g e 2g, para o Índice Mitótico, nas diferentes concentrações, diferiram-se estatisticamente, mas, o horário de 72h (20,13%), obteve maior percentual de células em divisão. Visto que, para os tratamentos utilizando as concentrações de 1g (14,41% para 48h), (14,15% para 72h), e 1,5g (16,95% para 48h) e (17,26% para 72h), diferiram-se estatisticamente do controle positivo e negativo, isso indica que houve a inibição da divisão celular para estas concentrações em comparação com os demais tratamentos (Tabela 3).

No que se referente ao índice de Anomalia a concentração de 2g tanto para 48h como para 72h obteve os maiores índices percentuais de células anormais, o controle positivo mostrou-se com os maiores índices de células com anomalias em comparação aos demais tratamentos para ambos horários. Já ao analisar o Percentual de Interfase, o tratamento utilizando a concentração de 1g obteve os maiores percentuais de células em intérfase, seguido do controle negativo. Para ambos tratamentos os controles (positivo e negativo) obtiveram resultados estatísticos considerados satisfatórios.

Ao fazer a análise das células sob o efeito das infusões das folhas secas *Inga edulis*, apresentaram um grande número de células em intérfase, onde percebe-se que, houve a inibição do ciclo celular, o que indica um possível efeito antiproliferativo.

Tabela 3 – IM, IA e PI de infusões de folhas de *Inga edulis*, por meio do método direto sob três diferentes concentrações e dois diferentes horários de exposição.

Concentração	Índice Mitótico		Índice de Anomalia		Percentual de Interfase	
	48h	72h	48h	72h	48h	72h
1 g/l ⁻¹	14,41Ac	14,15Ac	4,31Ab	4,28Ac	81,26Aa	81,56Aa
1.5 g/l ⁻¹	16,95Ab	17,26Ab	4,68Bb	5,86Ab	78,36Ab	76,86Ab
2 g/l ⁻¹	19,80Aa	20,13Aa	5,96Ba	6,91Aa	74,23Ac	72,66ABc
C. Negativo	19,66Aa	20,13Aa	0,26Ac	0,13Ad	80,06Aab	79,73Aa
C. Positivo	19,86Aa	21,16Aa	6,43Aa	7,23Aa	73,70Ac	71,59Ac
CV (%)	10,46		29,92		3,18	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste duncan a 5% de probabilidade.

Segundo Bagatini et al. (2007) os estudos citogenéticos de espécies vegetais informam sobre as possíveis alterações cromossômicas, que podem ser decorrentes do próprio metabolismo ou devido à presença de agentes mutagênicos.

De acordo com o trabalho de Piccoli et al. (2016), onde avaliaram a citotoxicidade e genotoxicidade do extrato aquoso de *Ateleia glazioviana* Baill (Fabaceae), com três concentrações: 5 mg/mL, 10 mg/mL e 20 mg/mL, utilizando o teste com *Allium cepa*. Os resultados mostraram que as infusões de *A. glazioveana* na maior concentração (20 mg/mL) causaram uma redução no índice mitótico comparado ao controle, a espécie estudada apresentou baixa capacidade antiproliferativa no organismo teste, sendo estatisticamente não significativa.

Conforme os estudos de Fernandes et al. (2018) ao avaliar o potencial citotóxico, mutagênico e genotóxico de *Synadenium grantii* Hook. f., demonstrou o efeito antiproliferativo citotóxico em todas as concentrações analisadas e o efeito mutagênico nas concentrações de 0,8%, 0,2%, 0,1%, 0,05% e 0,025% do látex da planta frente a células meristemáticas de *A. cepa*.

Souza et al. (2013) relatam que o potencial genotóxico de um extrato pode ser observado pela existência de aberrações cromossômicas durante o ciclo celular, já o efeito antiproliferativo pode ser observado pela inibição da divisão celular, ou um elevado número de células interfásicas.

Ao avaliar as células meristemáticas de *A. cepa* em processo de divisão celular para o método indireto, os resultados do índice mitótico (IM) estão disponíveis na tabela 4. Ao analisar o efeito das infusões das folhas de *Inga edulis*, os valores do IM para o horário de 24h, a concentração de 1g obteve os maiores índices de células em divisão (20,66%), diferindo-se do controle negativo, para o horário de 48h foi a concentração de 2g (21,86%), e para o horário de 72h foi a concentração de 1,5g (20,95%).

Os controles positivo e negativo mostraram resultados satisfatórios com índices percentuais que diferem dos demais tratamentos. Para o Índice de Anomalia (IA) deste método, nas diferentes concentrações (1g, 1,5g e 2g) obtiveram resultados consideráveis em comparação aos controles positivo e negativo.

Tabela 4 – IM e IA de chá de folhas de *Inga edulis*, por meio do método indireto sob três diferentes concentrações e três diferentes horários de exposição.

Concentração	Índice Mitótico			Índice de Anomalia		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h
1 g/l ⁻¹	20,66Aa	19,84Aab	19,93Aab	7,40Aa	6,78ABa	5,76Ba
1.5 g/l ⁻¹	18,61Bab	21,40Aab	20,95Aa	6,66Aab	5,78Ab	6,44Aa
2 g/l ⁻¹	19,60Bab	21,86Aa	17,16Cc	6,38Ab	6,50Aab	6,58Aa
C. Negativo	17,66Ab	18,30Ac	18,23Abc	0,09Ac	0,09Ac	5,83Aa
C. Positivo	19,03Aab	20,23Aac	19,93Aab	6,06Ab	5,66Aab	0,06Ab
CV (%)	12,40			25,79		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste duncan a 5% de probabilidade.

Caritá et al. (2010) abordam que o aumento ou a redução do grau do índices mitóticos (IM) é um importante indicador para monitorar os efeitos de extratos vegetais, especialmente aqueles com potencial de toxicidade.

A partir dos resultados obtidos no trabalho de Lacerda et al. (2014), pode-se observar que nas concentrações testadas de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. (Fabaceae), (0,082; 0,164 e 0,328 g / mL), aumentaram bastante o índice mitótico das células meristemáticas de *A. cepa* em comparação com o IM obtido para os respectivos controles. Esses resultados sugerem uma ação citotóxica dos extratos aquosos de *H. stigonocarpa* estudados nos dois tempos de exposição avaliados e no sistema de teste utilizado.

O uso de testes para avaliação da bioatividade de extratos e compostos isolados de plantas tem sido frequentemente incorporado à identificação e ao monitoramento de substâncias tóxicas (NOLDIN et al., 2003).

De acordo com Fiskesjö (1995), mesmo que o metabolismo vegetal seja diferente do metabolismo animal, o teste com o bioindicador *Allium cepa* é adequado para análise citotóxica, e para observações da ocorrência de alterações cromossômicas no ciclo celular.

Quanto as células anormais, o potencial citotóxico e mutagênico dos compostos químicos podem ser avaliados com eficácia pelo sistema teste com vegetais (MA et al., 1995).

Conforme a tabela 5, para o Percentual de Intérfase (PI), houve diferença estatística entre a concentração de 1g e o controle negativo, a concentração de 1,5g apresentou os maiores percentuais para os horários de 24h (74,71%) e 2g em 72h (76,25%). O controle negativo mostrou-se com os maiores índices estatísticos de células em intérfase comparando os cinco tratamentos.

Tabela 5 – PI de chá de folhas de *Inga edulis*, por meio do método indireto sob três diferentes concentrações e três diferentes horários de exposição.

Concentração	Percentual de Interfase		
	24h	48h	72h
1 g/l ⁻¹	71,93Bc	73,36ABb	74,33bc
1.5 g/l ⁻¹	74,71Ab	72,81ABb	72,60Bc
2 g/l ⁻¹	74,01Bb	71,63Cb	76,25Ab
C. Negativo	82,23a	81,60a	81,70a
C. Positivo	74,90b	74,10b	74,23bc
CV (%)	4,24		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste duncan a 5% de probabilidade.

Segundo o estudo de Faschineto et al. (2007), sobre o efeito antiproliferativo de *Achyrocline satureioides* DC, por meio do bioindicador *A. cepa*, constatou-se auto índice do número de células em interfase, isso pode indicar um efeito antiproliferativo dos extratos, sobre a divisão celular de *A. cepa*.

Molina et al. (2006) em um de seus trabalhos abordaram que a maior frequência de células interfásicas é esperada, pelo fato da interfase é a fase mais longa do ciclo celular. O ciclo celular das células somáticas está dividido em duas fases: a interfase e a mitose.

Para a espécie *Inga pilosula*, no método direto, (Tabela 6), ao analisar as infusões das folhas secas, os valores para o Índice mitótico (IM) no horário de 48h, estiveram entre 19,20% para o tratamento de 2g e 18,83% para o 1.5g, como também para o horário de 72h, a infusão com 2g obteve um percentual de 18,95% e 1.5g 17,09%.

Nos dados que se referem o Índice de Anomalia (IA) os valores percentuais em horário de 48h as concentrações de 1g foram de (4,51%), 1.5g (6,03%) e 2g (7,50%). Logo também para o horário de 72h as concentrações de 1g obteve (5,15%), 1.5g (6,11%) e 2g (6,96%), havendo um aumento gradativo de um horário para o outro, tanto para Índice mitótico (IM) quanto para o Índice de Anomalia (IA).

É visto também ao analisar o Percentual de Interfase, o maior índice de células no estágio de interfase, ocorreu para a concentração de 1g em 48h e 72h. O controle positivo e negativo obtiveram resultados satisfatório em comparação aos demais tratamentos do experimento.

Tabela 6 – IM, IA e PI de chá de folhas de *Inga pilosula*, por meio do método direto sob dois diferentes horários de exposição.

Concentração	Índice Mitótico		Índice de Anomalia		Percentual de Interfase	
	48h	72h	48h	72h	48h	72h
1 g/l ⁻¹	17,01Ab	16,86Bc	4,51c	5,15c	78,46a	77,98ab
1.5 g/l ⁻¹	18,83a	17,09c	6,03b	6,11b	75,13b	76,78b
2 g/l ⁻¹	19,20a	18,95b	7,50a	6,96ab	73,29c	74,08c
C. Negativo	19,66a	20,13ab	0,26b	0,13c	80,06a	79,73a
C. Positivo	19,86a	21,16a	6,43b	7,23a	73,70bc	71,59d
CV (%)	9,79		25,58		3,43	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste duncan a 5% de probabilidade.

Santos et al. (2017), ao avaliar a genotóxicidade, citotóxicidade da infusão das folhas de *Spondias purpurea* L., não constataram diferenças significativas para o Índice Mitótico (IM), mas foi observado alterações cromossômicas nas concentrações de 25 mg e 50 mg quando comparadas com o controle.

De acordo com Portis et al. (2016) as plantas que possuem componentes mutagênicas causam precauções quanto à utilização.

Bezerra et al. (2016), ao fazer um estudo sobre os possíveis efeitos citotóxico e genotóxico das infusão das folhas do *Plectranthus barbatus* utilizando o bioindicador *Allium cepa*, observou-se que as maiores concentrações mostraram-se indutoras de genotoxicidade devido ao aumento da frequência de aberrações cromossômicas.

Carvalho e Rodrigues (2014), avaliação a citogenotoxicidade de infusões *in natura* de *Maytenus ilicifolia* e *Zingiber officinale*, onde 10g/L, demonstrou efeito citotóxico e dano celular pela presença de alterações na divisão celular e um auto índice de células em interfase.

Observa-se na tabela 7, que o percentual do Índice Mitótico (ÍM) para a concentração de 1g se deu no horário de 48h (19,36%) e 72h (19,61%), não diferiram-se estatisticamente entre si. Para a concentração de 1.5g no horário de 72h (19,10%) apurou o maior índice de divisão celular e para 2g não houve diferença estatística entre os resultados percentuais apurados.

Já para os resultados de Índice de Anomalia (ÍA) constatou-se os maiores índices para a concentração de 1g, ocorreu com 72h (7,33%) de exposição do bioindicador na infusão, para a concentração de 1.5g se deu em 24h (7,48%) e 48h (7,48%) e para a concentração de 2g foi em 48h (7,68%) e 72h (7,56%).

