



LÍVIA KARINE PEREIRA

**EFEITO ALELOPÁTICO DO EXTRATO DE CASCA DE CAFÉ EM
SEMENTES DE BRAQUIÁRIA (*Urochloa spp.*)**

LAVRAS - MG

2021

LÍVIA KARINE PEREIRA

**EFEITO ALELOPÁTICO DO EXTRATO DE CASCA DE CAFÉ EM
SEMENTES DE BRAQUIÁRIA (*Urochloa spp.*)**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharela.

Prof^a. Dra. Raquel Maria de Oliveira Pires
Orientadora

Ma. Juara Rodrigues Cardoso Santos
Coorientadora

LAVRAS – MG

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me abençoar, com a oportunidade de fazer o curso dos meus sonhos, Agronomia na Universidade Federal de Lavras. Aos meus pais, Almir e Luzia, por terem me apoiado nos meus objetivos e me deram suporte para realização deles, me incentivando nos estudos, na escolha e busca pela profissão. Agradeço pelos esforços para que eu chegasse aqui e pela confiança.

Agradeço também aos meus irmãos Ericsem e Lorena, que colaboraram sempre me incentivando nos estudos. Principalmente ao Ericsem, por todos os conselhos e ensinamentos, que me ajudaram em minha vida e na minha jornada acadêmica. Ao meu namorado Juliano por todo apoio, paciência, carinho e incentivo para realização dos meus objetivos e para minha resiliência.

A Beatriz minha querida amiga, que está comigo a tantos anos, que trilhou junto comigo o caminho da faculdade mesmo que em cursos diferentes, e esteve presente nos momentos bons e ruins. Agradeço também as minhas amigas do coração, que sempre estiveram ao meu lado me dando, carinho e apoio desde o ensino médio Emilly, Taline, Izadora e Mariana. A todos os amigos que a graduação me proporcionou Aline, Júlia, Maria Vitória, Sheila, Brícia, Fabrício e Anette que também foram colegas de trabalho, me ajudando no curso e colaborando no meu aprendizado durante todo o curso. Ao Ranuelli, Karen e Ana Flávia que estiveram sempre dispostos e me ajudaram muito na rotina das atividades no laboratório de sementes.

A minha orientadora professora Raquel, que me acolheu e me deu oportunidade de ser sua orientada e que esteve sempre me ensinando e incentivando na graduação, que esteve disponível e atenta para solucionar dúvidas, compartilhando conhecimento e me tratou com muito carinho, atenção e comprometimento todas as vezes que precisei. A todos os professores que me ensinaram muito sobre a profissão e contribuíram para a minha formação.

A minha coorientadora Juara que tive o prazer de conhecer e que sempre prestativa, gentil, compreensiva e dedicada. Foi uma peça fundamental para realização da minha monografia. Aos colegas e funcionários do Laboratório de Análise de sementes (LAS) por todo o auxílio durante a realização do experimento. Aos membros e amigos do núcleo de estudos “NESEM” que foi de grande importância em minha formação, por todo o conhecimento passado e para o meu crescimento pessoal e profissional. À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela grande oportunidade de estudo e a todos que de alguma forma, contribuíram para que eu alcançasse a conclusão dessa etapa. MUITO OBRIGADA!!!