Ambos controles positivo e negativo nos resultados do Índice Mitótico, mostraram-se com altos resultados percentuais, e não diferiram-se estatisticamente dos demais tratamentos. Já aos dados que se referem ao Índice de Anomalia, os controles (positivo e negativo) diferiram-se estatisticamente entre si.

Tabela 7 – IM e IA de infusões de folhas de *Inga pilosula*, por meio do método indireto sob três diferentes concentrações e três horários em exposição.

Concentração	Índice Mitótico			Índice de Anomalia		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h
1 g/l ⁻¹	17,69Ba	19,36Aa	19,61Aa	5,70Bc	6,95Aa	7,33Aa
1.5 g/l ⁻¹	17,26Ba	16,55Bb	19,10Aa	7,48Aa	7,48Aa	6,28Bb
2 g/l ⁻¹	18,71Aa	19,58Aa	19,50Aa	6,96Aab	7,68Aa	7,56Aa
C. Negativo	17,66Aa	18,30Aa	18,23Aa	0,09Ad	0,09Ac	0,06Ac
C. Positivo	19,03Aa	20,23Aa	19,93Aa	6,06Abc	5,66Ab	5,83Ab
CV (%)	11,60			20,28		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste duncan a 5% de probabilidade.

Louvatel et al. (2014) em um trabalho sobre a avaliação da citotoxicidade e genotoxicidade utilizando extratos de *Stachys byzantina*, através do sistema teste *A. cepa*, verificou-se que o índice mitótico obteve resultados abaixo do controle.

Greenwood et al. (2004), em um de seus trabalhos abordam que o índice mitótico (IM) mede a dimensão das células na fase de mitose, e a inibição do ciclo celular pode ser entendido como a morte celular ou um atraso na cinética de proliferação, bem como seu decaimento em mais de 50% em relação ao controle pode acarretar um efeito letal ao organismo.

De acordo com o estudo de Pinho et al. (2010) analisando as células de *Allium cepa*, a dose usual do chá de carqueja (20 g/L) aumentou o número de anomalias do ciclo mitótico, já a dose dez vezes mais concentrada (200 g/L), inibiu a divisão celular e ambas as concentrações aumentaram o número de anomalias interfásicas.

Conforme a tabela 8, no Percentual de Interfase (PI) da *Inga pilosula* na concentração de 1g, apresentou os maiores percentuais para o horário de 24h (76,60%), para 1.5g ocorreu em 48h (75,96%) e para a concentração de 2g contatou-se no horário de 24h (74,31%). Tanto o controle positivo quanto negativo apuraram resultados estatísticos. O controle positivo e o controle

negativo mostraram-se com alto índices estatísticos de células em interfase em comparação aos 5 tratamentos.

Tabela 8 – PI de infusões de folhas de *Inga pilosula*, por meio do método indireto sob sob três diferentes concentrações e três horários em exposição.

Concentração	Percentual de Interfase		
	24h	48h	72h
1 g/l ⁻¹	76,60Ab	73,98Bc	73,05Bb
1.5 g/l ⁻¹	75,25Abc	75,96Ab	74,61Ab
2 g/l ⁻¹	74,31Ac	72,73Ac	72,93Ab
C. Negativo	82,23Aa	81,60Aa	81,70Aa
C. Positivo	74,90Abc	74,10bAc	74,23Ab
CV (%)	3,74		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste duncan a 5% de probabilidade.

Fachinetto e Tedesco (2009) em um trabalho referente a Atividade antiproliferativa e mutagênica dos extratos aquosos de *Baccharis trimera* e *Baccharis articulata* por meio do teste de *Allium cepa* contabilizou o número total de células, o número de células em interfase e as células em diferentes fases do ciclo celular, bem como os valores do índice mitótico. Para a espécie *B. trimera*, foi possível observar, que para ambas as populações estudadas, houve uma inibição da divisão celular na concentração usual de (15 mg mL⁻¹) com relação ao controle (população 1 χ^2 = 121,3 e 236,7, população 2 χ^2 = 211 e 236,7) . Os valores de IM diferiram entre os tratamentos somente na população 1 (χ^2 = 70,9).

Na análise do Índice Mitótico (ÍM) das células de *Allium cepa* mediante o efeito das infusões das folhas de *Inga laurina* (Tabela 9), a concentração de 2g mostrou-se com os maiores índice de divisão celular para os horários de 48h e 72h (20,16% e 19,13%). É visto que para os resultados do Índice de Anomalia (ÍA) a concentração de 2g obteve os maiores índice de células anormais para os horários de 48h (7,35%) e 72h (7,45%), não havendo diferença estatística referente aos três horários. Para o Percentual de Interfase (PI), ambas concentrações (1g e 2g) em 72h (77,01% e 73,41%), e para 1g em 48h (76,51%), obtiveram as maiores médias em tempos de exposição e concentração, com as maiores quantidade de células normais em interfase. Os tratamentos com as infusões das folhas de *I. laurina* apresentaram um aumento significativo da porcentagem de alterações cromossômicas quando comparados ao controle em

água destilada, demonstrando potencial genotóxico, e aqueles que não possuem tal efeito, apresentaram efeito antiproliferativo.

Tabela 9 – IM, IA e PI de chá de folhas de *Inga laurina*, por meio do método direto sob três diferentes concentrações e dois diferentes horários de exposição.

Concentração	Índice Mitótico		Índice de Anomalia		Percentual de Interfase	
	48h	72h	48h	72h	48h	72h
1 g/l ⁻¹	16,96Ab	16,50Ac	6,78Aab	6,48Ab	76,25Ab	77,01Ab
1.5 g/l ⁻¹	17,28Ab	17,36Ac	6,20Ab	6,16Ab	76,51Ab	76,46Ab
2 g/l ⁻¹	20,16Aa	19,13Ab	7,35Aa	7,45Aa	72,48Ac	73,41Ac
C. Negativo	19,66Aa	20,13Aab	0,26Ac	0,13Ac	80,06Aa	79,73Aa
C. Positivo	19,86Aa	21,16Aa	6,43Aab	7,23Aab	73,70Ac	71,59Ac
CV (%)	9,25		23,89		3,23	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste duncan a 5% de probabilidade.

O índice mitótico (IM) é um indicativo da proliferação das células, e que podem ser medido através do sistema teste de *Allium cepa* L. (GADANO et al., 2002).

O autor Patussi (2013) aborda em seu estudo que o procedimento de anomalias em raízes de *Allium cepa* é regularizado pelo Programa Internacional de Segurança Química e o Programa Ambiental das Nações Unidas que possui um processo de avaliação para diagnóstico e monitoramento *in situ* da genotoxicidade de substâncias.

Solano et al. (2015) ao realizar um trabalho sobre avaliação do efeito mutagênico da solução aquosa de *Hymenaea coubaril* L. com uso dos biotestes *Allium cepa* e *Lactuca sativa* ambas as espécies utilizadas como bioindicadores observou-se irregularidades nos estágios da mitose. O índice mitótico diferiu significativamente entre o controle positivo para bioincador *Lactuca sativa*. A espécie *H. coubaril*, pode ser considerada genotóxica, pois apresentou irregularidades no processo de divisão celular nas diferentes fases nas diferentes concentrações.

Referente a tabela 10 por meio do Método Indireto ao analisar o Índice Mitótico (ÍM) constatou-se que, para as concentração de 1g, no horário de 72h apurou-se os maiores índices estatísticos (19,93%), para a concentração de 1.5g em 72h (18,68%) e 2g em 48h (19,55%) de células em divisão, não havendo diferença estatística para a concentração de 2g em relação aos horários. Analisando o Índice de Anomalia (ÍA) a concentração de 1g no horário de 72h

(6,90%) apurou os maiores percentuais de células com anomalias, 1.5g em 48h (7,56%) e para 2g em 24h e 72h, (7,13% e 7,08%), diferindo-se estatisticamente a concentração de 1g e o controle positivo dos demais tratamentos referente ao horário de 72h. Quanto as células em divisão anormal, as concentrações de 1g, 1.5g e 2g), superaram os valores do controle positivo e negativo. Os tratamentos apresentaram aumento significativo da porcentagem de alterações cromossômicas quando comparados aos controles, demonstrando potencial genotóxico, e aqueles que não possuem tal efeito, apresentaram efeito antiproliferativo.

Tabela 10 – IM e IA de chá de folhas de *Inga laurina*, por meio do método indireto sob três diferentes concentrações e três diferentes horários de exposição.

Concentração	Índice Mitótico			Índice de Anomalia		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h
1 g/l ⁻¹	16,89Bb	17,46Bc	19,93Aa	6,50Aa	6,36Ab	6,90Aa
1.5 g/l ⁻¹	17,05Bb	17,18Bc	18,68Ab	7,05Aa	7,56Aa	7,16Aa
2 g/l ⁻¹	18,41Aa	19,55Aab	18,33Ab	7,13Aa	6,65Ab	7,08Aa
C. Negativo	17,66Aab	18,30Abc	18,23Ab	0,09Ab	0,09Ac	0,06Ac
C. Positivo	19,03Aa	20,23Aa	19,93Aa	6,06Aa	5,66Ab	5,83Ab
CV (%)	11,27			22,52		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste duncan a 5% de probabilidade.

Figueredo (2014) relatou em seu estudo que a citotoxicidade ocorre basicamente pela medida da taxa de crescimento celular, podendo ser observada macroscopicamente dependendo da forma do estudo que se aplica. Já a genotoxicidade e o seu potencial é determinado pela presença de anomalias cromossômicas, estruturais ou numéricas (LEME et al., 2009).

Sousa (2017) em uma avaliação do potencial genotóxico e mutagênico de extratos padronizados de *Caesalpinia ferrea* e *Brosimum gaudichaudii*, os resultados revelaram que os extratos não apresentaram potencial citotóxico. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativa para os parâmetros do índice mitótico, frequência de micronúcleos e erros de migração cromossômica (metáfases e anáfases anormais) em células meristemáticas da raiz de *A. cepa* entre os testes e seus controles no presente estudo.

Na análise do Percentual de Interfase, os tratamentos de 1g em 24h e 48h obteve maior índice de células interfásicas (76,60% e 75,90%), e para 2g

(74,58%). Ambos tratamentos diferiram-se do controle negativo, com valores estatisticamente iguais ou superiores ao controle positivo (Tabela 11).

Tabela 11 – PI de chá de folhas de *Inga laurina*, por meio do método indireto sob três diferentes concentrações e três diferentes horários de exposição.

Concentração	Percentual de Interfase		
	24h	48h	72h
1 g/l ⁻¹	76,60Ab	76,16Ab	73,16Bb
1.5 g/l ⁻¹	75,90Abc	75,24Abc	74,14Ab
2 g/l ⁻¹	74,44Ac	73,79Ac	74,58Ab
C. Negativo	82,23Aa	81,60Aa	81,70Aa
C. Positivo	74,90Abc	74,10Abc	74,23Ab
CV (%)	8,83		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste duncan a 5% de probabilidade.

Barros et al. (2008) em um estudo sobre avaliação da toxicidade, apurou resultados onde aborda que, o potencial genotóxico de um extrato pode ser analisado pela presença de aberrações cromossômicas durante o ciclo celular, sendo as mais comuns as células com cromossomos isolados, micronúcleos, pontes cromossômicas, células binucleadas, já o efeito antiproliferativo pode ser observado pela inibição da mitose, ou um elevado número de células no estágio de interfase.

Segundo Mello et al. (2013) em um trabalho de genotoxicidade com a espécie *Amburana cearensis* (Fabaceae) por meio do sistema teste *Allium cepa*, obtiveram resultados referente aos índices mitóticos, onde os tratamentos diferiram entre si, constatou-se a presença de células com anormalidades, Observou-se ainda um decréscimo no percentual de células no estágio de metáfase, e conseqüentemente ocorreu um aumento de células no estágio de interfase.