RESUMO

O extrato bruto obtido da casca de café propicia tanto o estímulo quanto a inibição no desenvolvimento de plantas. Algumas plantas daninhas apresentam seu desenvolvimento inibido quando exposta ao extrato da casca de café. Assim, o objetivo no presente trabalho foi avaliar o efeito alelopático do extrato líquido da casca de café no desenvolvimento fisiológico de sementes de braquiária. Foram analisadas 5 concentrações do extrato da casca de café: 0%, 5%, 10%, 15% e 100%. Para obter o extrato líquido, os resíduos de casca de café foram imersos em água destilada por 24h na proporção de 200 g/1.000 mL. Posteriormente, as cascas de café foram peneiradas a fim de obter o extrato com concentração de 100%. As demais concentrações (5%, 10% e 15%) foram obtidas através da diluição em água destilada. O teste de germinação foi realizado em papel tipo “germitest” umedecido com o extrato líquido de acordo com a concentração na quantidade de duas vezes e meia o peso do papel seco. A avaliação ocorreu no vigésimo primeiro dia. O índice de velocidade de germinação foi realizado concomitantemente ao teste de germinação contabilizando diariamente o número de plântulas normais. A primeira contagem de germinação foi realizada utilizando-se a mesma metodologia descrita para o teste de germinação, sendo contabilizada a porcentagem de plântulas normais aos sete dias após a semeadura. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. A avaliação enzimática foi realizada com plântulas aos 0, 7, 21 dias de germinação e mantidas no deep freezer a menos 86 graus. As plântulas foram maceradas e submetidas a técnica de eletroforese para a determinação de enzimas superóxido de dismutase (SOD) e catalase (CAT). A germinação de sementes de braquiária não apresentou diferença significativa quando o papel é umedecido com extrato de casca de café concentrado a 100% e quando se utiliza apenas água destilada. Há incremento no índice de velocidade de germinação quando o papel do teste de germinação é umedecido com extrato de casca de café nas concentrações de 5%, 10% e 100%. Na primeira contagem de germinação, as concentrações de 5%, 10% e 100% são estatisticamente superiores as demais. Assim, o uso do extrato da casca de café em concentrações de 5%, 10% e 100% favorecem a velocidade de germinação e a formação de plântulas normais de sementes de braquiária. O tempo interferiu diretamente nas atividades enzimáticas da superóxido de dismutase (SOD) e catalase (CAT). Para SOD o tempo interferiu no aumento de suas expressões enzimáticas e para CAT o tempo interferiu para diminuição das expressões enzimáticas.

Palavras-chave: *Urochloa* spp, Germinação, Avaliação Fisiológica

ABSTRACT

The crude extract obtained from the coffee husk provides both stimulation and inhibition in the development of plants. Some weeds have their development inhibited when exposed to coffee husk extract. Thus, the objective of the present study was to evaluate the allelopathic effect of the liquid extract of the coffee husk on the physiological development of *Brachiaria* seeds. The experiment was conducted at the Central Seed Laboratory at the Federal University of Lavras, Lavras MG. Five concentrations of coffee husk extract were analyzed: 0%, 5%, 10%, 15% and 100%. To obtain the liquid extract, the coffee husk residues were immersed in distilled water for 24 hours at a rate of 200 g / 1,000 mL. Subsequently, the coffee husks were sieved in order to obtain the extract with a concentration of 100%. The remaining concentrations (5%, 10% and 15%) were obtained by diluting with distilled water. The germination test was performed on "germitest" paper moistened with the liquid extract according to the concentration in the amount of two and a half times the weight of the dry paper. The evaluation took place on the 21st day. The germination speed index was carried out concurrently with the germination test, daily counting the number of normal seedlings. The first germination count was performed using the same methodology described for the germination test, with the percentage of normal seedlings counting to seven. days after sowing. A completely randomized design with four replications was used. The enzymatic evaluation was carried out with seedlings 1, 7, 21 days of germination and kept in the deep freezer at less than 86 degrees. The seedlings were macerated and submitted to the electrophoresis technique for the determination of superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) enzymes. Germination of *brachiaria* seeds showed no significant difference when the paper is moistened with 100% concentrated coffee husk extract and when only distilled water is used. There is an increase in the germination speed index when the role of the germination test is moistened with coffee husk extract in concentrations of 5%, 10% and 100%. In the first germination count, the concentrations of 5%, 10% and 100% are statistically higher than the others. Thus, the use of coffee husk extract in concentrations of 5%, 10% and 100% favors the speed of germination and the formation of normal seedlings of *brachiaria* seeds. Time directly interfered with the enzymatic activities of superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT). For SOD, time interfered in the increase of its enzymatic expressions and for CAT, time interfered in the decrease of enzymatic expressions.