No presente estudo os valores do índice mitótico (Tabela 12), das infusões com as folhas secas de *Inga macrophylla*, não diferiram estatisticamente entre si em comparação aos controles positivo e negativo no horário de 48h, mas, variaram de 17,78% à 20,13% para os tratamentos: 1g, 1.5 e 2g no horário de 72h ao comparar o controle negativo. Para a concentração de 1.5g houve interação e diferiu dos demais tratamentos em relação ao Índice Mitótico. Ao verificar o Índice de Anomalia (ÍA) para concentração de 1g, o horário de 48h (7,83%) obteve maior índice de anomalia nas células mitóticas, 1.5g em 72h

(6,73%) e 2g 48h (7,68%). De acordo com o Percentual de Interfase (PI), para ambas concentrações de 1g, 1.5g e 2g o horário de 72h obteve um maior índice de células interfásicas. Exceto para os controles positivo e negativo que apresentaram um maior número de células em interfase no horário de 48h.

Tabela 12 – IM, IA e PI de chá de folhas de *Inga macrophylla*, por meio do método direto sob dois diferentes concentrações e dois diferentes horários de exposição.

Concentração	Índice Mitótico		Índice de Anomalia		Percentual de Interfase	
	48h	72h	48h	72h	48h	72h
1 g/l ⁻¹	18,70Aa	17,78Acd	7,83Aa	6,63Ba	73,46Bb	75,58Ab
1.5 g/l ⁻¹	18,63Aa	17,66Ad	6,55Aa	6,73Aa	74,83Ab	75,60Ab
2 g/l ⁻¹	18,48Aa	18,88Aab	7,68Ab	6,50Ba	73,83Ab	74,61Ab
C. Negativo	19,66Aa	20,13Aab	0,26Ac	0,13Ab	80,06Aa	79,73Aa
C. Positivo	19,86Aa	21,16Aa	6,43Ab	7,23Aa	73,70Ab	71,59Ac
CV (%)	9,81		21,68		3,41	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste duncan a 5% de probabilidade.

Hoshina (2002) aborda que resultados de Índices mitóticos (IM) maiores que o controle negativo ocorre devido ao aumento na divisão celular, podendo ser prejudicial para as células, ocasionando uma proliferação de células, um crescimento tumultuado e até levando à anomalias celulares.

A diminuição do Índice mitótico (IM) pode ser uma indicação de citotoxicidade (REGO et al., 2015).

A mutagenicidade causa danos celulares que podem ser induzidos por agentes químicos, físicos ou biológicos, afetando processos celulares vitais, como as alterações cromossômicos (COSTA et al., 2000).

Conforme os estudos de Gniazdowska e Bogatek (2005), os processos de visualização do índice mitótico (IM) em um ciclo celular pode ocorrer quando é detectado, pelo microscópio, as anomalias nas fases da mitose e as formas estruturais das células. Com isso, durante o bioensaio com as raízes de *Alium cepa*, crescem diretamente em contato com o extrato, sendo possível analisar a ocorrência de diferentes concentrações sobre o ciclo celular. Havendo inibição do ciclo celular, interrupção das metáfases, surgimento de pontes e micronúcleos, indução de alterações cromossômicas numéricas e estruturais, (COSTALONGA, 2009).

Ao avaliar as células meristemáticas em processo de divisão celular, foi possível analisar o índice mitótico (IM), apresentados na tabela 13. Verificando

o efeito das infusões das com as concentrações 1g, 1.5g e 2g das folhas da espécie *Inga macrophylla*, constatou-se que os valores do índice mitótico (IM) estiveram entre 20,33% à 21,76%/24h de 16,81% à 18, 46%/48h e de 17,99% à 21,50%/72h, houve interação entre os horários. Para o Índice de Anomalia (ÍA) para ambas concentrações no horário de 24h os resultados variaram 7,18% à 8%, para 48h (6,73% à 7%) e 72h (5,06% à 7,99%). Ambos tratamentos em comparação aos controles negativo e positivo obteve-se resultados acima de 16,81%.

Tabela 13 – IM e IA de chá de folhas de *Inga macrophylla*, por meio do método indireto sob três diferentes concentrações e três diferentes horários de exposição.

Concentração	Índice Mitótico			Índice de Anomalia		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h
1 g/l ⁻¹	20,33Aab	18,46Ba	17,99Bb	7,18Aa	6,73Aa	5,06Bb
1.5 g/l ⁻¹	20,11Ab	19,68Aa	18,64Ab	7,54Aa	7,00Aa	7,20Aa
2 g/l ⁻¹	21,76Aa	16,81Ab	21,50Aa	8,00Aa	6,51Bab	7,99Aa
C. Negativo	17,66Ac	18,30Ab	18,23Ab	0,09Ac	0,09Ac	0,06Ac
C. Positivo	19,03Abc	20,23Aa	19,93Aab	6,06Ab	5,66Ab	5,83Ab
CV(%)	12,98			21,40		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste duncan a 5% de probabilidade.

Dias et al. (2014) avaliando infusões de *Mikania cordifolia* (L. F.) Willd., observaram uma inibição do índice mitótico (IM) em sementes de cebola tratadas com extratos aquosos de folhas frescas e secas de *Ricinus communis* L., sendo que os extratos de folhas frescas inibiram mais a divisão celular.

Kurás et al. (2006), em um estudo com amoreira, a espécie demonstrou uma alta capacidade de inibição do índice mitótico em *A. cepa*. Igualmente, *Uncaria tomentosa* (Willd.) DC, que demonstrou uma eficaz restrição da divisão celular.

Segundo Ignat et al. (2011) o metabolismo secundário das plantas tem como resultado a produção de compostos fenólicos, que podem causar inúmeros efeitos. Pasqualli et al (2015) ao estudar a espécie *Allophylus edulis* (A.St.- Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk observou um decréscimo nos valores do índice mitótico (IM) para todos os tratamentos testados em relação ao controle negativo.

Luz et al. (2012) analisando o índice mitótico de *Costus spiralis* nas concentrações (10 e 20 mg.mL⁻¹ e *Lafoensia pacari* com 5 e 20 mg.mL⁻¹)

observou-se que estas espécies apresentaram potencial citotóxico sobre o ciclo celular de *Allium cepa*, uma vez que sofreram uma redução maior a 50% em relação ao tratamento 1, onde as raízes de *Allium cepa* foram expostas apenas a água.

De acordo com o trabalho de Pinho et al (2010), testando paracetamol, as células das raízes de *Allium cepa* expostas à 400 mg/L apresentaram uma redução no IM, enquanto as que foram tratadas somente com água demonstraram aumento no IM. O tratamento controle, quando comparado ao tratamento com paracetamol, evidencia que houve inibição da divisão celular nessas células tratadas com paracetamol. Ao observarem a média de anomalias do ciclo mitótico, os autores constataram que as células expostas ao paracetamol tiveram essa média diminuída quando comparadas às células tratadas com água. Além disso, as anomalias nas células em interfase foram apresentadas com maior índice nas células que foram expostas ao paracetamol.

Observa-se na tabela 14 que para o Percentual de Interfase (PI), as concentrações de *Inga macrophylla* (1g, 1.5g e 2g) expostas sob as raízes de *Allium cepa*, mostraram-se com resultados médios e altos para os diferentes horários, diferindo-se estatisticamente. As concentrações obtiveram resultados com percentual acima de 70%. As concentrações de 1g e 1.5g obtiveram resultados gradativos, que aumentaram o índice de células em interfase conforme o aumento da concentração. O controle negativo em comparação as concentrações mostrou-se com índices de células interfásicas acima de 80%, já o controle positivo obteve percentuais semelhantes às das concentrações para os horários em exposição.

Tabela 14 – PI de chá de folhas de *Inga macrophylla*, por meio do método indireto sob três diferentes concentrações e três diferentes horários de exposição.

Concentração	Percentual de Interfase		
	24h	48h	72h
1 g/l ⁻¹	72,48Cb	74,80Bbc	76,93Ab
1.5 g/l ⁻¹	72,33Ab	73,31Ac	74,15Ac
2 g/l ⁻¹	70,23Bc	76,66Ab	70,50Bc
C. Negativo	82,23Aa	81,60Aa	81,70Aa
C. Positivo	74,90Ab	74,10Abc	74,23Ac
CV(%)	4,37		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste duncan a 5% de probabilidade.

Sturbelle et al. (2010), em um estudo utilizando o paracetamol como tratamento em células de *Allium cepa*, puderam concluir que células tratadas com água e com paracetamol 800 mL/L apresentam uma diferença significativa, pois o paracetamol causou anomalias interfásicas, diminuindo o número de células em divisão, quando comparado aos efeitos do tratamento controle (água), demonstrando efeito mutagênico para o paracetamol.

De acordo com as análises das células de *Allium cepa*, (Tabela 15) mediante o Método Direto e Método Indireto, expostas sob as infusões das folhas secas de *Inga edulis*, *Inga pilosula*, *Inga laurina* e *Inga macrophylla*, obtiveram diferenças estatísticas consideráveis entre os dois Métodos. As espécies *I. edulis* (20%), *I. laurina* (18,16%) e *I. macrophylla* (19,48%) mostraram-se com os maiores índices de divisão celular, exceto a espécie *I. pilosula* (18,03%). No que se refere ao Índice de Anomalia (ÍA), o Método Indireto obteve os maiores índices de células anormais para ambas espécies *I. edulis* (6,47%), *I. pilosula* (7,05%) *I. laurina* (6,93%) e *I. macrophylla* (7,02%). Para o Percentual de Interfase, o Método Direto obteve os maiores percentuais de células interfásicas, *I. edulis* (77,49%), *I. pilosula* (75,92%) *I. laurina* (75,35%) e *I. macrophylla* (74,67%). Esses dados ao ser comparado com os controles negativo e positivo, mostraram resultados percentuais inferior e superior, havendo diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 15 – Índice mitótico (IM), índice de Anomalia (IA) e Percentual de Interfase (PI) de infusões de folhas de quatro espécies de *Ingá*, por meio do Método Direto e Indireto.

Conc.	Índice Mitótico		Índice de Anomalia		P. Interfase	
	MD	MI	MD	MI	MD	MI
<i>I. edulis</i>	17,16Bc	20,00Aa	5,33Bc	6,47Ab	77,49Ab	73,51Bc
<i>I. laurina</i>	17,90Ab	18,16Ab	6,73Aa	6,93Aa	75,35cd	74,89b
<i>I. macrophylla</i>	18,35Bb	19,48Aa	6,97Aa	7,02Aa	74,67Ad	73,49Bc
<i>I. pilosula</i>	18,03Ab	18,60Ab	6,03Bb	7,05Aa	75,92Ac	74,35Bb
C. Negativo	19,90Aa	18,06Bb	0,19Ad	0,08Ad	79,90Aa	81,84Aa
C. Positivo	20,51Aa	19,73Aa	6,83Aa	5,85Bc	72,65Ae	74,41Abc
CV(%)	13,78		24,12		4,59	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste duncan a 5% de probabilidade.

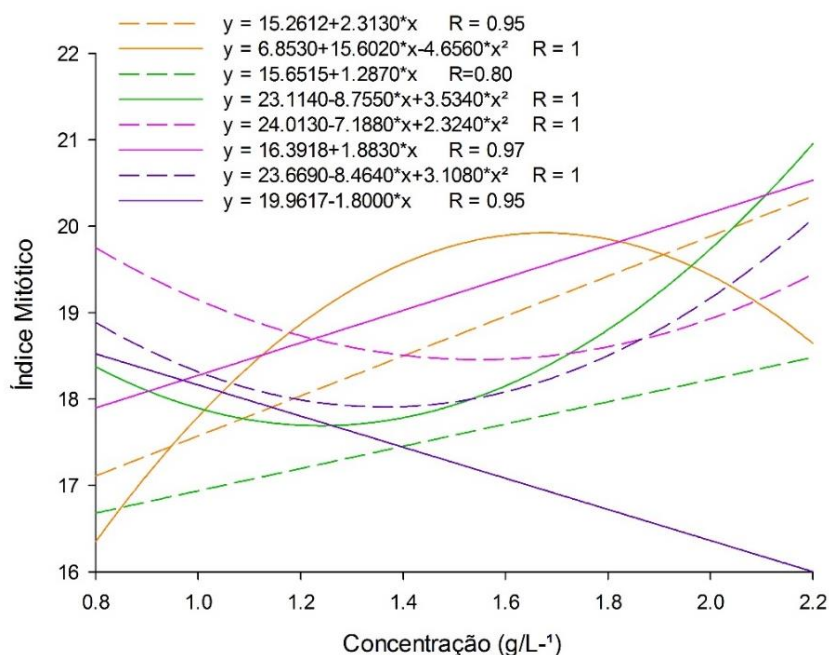
Em um estudo de Pereira et al. (2014), relatam que influências verificadas no índice mitótico pode estar relacionado com a presença de substâncias tóxicas. Fagundes et al., (2017) na avaliação da citotoxicidade de três plantas

medicinais (Capim Cidreira, Hortelã e Boldo) as infusões em maiores concentrações apresentaram efeito citotóxico nas células de cebola. Os tratamentos com as infusões do capim cidreira, com concentração de 60mg/mL e 120mg/mL apresentaram o IM estatisticamente igual ao controle positivo.