Keywords: *Urochloa* spp, Germination ,Physiological Evaluation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Expressões das enzimas superóxido dismutase (SOD) em sementes de *Uroclhoa decumbens* submetidas as concentrações do extrato de café 0, 5, 10, 15 e 100% no tempo de 0, 7 e 21 dias nos tratamentos de 1 ao 15.....23

Figura 2 - Expressões das enzimas catalase (CAT) em sementes de *Uroclhoa decumbens* submetidas as concentrações do extrato de café 0, 5, 10, 15 e 100% no tempo de 0, 7 e 21 dias nos tratamentos de 1 ao 15.....24

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Tratamentos de sementes e plântulas de braquiária submetidas a diferentes concentrações de extrato líquido da casca de café a 0, 7 e 21 dias após a semeadura para avaliação enzimática da catalase (CAT) e superóxido dismutase (SOD). ...18
- Tabela 2 – Valores de médias porcentagem de germinação, índice de velocidade germinação e primeira contagem de semente de braquiária (*Urochloa decumbens*) em diferentes concentrações de extrato líquido de casca de café.21

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	Cultura da braquiária	10
2.2	Café no Brasil e no mundo	11
2.3	Resíduos do beneficiamento do café	11
2.4	Efeitos alelopáticos da casca do café.....	12
2.5	Qualidade fisiológica das sementes forrageiras	13
2.6	Análise enzimática de sementes.....	14
3	MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1	Análises fisiológicas	16
3.2	Análises enzimáticas.....	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4.1	Testes para avaliação da qualidade fisiológica	20
4.2	Expressão das isoenzimas	22
5	CONCLUSÕES	28
	REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

A alelopatia é um efeito que pode ocorrer em todos os organismos vivos, entretanto, ocorre de maneira mais evidente nos vegetais. O efeito alelopático consiste na capacidade que os organismos vegetais possuem de liberar substâncias químicas no meio, trazendo resultados benéficos ou danosos aos demais organismos vegetais presentes no ambiente (CORSATO et al., 2010). Se um determinado vegetal tem a capacidade de reduzir o crescimento de outros ao seu redor através da liberação de “aleloquímicos” no solo, este efeito pode trazer vantagens à planta que libera estas substâncias, como maior crescimento, devido a possibilidade de maior acesso a nutrientes, água e luz (MAY et al., 2011).

O efeito aleloquímico, além de inibitório ou benéfico, pode ser direto ou indireto. Nesse processo, as plantas liberam no meio, metabólitos primários e secundários, através de suas folhas, raízes e resíduos vegetais, para outras plantas relativamente próximas (LEGNAIOLI, 2019). Está provado que as plantas produzem substâncias químicas com propriedades. A alelopatia, pode estimular ou inibir certas plantas (Especificidade). Essas substâncias foram descobertas e distribuídas em diferentes órgãos da planta e em suas diferentes concentrações Ciclo de vida (periódico). Quando essas substâncias são liberadas em quantidades suficientes, podem causar efeitos alelopáticos, que podem ser observado durante a germinação, crescimento inicial e / ou desenvolvimento e microorganismos estabelecidos (CARVALHO, 1993). Nos casos em que os resultados são negativos, ou seja, as liberações de compostos químicos prejudicam outros vegetais, configura-se como uma estratégia de sobrevivência da planta (VILELA, 2009).

A alelopatia se apresenta como uma opção a ser usada em complemento aos métodos convencionais de controle de plantas daninhas, e até mesmo de insetos e microrganismos indesejados no meio agrícola. Como é alternativa “natural”, esta pode ser usada aliada a outros métodos de manejo, sem ocasionar contaminações do solo e água, ou seja, de forma sustentável, pois os resíduos se degradam com mais rapidez do que os resíduos sintéticos (SANTOS et al., 2008). A técnica de extração de aleloquímicos consiste em imergir materiais frescos ou secos em um solvente por um determinado período de tempo e, em seguida da filtragem para obter um extrato. Esses extratos podem ser feitos de qualquer planta ou órgão, inteiros ou triturados. O solvente mais utilizado na extração é a água destilada, seguido dos solventes orgânicos com diferentes polaridades (FISCHER & KUMMER, 1993).

A espécie *Urochloa decumbens* é uma forrageira, com grande produção de massa foliar de boa qualidade, resistente ao pastejo e que protege o solo contra erosão. As áreas onde a espécie foi introduzida como forrageira, ao se transformar essas terras em lavouras, o capim-braquiária passa a se constituir num importante infestante (KISSMANN, 1997). As pastagens cultivadas são a base da produção da pecuária bovina de corte no Brasil. O gênero *Urochloa* agrupa as cultivares de gramíneas forrageiras mais importantes para a produção de carne bovina (BARBOSA, 2006).