Em estudos com *Pterocaulon polystachyum*, Knoll et al. (2006) observou um aumento gradual no número de células de *A. cepa* no estágio de interfase, ocorrendo inibição da divisão celular, evidenciando o efeito antiproliferativo do extrato da espécie.

Conforme a figura 5 o comportamento do Índice mitótico sob as diferentes concentrações e infusões das folhas de *Inga edulis*, *Inga laurina*, *Inga macrophylla* e *I. pilosula*, coletados no período da chuva e seca, mostraram-se com resultados estatístico diferenciados e significativos. Observa-se que para o período da seca as concentrações com as folhas de *I. edulis* obteve os maiores valores de Índice mitótico (ÍM), seguido da *I. macrophylla*. Já para o período chuvoso a *I. edulis* e *I. pilosula* mostraram-se os maiores índices estatísticos de Índice mitótico.

Figura 5 – Comportamento do Índice Mitótico (IM) sob diferentes concentrações de infusões de folhas secas de *Inga edulis* (laranja), *Inga laurina* (verde), *Inga macrophylla* (rosa) e *Inga pilosula* (roxo). Coletados no período da chuva (linha pontilhada) e seca (linha contínua), no município de Alta Floresta - MT.



A redução no índice mitótico (IM), segundo Lucio Neto (2011) é resultante de ações químicas que podem inibir a síntese do DNA, diminuindo o processo da divisão celular, sendo o índice mitótico fundamental para a avaliação da toxicidade celular de muitas substâncias, que permite que haja um aumento ou diminuição desse índice, devido à citotoxicidade.

De acordo com Tedesco (2012), os dados de Índice Mitótico (IM) são usados como indicadores de proliferação adequada das células.

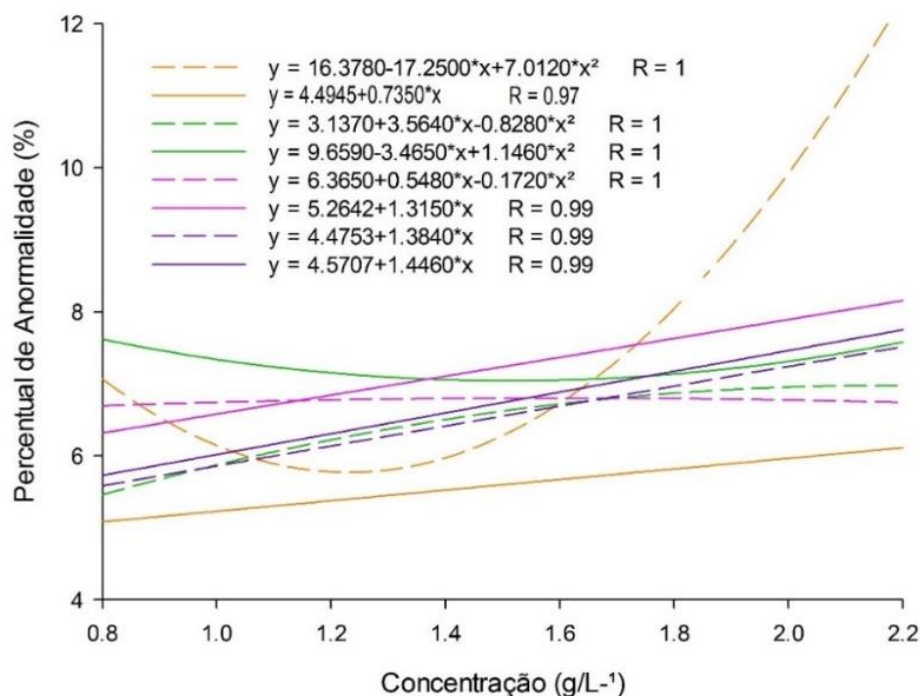
Conforme Conceição (2010) ao fazer um estudos sobre efeito antiproliferativo do chimarrão e do tereré (*Ilex paraguariensis*) por meio do bioindicador *Allium cepa*, constataram que os tratamentos com infusões (chimarrão) tiveram efeitos sub-letais para as células, já para os tratamentos utilizando a água fria (tereré) não ocorreu a diminuição do Índice Mitótico.

Faria et al. (2017) em um trabalho sobre potencial de citotoxicidade e mutagenicidade, utilizando o sistema teste de *Allium cepa* comparando os períodos sazonais, constatou-se uma provável influência da sazonalidade na indução de quebras cromossômicas, caracterizado por um maior acúmulo de substâncias no período de seca.

Na figura 6 referente a Porcentagem de Anomalia (PA) das células de *Allium cepa*, expostas as infusões com as concentrações das folhas das espécies: *Inga edulis*, *Inga laurina*, *Inga macrophylla* e *Inga pilosula*, mostraram-se com resultados estatísticos diferenciados entre as espécies, levando em consideração que foram feito as coletas das folhas dessas espécies para fazer as infusões em períodos diferentes (seca e chuva).

Diante desse seguimento ao comparar essas espécies de planta e os períodos sazonais, é visto que o período seco obteve um maior percentual de células com anomalias, utilizando as infusões das folhas das espécies: *I. macrophylla*, *I. pilosula* e *I. laurina*. Já para o período chuvoso os maiores percentuais estatísticos de células com anomalias se sobressaíram para as espécies *I. edulis* e *I. pilosula*.

Figura 6 – Comportamento do Percentual de Anomalia (PA) sob diferentes concentrações de infusões de folhas de *Inga edulis* (laranja), *Inga laurina* (verde), *Inga macrophylla* (rosa) e *Inga pilosula* (roxo). coletados no período da Chuva (linha pontilhada) e Seca (linha contínua), no município de Alta Floresta - MT.

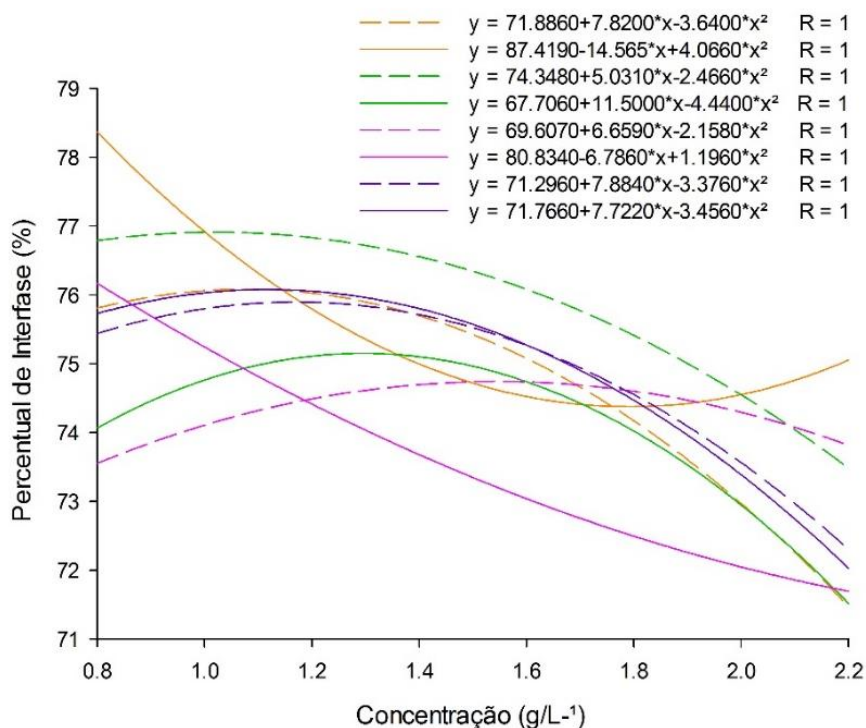


Estudos com Bioensaios *A. cepa*, após a exposição dos bulbos à uma determinada solução teste por um determinado período é possível avaliar tanto efeito citotóxico (diminuição do crescimento das raízes e índice mitótico) quanto efeitos genotóxicos, como micronúcleo e anomalias na anáfase e telófase (KRUGER, 2009). Um estudo de Genotoxicidade realizado por Oliveira et al. (2012) testando *A. cepa* como bioindicador, e avaliando períodos sazonais diferentes obtiveram resultados com ocorrência de citotoxicidade no período da seca. Já para o período da estação chuvosa, não encontraram resultados significativos.

Na observação quanto ao número do percentual de interfase (PI) das células de *Allium cepa*, tratadas com as com as infusões das concentrações das folhas de *Inga edulis*, *Inga laurina*, *Inga macrophylla* e *Inga pilosula*, houve diferenças estatísticas consideradas significativas, para ambas espécies quando comparadas com o período da seca e chuva. Visto que os maiores resultados das células em estágio de interfase para o período da seca, sobressaíram-se ao utilizar as concentrações das folhas secas de *Inga edulis* e *Inga pilosula*. Já para

o período da chuva, nota-se, que as concentrações de *Inga macrophylla* e de *Inga laurina* mostrara-se com os valores estatísticos mais altos em comparação com as demais espécies estudadas (Figura 7).

Figura 7 – Comportamento do Percentual de Interfase (PI) sob diferentes concentrações de chá de folhas de *Inga edulis* (laranja), *Inga laurina* (verde), *Inga macrophylla* (rosa) e *Inga pilosula* (roxo). coletados no período da Chuva (linha pontilhada) e Seca (linha continua), no município de Alta Floresta – MT.



Dentre as fases do ciclo celular de mais longa duração, destaca-se a interfase, sendo uma fase metabolicamente ativa, onde ocorre etapas importante da vida celular, tais como: o crescimento celular, a produção de diversos tipos de proteínas, o metabolismo celular próprio, a replicação cromossômica e o preparo para a divisão celular (ALBERTS et al., 2008).

A partir das células observadas, foram encontrados diferentes tipos de aberrações cromossômicas: Interfase com micronúcleo, Interfase binucleada com micronúcleo, Interfase binucleada, Prófase irregular, Metáfase irregular com fragmentos de cromossomo isolado, Anáfase com ponte cromossômica e retardo de cromátide, Anáfase com cromossomo isolado e cromatina com deslocamento retardado, Telófase com presença de micronúcleo, Telófase com ponte cromossômica e retardo de cromátide etc. Com base nas análises, é visto que ocorreu ação genotóxica, pois foram encontradas células com diversas anormais

durante os processos de divisão celular, havendo mutagenicidade. Os resultados obtido para o índice mitótico a partir do estudo utilizando o sistema teste com *Allium cepa* foi considerado satisfatório com indicativo de potencial mutagênico dos indutores sobre as células de *Allium cepa* (Figura 8).

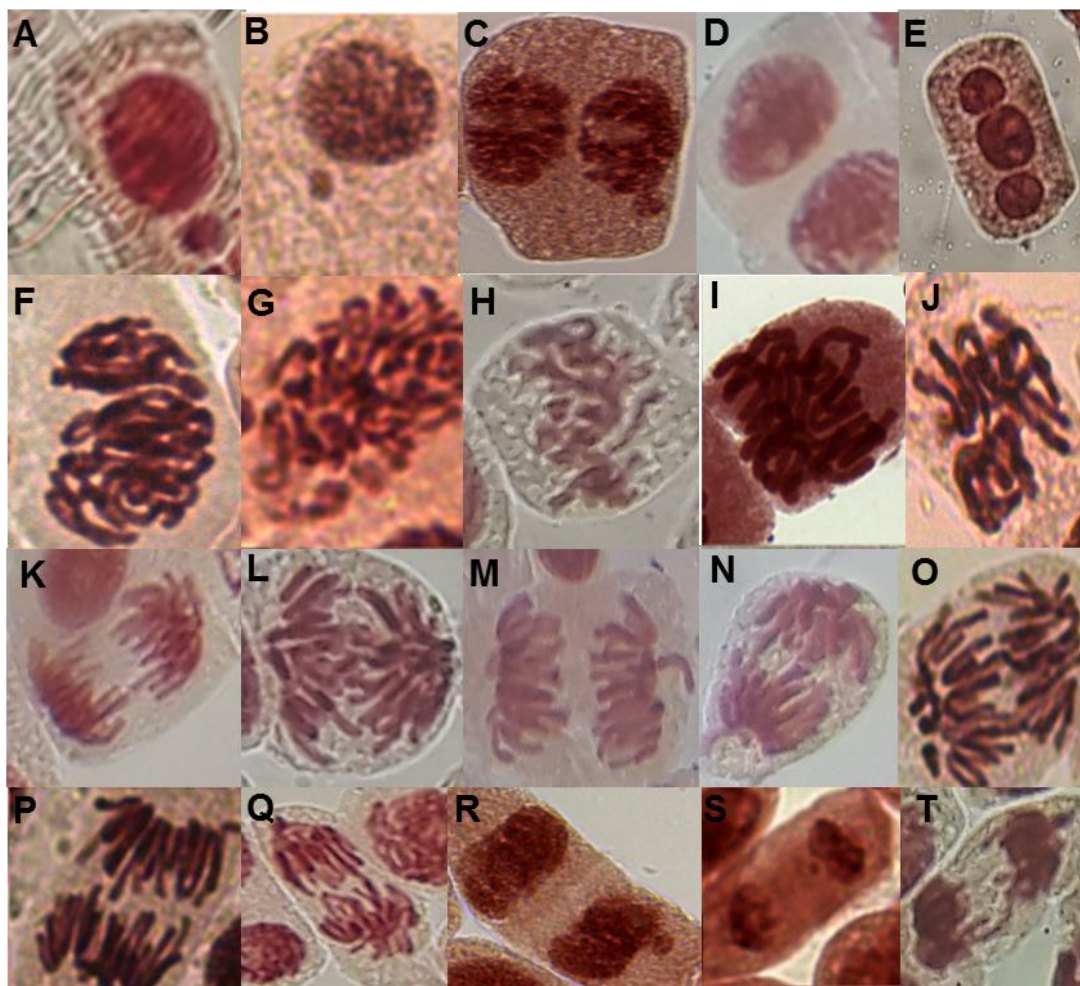


Figura 08: Células da divisão celular de *Allium cepa*, obtidas dos diferentes tratamentos de exposição em infusões das folhas de *Inga edulis*, *Inga laurina*, *Inga macrophylla* e *Inga pilosula*, coletadas no município de Alta Floresta - MT. **A, B)** Interfase com micronúcleo; **C)** Interfase binucleada com micronúcleo; **D, F)** Interfase binucleada; **F, G)** Prófase irregular; **H, I, J)** Metáfase irregular com fragmento de cromossomo isolado; **K)** Anáfase com ponte cromossômica e retardo de cromátide; **L, M, N, O, P, Q)** Anáfase com cromossomo isolado e cromatina com deslocamento retardado; **R, S)** Telófase com presença de micronúcleo; **T)** Telófase com ponte cromossômica e retardo de cromátide.

Os micronúcleos originam-se de fragmentos cromossômicos acêntricos, resultantes de disfunções do fuso mitótico, podendo, em cada célula, aparecer mais de uma vez (BALIEIRO et al., 2010).

Bezerra et al. (2016), ao analisar efeitos citotóxicos, genotóxicos e mutagênicos com infusões das folhas da espécie *Plectranthus barbatus* sobre o

bioindicador *Allium cepa*, constatou que pelo menos as duas maiores concentrações das infusões mostraram-se indutoras de genotoxicidade devido ao auto índice de aberrações cromossômica. No entanto, essas alterações, quando possui auto índice, podem prejudicar nos processos vitais das células levando a morte celular ou alterações cromossômicas (FRANKE et al., 2003).

Pastori et al. (2015), ao realizar um estudo de Genotoxicidade, com o uso do vegetal *Allium cepa*, detectou alterações na divisão celular nas células das raízes de *A. cepa* tratadas com infusões e extratos de *Polygonum punctatum*, foram elas: micronúcleo e divisão celular desorganizada com cromossomo perdido, quebra cromossômica, cromossomo atrasado, pontes anafásicas, quebra cromossômica e cromossomo perdido e divisão celular desorganizada.

Segundo Fiskesjö (1994), mesmo que o metabolismo vegetal seja diferente do metabolismo animal, o teste com *Allium cepa* é um excelente parâmetro de análise citotóxica, pois, confere com eficácia e ocorrência de alterações cromossômicas no ciclo celular.

Silva et al. (2015), desenvolveram um estudo testando o efeito antiproliferativo do extrato de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne (Fabaceae, Caesalpinioideae) em as células meristemáticas das raízes de *Allium cepa*, em três concentrações, 0,5; 1,0 e 1,5 mg/mL, e dois tempos de exposição, 24 h e 48 h, verificando que as três concentrações promoveram efeito antiproliferativo nas células meristemáticas da raiz de *A. cepa*, encontrando anormalidades celulares, como anáfase pontes de telófase, micronúcleos e colchicina-metáfase.

CONCLUSÕES

O sistema *Allium cepa* mostrou-se claramente sensível as variações da determinação de toxicidade através das observações das células de suas raízes aos efeitos genotóxicos e citotóxicos.

Os resultados demonstraram que as infusões preparadas com as folhas secas de *Inga edulis*, *Inga pilosula*, *Inga laurina* e *Inga macrophylla* revelaram potencial citotóxico e genotóxico sobre as células meristemáticas de *Allium cepa*, em todos os tratamentos avaliados, indicando seu potencial para alteração no ciclo celular. Portanto os dados deste estudo poderão auxiliar na prevenção de

danos à saúde dos animais. Pois este contribuirá para maior conhecimento e orientação sobre o uso dessas espécies de plantas como suplemento alimentar.

Os dados observados nesta pesquisa também permitem concluir que através do teste realizado com *A. cepa* foram detectados efeitos genotóxicos significativos nos parâmetros macroscópicos analisados no período da seca e chuva. Esses resultados pode vir a ser decorrente das influências dos períodos sazonais, levando em consideração, que na estação chuvosa, há maior acúmulo de substâncias nas folhas dessas espécies, e na estação seca, uma maior concentração dessas substâncias, conduzindo maior interação dos concentrantes como também, maior concentração dos elementos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. **Molecular Biology of The Cell**. 5. ed. New York: Garland Science, 2008, 1268 p.

BAGATINI, M. D.; SILVA, A. C. F. D.; TEDESCO, S. B. Uso do sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador de genotoxicidade de infusões de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 3, p. 444-447, 2007.

BALIEIRO, F. P.; BARBOSA, S.; FREITAS, N. C.; RIBEIRO, L. O.; BEIJO, L. A.; SANTOS, B. R. Influência de extratos foliares de barbatimão sobre a germinação e ciclo celular de *Allium cepa*. XIX congresso de pós-graduação da UFLA, 2010.

BARROS, S. B. M.; DAVINO, S. C. Avaliação da toxicidade. In: OGA, S.; CAMARGO, M.M.A; BATISTUZZO, J.A.O. **Fundamentos de Toxicologia**. São Paulo: Ed. Atheneu, p. 59-70, 2008.

BEZERRA, C. M.; DINELLY, C. M. N.; OLIVEIRA, M. A. S. Avaliação da toxicidade, citotoxicidade e genotoxicidade do infuso de Malva-Santa (*Plectranthus barbatus* Lamiaceae) sobre o ciclo celular de *Allium cepa*. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 13, n. 4, p. 220-228, 2016.

CARITÁ, R.; MARIN-MORALES, M.A. Induction of chromosome aberrations in the *Allium cepa* test system caused by the exposure of seeds to industrial effluents contaminated with azo dyes. **Chemosphere**, v. 72, p. 722-725, 2010.

CARVALHO, C. S.; RODRIGUES, G. P. Avaliação dos efeitos anticarcinogênicos das propriedades do gengibre e sua atuação na prevenção e tratamento do câncer. **Universidade Federal do Piauí**, 2014.

CONCEIÇÃO, T. S. **Efeito antiproliferativo, mutagênico e antineoplásico de produtos comerciais da erva mate (*Ilex paraguariensis*)**. Campo Grande:

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2010, 72p. (Dissertação - Programa de PósGraduação em Saúde e Desenvolvimento da Região Centro-Oeste).

COSTALONGA, P. A. S. **Avaliação dos efeitos alelopáticos e mutagênicos de formas extrativas de *Passiflora edulis* Sims por meio do bioensaio *Allium cepa***. 78p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2009.

COSTA, R. M. A.; MENK, C. F. M. Biomonitoramento de mutagênese ambiental. **Projeto Genoma do Câncer**, p. 24, 2000.

CUCHIARA, C.C.; BORGES, C.S.; BOBROWSKI, V.L. Sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador da citogenotoxicidade de cursos d'água. **Tecnologia Ciência Agropecuária**, Paraíba, v. 6, p. 33-38, 2012.

DIAS, M.G.; CANTO-DOROW, T.S.; COELHO, A.P.D & TEDESCO, S.B. Efeito genotóxico e antiproliferativo de *Mikania cordifolia* (L.f.) Willd. (Asteraceae) sobre o ciclo celular de *Allium cepa* L. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16. p. 202-208. 2014.

ELIAS, T. S. Mimosoideae. In: R. M. POLHILL & P. H. RAVEN. (eds). **Advances in Legume Systematics**. Kew: The Royal Botanic Gardens, v. 1, p. 143- 152, 1981.

EUCLIDES, V. P. B.; FLORES, R.; MEDEIROS, R. N.; OLIVEIRA, M.P. Diferimento 46 de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu, na região do Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.42, n.2, p.273-280, 2007.

FACHINETTO, J. M.; TEDESCO, S. B. Atividade antiproliferativa e mutagênica dos extratos aquosos de *Baccharis trimera* (Less.) AP de Candolle e *Baccharis articulata* (Lam.) Pers.(Asteraceae) sobre o sistema teste de *Allium cepa*. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 11, n. 4, p. 360-367, 2009.

FARIA, M. I. C de.; COSTA, F. M. da.; SILVA, F. C da.; BOSSO, R. M do V. Potencial de citotoxicidade e mutagenicidade das águas do rio Jaru, estado de Rondônia, em células de *Allium cepa*. **Gaia Scientia**, v. 11, n. 2, p. 104-114, 2017.

FASCHINETO, J. M.; BAGATINI, M. D.; DURIGON, J.; SILVA, A. C. F.; TEDESCO, S. B. Efeito antiproliferativo das infusões de *Achyrocline satureioides* DC (Asteraceae) sobre o ciclo celular de *Allium cepa*. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 17, p. 49-54, 2007.

FAGUNDES, P. A. de S.; SANTOS, J. de S. dos.; COCHEV, J. S.; ZORTÉA, K. É. M.; ROSSI, A. A B. Avaliação da citotoxicidade de três plantas medicinais encontradas em quintais urbanos no município de Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.14 n.26. p. 2017.

FERNANDES, J. F. do N.; SILVA, B. S. D. S.; FONTES, R. M. S.; CÂNDIDO, W. P. & MALAVASI, N. V. Avaliação do potencial citotóxico e mutagênico/genotóxico do látex de janaúba (*Synadenium grantii* Hook. f., Euphorbiaceae). **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 9, n. 1, p. 59-65, 2018.

FIGUEREDO, C. A. de.; GURGEL, I. G. D.; JUNIOR, G. D. G. A Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos: construção, perspectivas e desafios. Physis: **Revista de Saúde Coletiva**, v. 24, p. 381-400, 2014.