O cafeeiro (*Coffea arabica* L.) pertence à família Rubiaceae, é um arbusto lenhoso com atividades alelopáticas, farmacológicas e toxicológicas, cujas folhas e frutos são ingredientes comumente utilizados. Os aleloquímicos de diversas espécies de café, possuem quantidades de cafeína, teobromina e teofilina, em extratos aquosos de endosperma de frutos maduros e imaturos. A cafeína foi o alcalóide presente em quantidades maiores, tendo inclusive concentrações que foram em geral similares em frutos maduros e imaturos (MAZZAFERA et al., 1991).

Diante disso é de grande interesse a avaliação dos efeitos da dos resíduos sobre o desenvolvimento de demais espécies de organismos vivos como sementes e plantas. Sendo o Brasil reconhecido como o maior produtor e exportador de café mundialmente; os resíduos vegetais como a casca de café e a de arroz são aproveitados em diferentes cultivos com finalidade de controlar as plantas invasoras, explorando seus potenciais alelopáticos. Existem muitos benefícios com a aplicação da casca de café devido a capacidade de fornecimento de nutrientes, aumentando assim a produtividade, já que esses resíduos são ricos em matéria orgânica, e também são fontes naturais de potássio e nitrogênio (SANTOS et al., 2001; MAY et al., 2011).

Devida a proporção do mercado de café, é necessário a realização de pesquisas que visam o aproveitamento máximo deste grão e dos resíduos resultantes de todo o seu processo de beneficiamento. Deste modo, o presente trabalho visou avaliar a germinação de sementes de braquiária (*Urochloa decumbens*) sobre o efeito do extrato líquido da casca de café em diferentes concentrações e atividade das enzimas nas sementes submetidas a ao extrato líquido da casca de café, a superóxido dismutase (SOD) e a catalase (CAT).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura da braquiária

A braquiária decumbens (*Urochloa decumbens*) é um gênero botânico pertencente à família Poaceae e subfamília Panicoideae, destacando-se principalmente por ser fonte de alimento para rebanhos bovinos, pelo elevado teor de fibras, energia, proteínas, minerais e vitaminas que apresenta (REZENDE et al., 2011; SILVA, 2012, p.302). Atualmente esse gênero pode ser denominado taxonomicamente como *Urochloa*, pois alguns autores questionam a validade do nome *Brachiaria* (TORRES GONZÁLES; MORTON, 2005).

A introdução das espécies do gênero no Brasil, iniciou-se de maneira involuntária durante a época colonial, quando plantas eram utilizadas como leito para escravos em navios negreiros (NANI, 2015; FERREIRA, 2019). A partir do ano de 1952, oficializou-se a introdução da *Urochloa spp.* no país pelo Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN), sendo a *U. decumbens* a primeira espécie introduzida (KARIA; DUARTE; ARAÚJO, 2006; FERREIRA, 2019). O gênero *Urochloa*, segundo Silva e Ferrari (2012), é uma gramínea perene, de caule subterrâneo do tipo rizoma, planta cespitosa, apresentando folhas com lâminas lineares lanceoladas, pilosas na fase ventral e glabras na fase dorsal e pelos na porção apical dos entrenós e bainhas; as porções laminares são largas e longas, com pubescência somente na fase inferior.

Na década de 1970 deu início a uma significativa implantação de pastagens no Brasil, nesse processo as sementes se tornaram a principal forma de propagação em substituição ao plantio de mudas. Isso ocorreu devido a semeadura em grande escala das sementes de braquiária nas áreas de cerrado o que proporcionou um forte aumento nas áreas com pastagens no Brasil (ZIMMER & EUCLIDES, 2000). O Brasil devido a sua intensa atividade pecuária é considerado o maior consumidor e exportador de sementes forrageiras tropicais (SOUZA, 2002 apud LAURA, 2009, p. 326). As pastagens cultivadas são a base da produção da pecuária bovina de corte no Brasil. O gênero *Urochloa* agrupa as cultivares de gramíneas forrageiras mais importantes para a produção de carne bovina.

Com relação aos aspectos de qualidade das sementes de braquiária de maneira geral, as sementes de gramíneas forrageiras demonstram baixa qualidade física e fisiológica, quando comparadas às de grandes culturas (TOMAZ et al., 2010 apud FERREIRA, 2019, p.15). A baixa qualidade pode devida à desuniformidade de maturação das sementes na planta e à

colheita por varredura, já que ocorre mistura de terra com as sementes após a degrana natural e a colheita que é realizada por varredura (HESSEL et al., 2012).

2.2 Café no Brasil e no mundo

O café é uma planta originária do continente africano, das regiões altas da Etiópia, onde ocorre espontaneamente como planta de sub-bosque. Desta região, o café foi levado para a Arábia, e, posteriormente, para o Egito, no século XVI. Depois, para a Turquia, e, apenas, no século XVII chegou a Europa. O café era consumido por diversas classes sociais, inclusive por intelectuais. Foram os holandeses que disseminaram o café pelo mundo que pode chegar às Américas. Inicialmente transformaram suas colônias nas Índias Orientais em grandes plantações de café e junto com franceses e portugueses transportaram o café para a América (Clube café, 2020).

Atualmente o Brasil é considerado um dos maiores produtores e exportadores de café e também classificado como entre os maiores consumidores do produto, mas o país alcançou seu auge de produção e exportação XIX. No mundo existem diversas espécies de café que são consumidas, entretanto, a espécie *Coffea arábica* L. e a *Coffea canephora* Pierre, também chamado de “Conillon”, são as mais utilizadas em blends de café (Clube café, 2020).

A espécie Arábica é considerada o café de maior qualidade, pois combina vários fatores de qualidade, como aromas e sabores, que trazem agregação de valor ao produto. Internacionalmente o maior valor agregado facilita a aceitação internacional do produto. O café Robusta é classificado como de qualidade inferior ao Arábica, e conseqüentemente, seu preço reflete isso, tornando-se inferior ao do tipo arábica (ROSA, 2008).

O processo de produção cafeeira no Brasil e no mundo envolve uma série de processos como a produção em campo, recepção dos grãos, beneficiamento dos grãos, torrefação, moagem, embalagem e rotulagem. Este processamento constitui o processo de pós-colheita do café (EMBRAPA, 2004).

2.3 Resíduos do beneficiamento do café

De acordo com o Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura do Café (2004) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o beneficiamento é uma operação pós-colheita que transforma, pela eliminação das cascas e separação dos grãos, o fruto seco

(coco ou pergaminho) em grãos de café que passam a ter a denominação de café beneficiado ou café verde (EMBRAPA, 2004).

O beneficiamento de café configura-se como um conjunto de operações em que o objetivo é obter lotes homogêneos que atendam padrões de comercialização e ou industrialização (REZENDE; ROSADO; GOMES, 2007; MATIELLO et al., 2002).

Preferencialmente, o beneficiamento deve ocorrer a partir do 15º dia após secagem. Isso para que haja estabilização de propriedades físico-químicas do café que afetam a qualidade da bebida final (SILVA, 1995; SILVA; BEBERT, 1999; SILVA 1991).

A palha ou resíduo gerado durante o beneficiamento de café é composto de epicarpo (casca), mesocarpo (polpa ou mucilagem), endocarpo (pergaminho) e película prateada (MATIELO, 1991). No processo de despolpa do grão por via seca, obtém-se como resíduo, a casca, a polpa e o pergaminho. Este conjunto é comumente chamado de casca e constitui, aproximadamente, 50% do fruto seco colhido (BARTHOLO et al., 1989). Quando a despolpa é feita por via úmida, a primeira etapa tem como resíduo a casca e a polpa, e na segunda, o pergaminho, que representa 12% do fruto colhido.

Estima-se que no processo de beneficiamento dos grãos de café 50% em massa são considerados resíduos (BRAHAN e BRESSANI, 1978). Desta forma, imagina-se que em ano de recorde de safra, como ocorrido em 2018, a quantidade de resíduos gerados foi praticamente o dobro da produtividade do ano, ou seja, 122.4 milhões de sacas de café, que equivalem a 7.344 milhões de kg.