FISKESJÖ, G.; LEVAN, A. Evaluation of the first ten meIC chemicals in the *Allium cepa*. **Atlas**, v. 2, p. 139-149, 1994.

FISKESJÖ, G. *Allium* Test II: Assessment of chemical's genotoxic potential by recording aberrations in chromosomes and cell divisions in root tips of *Allium cepa* L. **Environmental Toxicology and Water Quality**, v. 9, p. 235, 1994.

FRANKE, I. R.; BOEIRA, J. M.; ERDTMANN, B.; HENRIQUES, J. A. P. Genotoxicidade dos agentes sintéticos e naturais. In: SILVA, J.; ERDTMANN, B.; HENRIQUES, J. A. P. **Genética Toxicológica**. Porto Alegre: Alcance, 2003. p. 309-317.

FURTADO, S. D. C; **Manejo de bovinos em unidades familiares em transição agroecológica**. Silvia Dantas Costa Furtado. Viçosa, MG, 2016.

GADANO, A.; GURNI, A.; LÓPEX, P.; FERRARO, G.; CARBALLO, M. In vitro genotoxic evaluation of the medicinal plant *Chenopodium ambrosioides* L. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 81, p. 11, 2002.

GNIAZDOWSKA, A.; BOGATEK, R. Allelopathic interactions between plants. Multi site action of allelochemicals. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 27, p. 395-407, 2005.

GREENWOOD, S. K.; HILL, R. B.; SUN, J. T.; ARMSTRONG, M. J.; JOHNSON, T, et al. Population Doubling: A Simple and More Accurate Estimation of Cell Growth Suppression in the In Vitro Assay for Chromosomal Aberrations That Reduces Irrelevant Positive Results. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, v. 3, n. 1, p. 36-44, 2004.

HOSHINA, M. M. Avaliação da possível contaminação das águas do Ribeirão Claro, município de Rio Claro, pertencente à Bacia do Rio Corumbataí, por meio de testes de mutagenicidade em *Allium cepa*. 2002. 52 f. Monografia (Bacharel e Licenciatura em Ciências Biológicas)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2002.

IGNAT, I.; VOLF, I.; POPA, V.I. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food Chemistry**, 126: 1821-1835. 2011.

OLIVEIRA, J. P. W.; SANTOS, R. N. dos.; PIBERNAT, C. C.; BOEIRA, J. M. Genotoxicidade e análises físico-químicas das águas do rio dos Sinos (RS)

usando *Allium cepa* e *Eichhornia crassipes* como bioindicadores. **Biochemistry and Biotechnology Reports**, v. 1, n. 1, p. 15-22, 2012.

PICCOLI, T.; ZAIONS, M. I. Avaliação de citotoxicidade e genotoxicidade do extrato aquoso de *Ateleia glazioviana* Baill Fabaceae (timbó) utilizando teste *Allium cepa* Levan 1938. **Jornada Integrada em Biologia**, p. 20-20, 2016.

KNOLL, M.F.; SILVA, A.C.F.; CANTO-DOROW, T.S.; TEDESCO, S.B. Effects of *Pterocaulon polystachyum* DC. (Asteraceae) on onion (*Allium cepa*) root-tip cells. **Genetics and Molecular Biology**, 29: 539–542, 2006

KRÜGER, R. A. Análise da toxicidade e da genotoxicidade de agrotóxicos utilizados na agricultura utilizando bioensaios com *Allium cepa*. **Novo Hamburgo Dissertação de Mestrado em Qualidade Ambiental - Feevale**, 2009.

KURÁS, M.; NOWAKOWSKA, J.; SLIWINSKA, E.; PILARSKI, R.; ILASZ, R.; TYKARSKA, T.; ZOBEL, A.; GULEWICZ, K. Changes in chromosome structure, mitotic activity and nuclear DNA content from cells of *Allium* Test induced by bark water extract of *Uncaria tomentosa* (Willd.) DC. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 107, p. 211-221, 2006.

LACERDA, Lourran P.; MALAQUIAS, Geiz; PERON, Ana Paula. Antiproliferative action of aqueous extracts of *Hymenaea stigonocarpa* Mart.(Fabaceae) on the cell cycle of *Allium cepa* L. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 3, p. 1147-1150, 2014.

LEME, D. M.; MARIN-MORALES, M. A. *Allium cepa* test in environmental monitoring: A review on its application. **Mutation Research/reviews In Mutation Research**, v.682, n. 1, p.71-81, 2009.

LEWIS, G. P.; RICO-ARCE, M. L. Tribe Ingeae. In: LEWIS, G. P.; SCHIRE, B.; MACKINDER, B. & LOCK, M. **Legumes of the World**. Kew: The Royal Botanical Gardens, 2005. 577p.

LOUVATEL, K.; ZAIONS, M. I. M.; ARENHART, A. R. Avaliação da Citotoxicidade e Genotoxicidade dos Extratos de *Stachys byzantina* C. Koch. (Pulmonária) e *Tropaeolum majus* L. (Capuchinha), utilizando o sistema Teste *Allium cepa*. **Unoesc & Ciência - ACBS**, v. 5, p. 23-28, 2014.

LUNELLI, N. P. **Conhecimento e uso de espécies arbóreas por agricultores do Vale do Ribeira**. São Paulo, 2014.

LUCIO NETO, M. P. Avaliação tóxica, citotóxica, genotóxica e mutagênica do composto 3-(2-cloro6-fluorobenzil)-imidazolidina-2,4-diona em células eucarióticas [dissertação]. Teresina (PI): Universidade Federal do Piauí, Departamento de Farmácia; 2011. 130 p.

LUZ, A. C.; PRETTI, I. R.; DUTRA, J. C. V.; BATITUCCI, M. C. P. Avaliação do potencial citotóxico e genotóxico de *Plantago major* L. em sistemas teste in vivo. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**. v.14 n°4. Botucatu, 2012.

MA, T. H.; XU, Z.; XU, C.; MCCONNELL, H.; RABAGO, E. V.; ARREOLA, G. A.; ZHANG, H. The improved *Allium/Vicia* root tip micronucleus assay for clastogenicity of environmental pollutants. **Mutation Research**, v. 334, n. 2, p. 185-195, 1995.

MELLO, V. dos S. de.; VIEIRA, A.; MIRANDA, D. P.; DINS, A. T.; KARSBURG, I. V. **Genotoxicidade da infusão de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. pelo sistema teste *Allium cepa*.** I Seminário de Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, 2013.

MOLINA, T. F., TILLMANN, M. Â. A., DODE, L. B., & VIÉGAS, J. Crioconservação em sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 72-81, 2006.

NAIR, P. K. R.; BURESH, R. J.; MUGENDI, D. N. Nutrient cycling in tropical agroforestry systems: myths and Science. In: Buck, L. E.; LASSOIE, J.P.; FERNANDES, E.C.M. (Ed.). **Agroforestry in sustainable agricultural systems**. Boca Raton: CRC Press, p. 1-31, 1999.

NOLDIN, V. F.; MONACHE, F. D.; YUNES, R. A. Composição química e atividade biológica de *Cynara scolymus* L. cultivada no Brasil. **Química Nova**, 26: 331-334, 2003.

PASTORI, T.; KUHN, A.; TEDESCO, M.; HOFFMANN, C. E.; NEVES, L. A. S.; CANTO-DOROW, T. S.; TEDESCO, S. B. Genotoxic and antiproliferative action of *Polygonum punctatum* Elliott (Polygonaceae) on the cell cycle of *Allium cepa* L. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 17, n. 2, p. 186-194, 2015.

PASQUALI, M.; TEDESCO, M.; TEDESCO, S. B. Potencial antiproliferativo e genotóxico de extratos de *Allophylus edulis* (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk. pelo teste de *Allium cepa* L. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11, n.21, p. 2365 - 2372, 2015.

PATUSSI, C.; BÜNDCHEN, M. Avaliação in situ da genotoxicidade de triazinas utilizando o bioensaio Trad-SHM de *Tradescantia clone* 4430. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, p. 1173-1178, 2013.

PIRES, N.M.; SOUZA, I.R.P.; PRATES, H.T.; FARIA, T.C.L.; FILHO, I.A.P.; MAGALHÃES, P.C. Efeito do extrato aquoso de leucena sobre o desenvolvimento, índice mitótico e atividade da peroxidase em plântulas de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, n.1, p.55-65, 2001.

PINHO, D. S. D.; STURBELLE, R. T.; MARTINO-ROTH, M. D. G.; GARCIAS, G. L. Avaliação da atividade mutagênica da infusão de *Baccharis trimera* (Less.) DC. em teste de *Allium cepa* e teste de aberrações cromossômicas em linfócitos humanos. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 2, p. 165-170, 2010.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2016.

REGO, S. C.; MATA, A. M. O. F da.; ROSA, M. S. P da S.; ALENCAR, M. V. O. B de.; JÚNIOR, A. L. G.; JÚNIOR, A. A. A.; CAVALCANTE, A. A. D. C. M. Avaliação da toxicidade, citotoxicidade, mutagenicidade e genotoxicidade da dipirona e do paracetamol em células meristemáticas de raízes de *Allium cepa*. **Boletim Informativo Geum**, v. 6, n. 4, p. 7, 2015.

STURBELLE, R. T.; PINHO, D. S. D.; RESTANI, R. G.; OLIVEIRA, G. R. D.; GARCIAS, G. D. L.; MARTINO-ROTH, M. D. G. Avaliação da atividade mutagênica e antimutagênica da Aloe vera em teste de *Allium cepa* e teste de micronúcleo em linfócitos humanos binucleados. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 3, p. 409-415, 2010.

SALMAN, A. K.; FERREIRA, A. C. D.; SOARES, J. P.G.; SOUZA, J. P. de. **Metodologia para avaliação de alimentos para ruminante doméstico**. Embrapa Rondônia Documentos 136. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2010.

SANTOS, R. S.; SANTOS, R. X.; MARISCO, G. Avaliação da atividade genotóxica, citotóxica e antimicrobiana da infusão das folhas de *Spondias purpurea* L. **Scientia Plena**, v. 13, n. 3, 2017.

SANTOS, J. C.; SILVA, L. L. D. O. Avaliação da fitotoxicidade e genotoxicidade de extratos vegetais com atividade larvicida utilizando *Allium cepa* como bioindicador. 2014. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Farmácia da Universidade de Pindamonhangaba – SP 2014.

SANTOS, F. A. P. **Nutrição Protéica de Bovinos**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2005. v.1. (Apostilas do Centro de Treinamento do Depto. Zootecnia).

SILVA, F. D. B.; SALES, M. A. G.; SÁ, O. R. M.; SANTANA, G. M.; DEUS, M. S. M.; SOUSA, J. M. C.; FERREIRA, P. M.P.; PERON, A. P. Potencial citotóxico, genotóxico e citoprotetor de extratos aquosos de *Caesalpinia pyramidalis* Tul., *Caesalpinia férrea* Mart. e *Caesalpinia pulcherrima* Sw. **Revista brasileira de Biociências**, v.13, p. 101-109, 2015.

SILVA, L. M.; PERON, A. P.; CARVALHO, F. R S.; MARTINS, L.; CALOU, I. F. B.; FERNANDES, H. B. Efeito antiproliferativo do extrato hidroalcoólico de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne (Fabaceae, Caesalpinioideae) sobre as células meristemáticas de raízes de *Allium cepa* L. **Biotemas**, v. 28, n. 1, p. 45-49, 2015.

SOLANO, D. J. D.; SOARES, J. A. G.; BORGES, N. M.; ARAÚJO, D. S de.; KARSBURG, I. V. Avaliação do efeito mutagênico da solução aquosa de *Hymenaea coubaril* L. com uso dos biotestes *Allium cepa* e *Lactuca sativa*. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11, n. 21, p. 314, 2015.

SOUZA, L. S. **Avaliação do potencial de folhas de 05 espécies de ingá para alimentação de bovinos**. 2018.. Trabalho de conclusão de Curso Universidade Estadual do Mato Grosso, Alta Floresta, 2018.