2.4 Efeitos alelopáticos da casca do café

O extrato bruto obtido da casca de café propicia o estímulo e a a inibição no desenvolvimento das plantas testadas. A caracterização fitoquímica do extrato aquoso de casca de café apontou como principais classes de substâncias presentes: ácidos fixos, alcalóides, aminogrupos, cumarinas, esteróides, glicosídeos flavônicos e taninos (MAY et al., 2011).

Na determinação do potencial alelopático de uma planta, recorre-se com frequência à técnica dos extratos aquosos e orgânicos (ALMEIDA, 1988). Seu procedimento básico, consiste da formulação de um extrato de uma planta ou suas partes, quer seja fresca ou seca, o qual é aplicado sobre a semente de outras espécies. Esta técnica realizada em laboratório e casa de vegetação é considerada simples e usual, fundamentada na capacidade de contribuir para isolar o efeito alelopático de outras interferências (GOMIDE, 1993).

A preferência da utilização do extrato aquoso em testes alelopáticos, consiste na procura de similaridade com a lixiviação na natureza, cujas substâncias químicas que se encontram em plantas ou resíduos, geralmente são lixiviadas pela chuva e orvalho em quantidades significativas para o solo (MEDEIROS, 1989).

Ensaio com extratos aquosos de folhas de cultivares de café Acaíá, Catuaí e Itacu, sobre a germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de alface, conduzidos por Alves, Mendes e Gomide (1997), revelaram que as folhas do cafeeiro mostraram potencial alelopático, inibindo a germinação de sementes, a 12% de concentração, reduzindo bastante a altura das plântulas e comprimento da raiz, havendo diferenciação de ação alelopática entre as cultivares de café.

Em ensaio de laboratório, Chou e Waller (1980a), testaram a fitotoxicidade dos alcaloides cafeína, teobromina, teofilina e paraxitina presentes no café, sobre o crescimento da radícula de alface (*Lactuca sativa* L.), pela aplicação de solução aquosa em 4 concentrações (100, 200, 300 e 400 ppm), tendo a água destilada como testemunha. Verificaram que após 48 horas à temperatura de 25 °C, efeitos inibitórios desses compostos, destacando-se a cafeína com maior tendência de inibição.

2.5 Qualidade fisiológica das sementes forrageiras

A qualidade fisiológica da semente pode ser definida como a capacidade de desempenhar funções vitais, caracterizada pela germinação, vigor e longevidade, que afeta diretamente a implantação da cultura em condições de campo (POPINIGIS, 1977). Alguns resultados de pesquisa mostram que a baixa qualidade fisiológica de sementes pode resultar em reduções na velocidade e emergência total, desuniformidade de emergência, menor tamanho inicial de plântulas, produção de matéria seca e na área foliar (KHAH et al., 1989; SCHUCH, 1999; HÖFS et al., 2004; KOLCHINSKI et al., 2006).

A qualidade fisiológica de uma semente é avaliada por duas características fundamentais, a viabilidade e o vigor (POPINIGIS, 1977). A colheita de sementes de braquiária pode ser realizada em cacho, entretanto, devida a elevada porcentagem de sementes imaturas e malformadas, os produtores optam preferencialmente pelo método de varredura (NERY et al., 2012). Diante disso a colheita por varredura prejudica de maneira direta a qualidade física e sanitária das sementes (HESSEL et al., 2012; MELO et al., 2016).

A viabilidade é determinada através do teste de germinação, que tem por objetivo avaliar a máxima germinação da semente. Enquanto, o vigor compreende um conjunto de características que determinam o potencial fisiológico das sementes, sendo influenciado pelas condições de ambiente e manejo durante as etapas de pré e pós-colheita. Os fatores ambientais como luz e temperatura são considerados os principais fatores no controle da germinação, principalmente em sementes pequenas (BEWLEY; BLACK, 1994). Os fatores externos aos quais as sementes são submetidas influenciam diretamente no desenvolvimento das sementes (VIEIRA e CARVALHO, 1994). O teste de germinação consiste na avaliação e quantificação do número de plântulas normais obtidas através teste realizado sobre condições ideais a germinação de acordo com cada espécie.

2.6 Análise enzimática de sementes

A germinação de sementes consiste na reativação do metabolismo e crescimento do embrião por meio de eventos metabólicos ordenados, cada um deles apresentando exigências próprias quanto à temperatura, principalmente porque dependem da atividade de sistemas enzimáticos específicos (BEWLEY; BLACK, 1994).

Os componentes enzimáticos do sistema de defesa antioxidante são compostos por várias enzimas antioxidantes, como superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), guaiacol, essas enzimas trabalham nos compartimentos subcelulares e respondem conjuntamente quando sofrem estresses oxidativos. A SOD é a responsável por um papel central na defesa contra o estresse oxidativo em todos os organismos aeróbicos (SCANDALIOS, 1993; SHARMA, 2012). A enzima SOD pertence ao grupo das metaloenzimas e catalisa a dismutação em O_2 e H_2O_2 . Está presente na maioria dos compartimentos subcelulares que geram oxigênio ativado (FRIDOVICH, 1989). A elevada atividade da SOD é frequentemente correlacionada com o aumento da tolerância da planta contra estresses ambientais.

Dentre as enzimas oxidativas a CATALASE (CAT) foi a primeira enzima a ser descoberta e caracterizada. É uma enzima contendo heme tetramérica ubíqua que catalisa a dismutação de duas moléculas de H_2O_2 em água e oxigênio e possui uma alta especificidade. A CAT tem a capacidade de sequestrar H_2O_2 gerado nos peróxissomos durante a oxidação fotorrespiratória, β - oxidação de ácidos graxos e outros sistemas enzimáticos, como XOD que fica junto a SOD (GUPTA, 1993; SHARMA, 2012). Os peroxissomos são provavelmente os principais locais de produção de H_2O_2 intracelular, como resultado de seu tipo de metabolismo

essencialmente oxidativo (DEL RIÓ et al., 2006). Estresses ambientais podem resultar em um aumento ou diminuição da atividade da CAT, dependendo do tipo e da intensidade do estresse causado (MOUSSA e ABDEL-AZIZ, 2008).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi no laboratório de sementes (LAS) do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, onde sementes de braquiária (*Urochloa decumbens*) foram submetidas as diferentes concentrações do extrato líquido da casca de café, sendo elas: 0, 5, 10, 15 e 100%.

Para obter o extrato líquido da casca de café, foi realizado o procedimento em que os resíduos de casca de café foram imersos em água destilada durante um período de 24h na proporção de 200 g/1000 ml. As cascas de café imersas passaram pela peneira e foram filtradas para se obter o extrato na forma líquida, com isso, obteve-se a solução inicial a 100% (estoque), dessa solução obteve-se as demais concentrações (5, 10, 15%) pela diluição do extrato líquido em água destilada. A solução a 0% constituída apenas de água destilada, foi usada como controle. O experimento foi dividido em duas etapas, análises fisiológicas e análises enzimáticas.

3.1 Análises fisiológicas

Para a braquiária, o teste de germinação foi realizado de acordo com as prescrições das Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 2009), sendo o método realizado em papel do tipo “mata-borrão”, umedecido com água destilada na quantidade de duas vezes e meia a massa do papel seco como testemunha.

Para todos os tratamentos foram utilizadas 5 repetições de 50 sementes de braquiária. A semeadura foi realizada sobre 2 folhas de papel tipo mata borrão. Após o preparo das concentrações, as folhas foram embebidas com o extrato líquido de casca de café a 2,5x o peso do papel seco.

As sementes de braquiária foram colocadas em uma caixa plástica de germinação, do tipo gerbox (2 papéis mata-borrão por gerbox), em seguida foram colocadas em câmaras tipo BOD (Biological Oxygen Demand), com temperatura alternada, 25°C por 16h e 30 °C por 8h. A avaliações para determinar a porcentagem de germinação, foi calculada pela fórmula (1):

$$G = \frac{(N)}{(100)} \times 100 \quad (1)$$

Em que: N = número de sementes germinadas ao final do teste (resultados expressos em porcentagem), e foi feita a contagem inicial e a final de plântulas, ambas de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para as sementes de braquiária, a primeira contagem foi realizada os 7 dias e a final aos 21 dias após a semeadura.