SOUSA, M. J. B. de. Avaliação do Potencial Genotóxico e Mutagênico de Extratos Padronizados de *Caesalpinia ferrea* (jucá) e *Brosimum gaudichaudii* (inharé). Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Genética, Goiânia, 2017.

SOUSA, M. S. Adiciones al género *Inga* (Ingeae, Mimosoideae, Leguminosae) para la flora mesoamericana. **Acta botánica mexicana**, n. 89, p. 25-41, 2009.

SOUZA, R. K. D.; MENDONÇA, A. C. A. M.; SILVA, M. A. P. Aspectos etnobotânicos, fitoquímicos e farmacológicos de espécies de Rubiaceae no Brasil. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 18, p. 140-156, 2013.

TEDESCO, S. B. Bioindicator of Genotoxicity: The *Allium cepa* Test. **Environmental Sciences Intech**, v. 10, p. 108-116, 2012.

TEIXEIRA, R.O., CAMPAROTO, M.L., MANTOVANI, M.S., VICENTINI, V.E.P., Assessment of two medicinal plants, *Psidium guajava* L. and *Achillea millefolium* L. in vitro and in vivo assays. **Genetics and Molecular Biology**, v. 26, n. 4, p. 551-555, 2003.

4.2 Capítulo 2

4.3 ENSINO E APRENDIZAGEM DOS PROCESSOS DE DIVISÃO CELULAR (MITOSE) PARA OS ALUNOS DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO

INTRODUÇÃO

O ensino experimental para os alunos tem como objetivo o estímulo à formação de novos cientistas. As atividades práticas e experimentais despertam um maior interesse entre os alunos. As atividades práticas são interessantes e desafiadoras para os estudantes, mesmo que sejam ministradas em pequena quantidade em relação ao método de ensino teórico, será de suma importância para suprir as necessidades básicas para melhor formação dos alunos (KRASILCHIK, 2008).

A ideia de um ensino que não se preocupe somente com a compreensão de conceitos, noções, termos e ideias, mas que também seja capaz de levar para a sala de aula discussões que prestigiem o fazer científico e a relação dos saberes construídos pelos cientistas, atividades práticas e experimentais despertam um maior interesse entre os alunos, iniciando os em um processo científico (SASSERON, 2008).

A aprendizagem se torna mais cativante à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento no cotidiano escolar dos alunos. Com isso, adquirem significados para os estudos a partir da relação com o conhecimento (AGRA et al., 2019). Os conhecimentos na área de Genética são de natureza interdisciplinar (KLAUTAU-GUIMARÃES et al., 2013). Os conceitos no ensino de Genética são complexos, diante deste contexto são necessárias práticas diversificadas que auxiliem no aprendizado dos alunos (BANET E AYUSO, 1995).

É necessário a condução de um maior número de investigações acerca das abordagens de ensino da genética pois, os alunos do ensino médio não possuem embasamento suficiente, do conteúdo relacionados em genética, juntamente com a falta de conhecimento científico e tecnológico. Pois muitos alunos têm dificuldades para entender diferentes temas biológicos, quando ocorre à explanação junto a prática, se estabelece uma melhor compreensão do tema abordado em aula por parte dos alunos (MELO et al., 2009, p.16).

A observação de cromossomos mitóticos e a análise do ciclo mitótico, é geralmente feita pelas técnicas de coloração convencional. As técnicas convencionais são as mais utilizadas na citogenética vegetal e têm a vantagem de permitir uma coloração rápida e bem definida dos cromossomos (GUERRA et al., 2002).

A mitose geralmente leva apenas uma pequena proporção do ciclo celular, aproximadamente 5 a 10%. O tempo restante é da interfase, composta dos estágios G1, S e G2. O DNA é replicado durante a fase S, embora o DNA duplicado não se torne visível até a mitose adiantada. Os cromossomos não podem ser vistos durante a interfase, por que estão em um estado distendidos e entrelaçados (GRIFFITHS et al., 2011, p.40).

A mitose é uma divisão celular que acontece por meio de fases bem definidas, com nítido envolvimento dos cromossomos e distribuição equitativa do material genético para as células filhas (SOARES, 1993, p. 295). Este processo foi chamado de mitose devido ao aspecto dos cromossomos que aparecem como filamentos condensados e corados. Todas as células dos tecidos se dividem conseqüentemente pelo processo de mitose. Esta divisão celular atua na renovação das células mais velhas. O processo mitótico é contínuo. Apenas para fins didáticos é dividido em 4 fases: Prófase, Metáfase, Anáfase e Telófase (MESQUITA, 1981).

Diante da importância deste tipo de estudo, o presente trabalho teve como objetivo, avaliar a importância da aula prática sobre a divisão celular (Mitose), pelos alunos do 2º ano do ensino médio.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo

O presente trabalho foi realizado no Laboratório Didático I na Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta - MT. A pesquisa foi realizada no mês de março de 2019, contemplando 30 alunos do 2º ano do ensino médio, da Escola Estadual Jaime Veríssimo de Campos Junior, Estado de Mato Grosso.

Desenvolvimento da Prática

Para a realização desta atividade pedagógica, foram utilizados diversos recursos metodológicos, com a apresentação do conteúdo, com uso do quadro de vidro e também slides, com o auxílio do Datashow para a exposição da aula com imagens para uma melhor assimilação do conteúdo por parte dos alunos. Para esta a aula foi dividida em duas etapas:

Teoria

Nesta primeira etapa foi ministrado uma introdução teórica sobre a divisão celular (Mitose), ao término, aplicou-se um questionário onde os alunos identificaram as imagens das células em divisão. Intérfase, prófase, anáfase, metáfase e telófase (Figura 1).

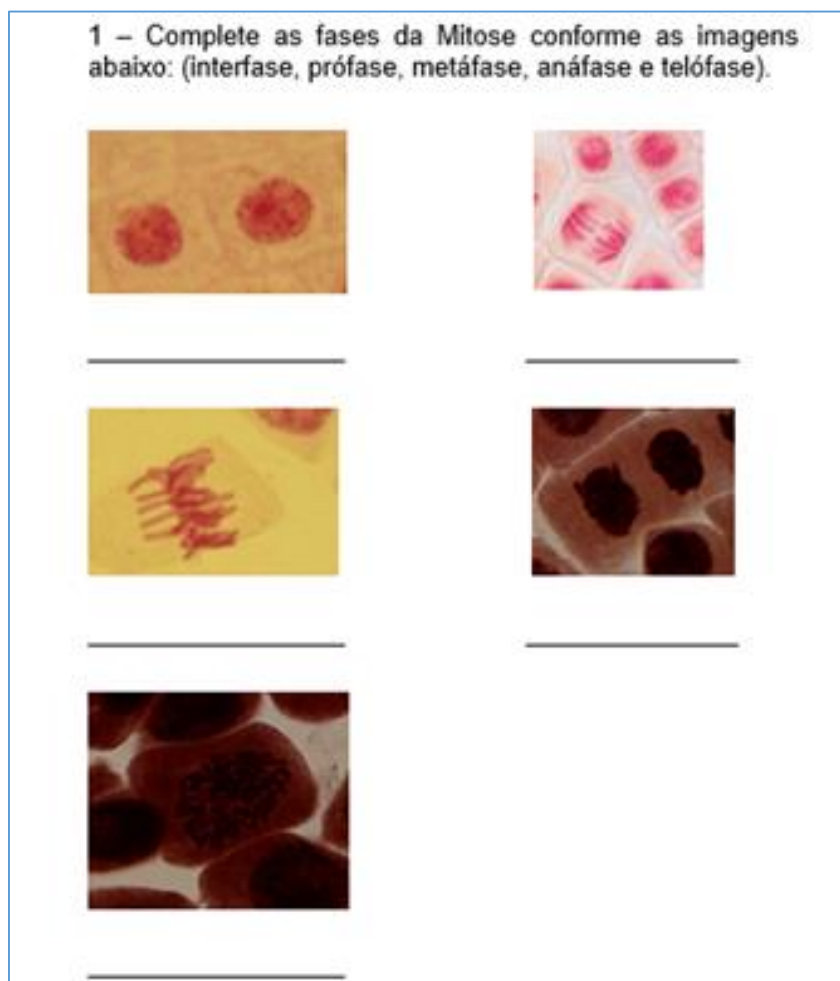


Figura 1: Questionário Aplicado aos alunos do 2º ano do Ensino Médio.

Teoria e Prática

Nesta segunda etapa, após a teoria, foi feita uma prática com os alunos, com a visualização das células mitóticas em microscópio óptico na objetiva de 40x (Figura 2: B e C), onde os alunos identificaram no material laminar, as células mitóticas de *Allium cepa* nas fases da interfase, prófase, anáfase, metáfase e telófase (Figura 2). Em seguida os alunos responderam o mesmo questionário que foi aplicado na primeira etapa (Figura 3).



Figura 2. Células mitóticas de *Allium cepa* que foram analisadas durante a aula pratica: interfase **A**; prófase **B**; anáfase **C**; metáfase **D** e telófase **E**.



Figura 3: Ministrando a aula teórica para os alunos **A**; Processo de Visualização das células mitóticas **B** e **C**; Respondendo o questionário **D**. No Laboratório Didático I, na Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta - MT: Local que foi realizado a aula teórica e prática.

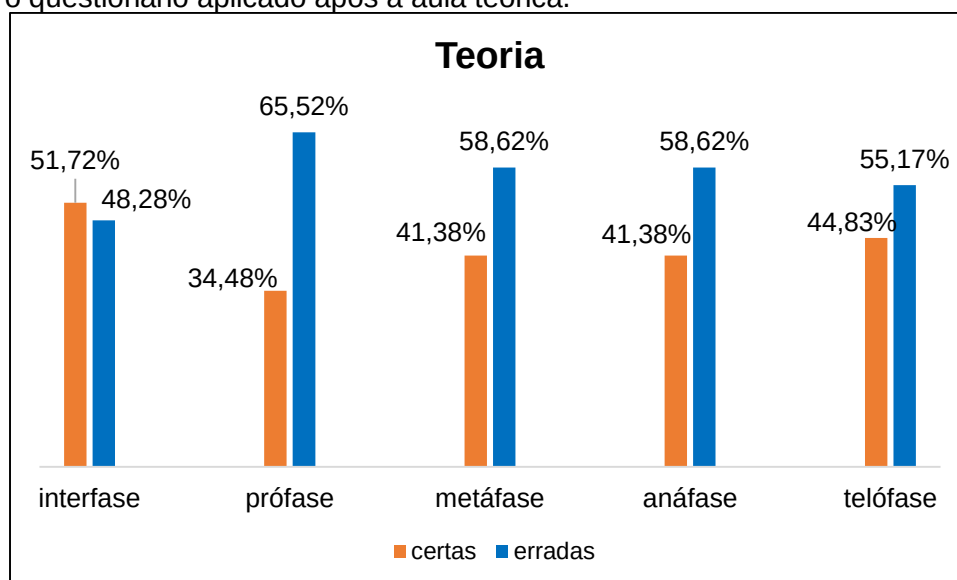
Com a realização deste trabalho os dados foram obtidos através dos questionários respondidos pelos alunos do 2º ano do ensino médio, logo foram

digitados em Microsoft Excel e posteriormente confeccionado os gráficos do antes e depois da aula prática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos na pesquisa através dos questionários, na figura 4, pode-se observar que os alunos ao fazer o processo de identificação das células mitóticas na fase da interfase, prófase, metáfase, anáfase, e telófase após a aula teórica, obtiveram um percentual de acertos considerado baixos para os índices estatísticos. Visto que para a para a interfase foi de 51,72% de acerto, sendo para esta fase a teoria considerada importante, pois mostrou-se com maior percentual de respostas certas por parte dos alunos, para a prófase foi de 34,48%, metáfase 41,38%, anáfase 41,38% e a telófase foi de 44,83% de acerto na identificação das células. Já para os índices percentuais de erros na identificação das células mitóticas, obteve-se índices estatísticos médios e baixos, com 48,28% de erros na identificação das células em interfase, 65,52% em prófase, 58,62% em metáfase, 58,62% em anáfase e 55,17% em telófase. Por tanto com base na aula teórica sobre a divisão celular (mitose), ao analisar os índices percentuais de acertos e erros por parte dos alunos, houve maiores índices de erros no processo de identificação das células mitóticas.

Figura 4. Gráfico representante com as respostas dos alunos do 2º ano do ensino médio sobre o questionário aplicado após a aula teórica.



Os conteúdos referente a divisão celular são considerados de difícil abstração pelos alunos por causa de sua linguagem técnica e alta complexidade nos processos de mitose, como relata também nos estudos de Braga (2010), Moul e Silva (2017), Pereira e Miranda (2017) e Tatsch e Sepel (2017). Cabe destacar, que as dificuldades de ensino e aprendizagem sobre a mitose fazem parte de diversos conteúdos curriculares da educação básica, presentes na genética, biologia celular, etc (SILVA et al., 2018).

O uso de imagens são fontes importantes, pois fazem parte da tecnologia utilizada na atualidade, sendo assim, torna-se mais fácil o entendimento do assunto tratado. Para Moran (2000), não é a tecnologia que causa o aprendizado, mas a forma que alunos e professores interagem com esses recursos. Dessa forma, contribuiu no processo de ensino-aprendizagem.

Estudos de Dieckmann e Dieckmann (2008) mencionaram que, é científico o conhecimento sistematizado e publicado pela Academia. O que mostra que na pesquisa é necessária a formulação de hipóteses, que surge a partir de um conhecimento prévio, que precisa ser sistematizado, estudado e posteriormente divulgado de alguma forma.

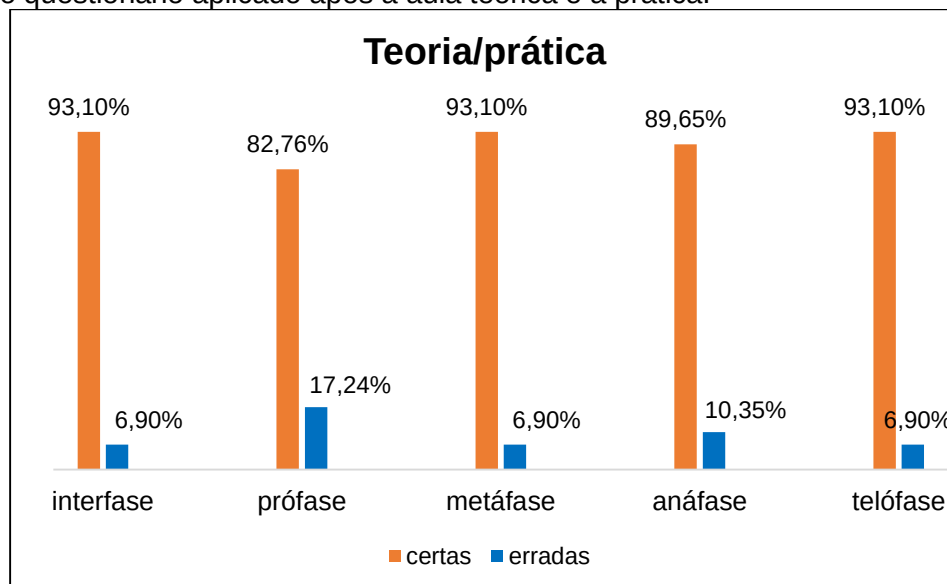
De acordo com Lévy (2001), os pesquisadores constroem o conhecimento científico a partir dos conhecimentos já existentes. Entretanto, a educação básica em parceria com a educação superior, são ferramentas promissoras na busca de novos conhecimentos.

Santos, (2015) aborda que, é importante ensinar sobre o processo da divisão celular, para que os alunos compreendam como se dá a transmissão das informações genética ao longo das gerações.

Na Figura 5 estão expostos os índices estatísticos referente ao questionário que foi aplicado após a aula teórica e prática, observando que os alunos ao identificar as células mitóticas na fase da interfase, prófase, metáfase, anáfase, e telófase, resultou-se em alto índices percentuais de acertos acima de 80%. Para a interfase (93,10%), prófase (82,76%), metáfase (93,10%), anáfase (89,65%) e a telófase (93,10%) na identificação das células mitóticas. Para os o percentual de erros na identificação das células, obtive-se índices estatísticos baixos. Pois a interfase (6,90%), prófase (17,24%), metáfase (6,90%), anáfase (10,35%) e a telófase (6,90%). No entanto ao analisar os dados percentuais com base na aula teórica sobre a divisão celular (mitose), referente ao índice

percentual de acertos e erros por parte dos alunos, apurou-se os maiores índices de acertos no processo de identificação das células mitóticas.

Figura 5. Gráfico representante com as respostas dos alunos do 2º ano do ensino médio sobre o questionário aplicado após a aula teórica e a prática.



XAVIER et al. (2015), reata que a escola deve ser o local de mediação entre a teoria e a prática, o idealismo e a realidade, o científico e o cotidiano. Assim, deve se levar em consideração os aspectos regionais e se aproximar da comunidade onde está inserida.

Segundo Mou e Silva, (2017) na transposição didática de divisão celular, muitas vezes, ocorre uma ausência de compreender o comportamento dos cromossomos durante a mitose por parte dos alunos.

As imagens das mudanças estruturais dos cromossomos durante a mitose representados podem atribuir aos alunos uma capacidade de interpretar de uma forma ais clara o fenômeno biológico (TATSCH e SEPEL, 2017).

Carneiro et al. (2007) em um de seus trabalhos sobre o Teste com *Allium cepa* no ensino de Biologia Celular, constatou que antes do procedimento prático, os alunos observaram lâminas já prontas de *Allium cepa* para identificação das fases da mitose. Analisando as respostas dos alunos foi observado que 60% deles identificaram a prófase e a anáfase, e todos conseguiram identificar a metáfase. Quando foi proposta a mesma atividade, após o desenvolvimento da prática, 100% dos alunos acertaram todas as fases do ciclo celular (mitose) observado.

Em um trabalho de Martins et al. (2015) utilizando um jogo de tabuleiro, como estratégia educativa, a fim de conduzir alunos do ensino médio, elaborou-se um questionário de dez perguntas abertas e fechadas sobre o referido tema, o qual foi aplicado antes da execução do jogo (pré-teste) e após aplicação do jogo (pós-teste). As atividades foram realizadas com 77 alunos, sendo 25 alunos de 1º ano, 27 de 2º ano e 25 de 3º ano do ensino médio. Com a execução deste, permitiu verificar que os estudantes detinham pouco conhecimento sobre a divisão celular e perceber a fragilidade do processo de ensino-aprendizagem.

CONCLUSÃO

As aulas práticas foram de grande importância no ensino-aprendizagem, pois proporcionaram um grande avanço no desempenho dos alunos diante do processo avaliativo. Assim a didática envolvendo teoria e prática é aqui recomendada para as aulas de ciclo celular do ensino médio, pois além de melhorar o desempenho dos discentes, deixa as aulas mais atraentes e estimula a aprendizagem.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRA, G.; FORMIGA, N. S.; OLIVEIRA, P. S de.; COSTA, M. M. L., FERNANDES, M.; GRAÇAS, M das.; LIMA DA NÓBREGA, M. M. Análise do conceito de Aprendizagem Significativa à luz da Teoria de Ausubel. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 72, n. 1, 2019.

BANET, E. AYUSO, E. **Introdução à genética na escola secundária e alta: ensino e conteúdo do conhecimento dos alunos**. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, 1995,13 (2), 137-153.

CARNEIRO, S. P.; SILVA, J da. O Teste *Allium cepa* no ensino de Biologia Celular: um estudo de caso com alunos da graduação. **Acta Scientiae**. v. 9 n.2 p. 122-130. 2007

BRAGA, C. M. D. da S. **O uso de modelos didáticos no ensino de divisão celular na perspectiva da aprendizagem significativa**. Brasília. Dissertação: UnB. Universidade de Brasília, 2010.

DICKMANN, I.; DICKMANN, I. (2008). **Primeiras palavras em Paulo Freire**. Passo Fundo: Battistel.

GRIFFITHS, A.; WESSLER, S. R.; LEWONTIN, R. C.; CARROLL, S. B. **Introdução à Genética**. Traduzido por Paulo A. Motta. Ed. Guanabara Koogan, 9ª edição, 712p, 2011.

KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N.; PEDREIRA, M. M.; OLIVEIRA, S. F. Ensino de Genética e materiais didáticos na formação inicial de professores. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 1833-1838, 2013.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.p. 87.

LÉVY, P. **A conexão planetária: o mercado, o ciberespaço, a consciência**. São Paulo: Ed. 34, 2001.

MARTINS, I. C. P.; BRAGA, P. E. T. Jogo didático como estratégia para o ensino de divisão celular. **Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**, v. 16, n. 2, 2015.

MARTINS, I. C. P.; BRAGA, P. E. T. Jogo didático como estratégia para o ensino de divisão celular. **Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**, v. 16, n. 2, 2015.

MELO, J. R.; CARMO, E. M.: Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009.

MESQUITA, E. C. **Citologia, Histologia e Embriologia**. Editora Pedagógica e Universitária (EPU) Ltda. Currículo de Estudos de Biologia (CEB). São Paulo: EPU, 1981.

MORAN, José Manuel et al. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 6 Ed. Campinas; Papirus, 2000.

MOUL, R. A. T. de M.; SILVA, F. C. L. da. A modelização em genética e biologia molecular: ensino de mitose com massa de modelar. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2, p. 118-128, 2017.

PEREIRA, M. B.; MIRANDA, A. F. de. O ensino de mitose para a geração Z: uma análise entre dois métodos. **Revista Prática Docente (RPD)**, v. 2, n. 2, p. 255-269, 2017.

SANTOS, R. C. dos. **Aprendendo Genética com uso de atividades lúdicas**. Foz do Iguaçu - PR. Dissertação de mestrado: Universidade Federal do Paraná, 2015.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica no ensino fundamental: Estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. Tese (Doutorado em

Educação) Universidade de São Paulo. Programa de Pós Graduação em Educação, São Paulo, 2008. 265p; anexos: 180p. p. 6.

SILVA, T. R. da.; SILVA, B. R.; SILVA, B. M. P. da. Modelização didática como possibilidade de aprendizagem sobre divisão celular no ensino fundamental. **Revista Thema**, v. 15, n. 4, p. 1376-1386, 2018.

SOARES, J. L. **Dicionário etimológico e circunstanciado de Biologia**. Editora Scipione: São Paulo, 1993. 534 p.

TATSCH, H. M.; SEPEL, L. M. N. Baralho mitótico. **Genética na escola**, v. 12, n. 2, p. 160-175, 2017.

XAVIER, P. M. A.; FLÔR, C. C. C. Saberes populares e educação científica: um olhar a partir da literatura na área de ensino de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. 2, p. 308-328, 2015.

5. CONCLUSÕES GERAIS

As infusões preparadas com as folhas de *I. edulis*, *I. pilosula*, *I. laurina* e *I. macrophylla* revelaram potencial citotóxico e genotóxico sobre as células meristemáticas de *A. cepa*, em todos os tratamentos avaliados, indicando seu potencial para alteração no ciclo celular. Portanto os dados deste estudo poderão auxiliar na prevenção de danos à saúde dos animais bovinos. Pois este contribuirá para maior conhecimento e orientação sobre o uso dessas espécies de plantas como suplemento alimentar.

Através do teste realizado com *A. cepa* foram detectados efeitos genotóxicos significativos nos parâmetros macroscópicos analisados no período da seca e chuva. Esses resultados pode vir a ser decorrente das influências dos períodos sazonais,

Ao ministrar a aula teórica e aplicar o questionário, obteve-se dados estatísticos abaixo de 60% de acertos na identificação das células mitóticas. No entanto, após a aula teórica e prática, e aplicando o mesmo questionário obteve-se um percentual estatístico acima de 80% de acertos na identificação das células mitóticas. O uso de diferentes recursos didáticos e práticos no ensino da disciplina de Biologia, proporcionou eficácia para o conhecimento didático e científico dos alunos. Portanto as aulas práticas são consideradas de grande importância no processo de ensino-aprendizagem.