Concomitante ao teste de germinação foram coletados os dados para o índice de velocidade de germinação (IVG) diariamente, calculado pela fórmula (2):

$$IVG = \sum \frac{ni}{ti} \quad (2)$$

Em que: ni = número de sementes que germinaram no tempo 'i'; ti = tempo após instalação do teste; i = 1 → 21 dias. Unidade: adimensional através da quantificação do número de sementes protundidas por dia em relação ao total (MAGUIRE, 1962). A análise de variância dos dados das análises fisiológicas e as comparações de médias foram efetuadas pela aplicação do teste de Tukey (5%) com a utilização do software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2000).

3.2 Análises enzimáticas

Os tratamentos foram realizados com diferentes concentrações de extrato líquido da casca de café 0, 7 e 21 dias após a semeadura, conforme especificado na tabela 1. Para a avaliação enzimática foram coletadas 15 sementes e plântulas aleatoriamente a cada concentração do extrato e armazenadas em deep freezer a – 86 °C.

Tabela 2 – Tratamentos de sementes e plântulas de braquiária submetidas a diferentes concentrações de extrato líquido da casca de café a 0, 7 e 21 dias após a semeadura para avaliação enzimática da catalase (CAT) e superóxido dismutase (SOD).

Identificação dos materiais		
Tratamentos	Concentração da solução estoque (%)	Tempo (dias)
1 A	0	0
2B	5	0
3C	10	0
4D	15	0
5E	100	0
6A	0	7
7B	5	7
8C	10	7
9D	15	7
10E	100	7
11A	0	21
12B	5	21
13C	10	21
14D	15	21
15E	100	21

Fonte: Do autor (2021).

As sementes e plântulas de braquiária foram maceradas na presença de polivinilpirrolidona - PVP e nitrogênio líquido em cadinho de porcelana. Depois de serem maceradas foram armazenadas 100 mg do material à temperatura de -86°C , em microtubos de 1,5 ml, no deep freezer. Foram separadas as amostras de cada tratamento para análise enzimática.

Foi realizada a análise enzimática da catalase (CAT) e da superóxido dismutase (SOD). A extração das enzimas foi realizada com o tampão Tris HCl 0,2M pH 8,0 + (0,1% de β

mercaptoetanol), na proporção de 250 μ L por 100 mg do material. O material foi homogeneizado em vortex e mantido por 12 horas, em geladeira, seguido de centrifugação a 14.000 rpm por 30 minutos, a 4 °C.

A corrida eletroforética foi realizada em sistema de géis de poliacrilamida descontínuo a 7,5% (gel separador) e 4,5% (gel concentrador). O sistema gel/eletrodo utilizado foi o Tris-glicina pH 8,9. Foram aplicados 60 μ L do sobrenadante das amostras no gel. Terminada a corrida, os géis foram revelados conforme Alfenas et al. (2006). Para cada enzima (CAT e SOD) um Zimograma (imagem revelada do gel de poliacrilamida) foi obtido para observar a intensidade das bandas.

O Zimograma foi quantificado com auxílio do software ImageJ®, na unidade pixels que gerou gráficos com as expressões das bandas, foram utilizadas três repetições desses valores. A análise dos dados de expressões enzimáticas foi realizada em Scott knott com a utilização do software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Testes para avaliação da qualidade fisiológica

Para a porcentagem de germinação observou-se valores distintos a depender da concentração (Tabela 2). Na concentração a 0% (testemunha) e 100%, obteve-se as maiores porcentagens de germinação de 91%. Segundo Inderjit; Dakshini (1995), o crescimento de plântulas é mais largamente utilizado para avaliar os efeitos alelopáticos em bioensaios de laboratório, o que pode ser justificado pela maior sensibilidade a aleloquímicos do que a germinação, o que pode justificar a porcentagem de germinação ter sido igual estatisticamente comparada a 0%. Semelhantemente ao que foi observado por Fagioli et al. (2000) que não constatarem diferença significativa entre os tratamentos na germinação de sementes de guandu com extrato de braquiárias entre os tratamentos na germinação de sementes de guandu com extrato de braquiárias.

Nas concentrações de 10 e 15%, constatou-se os menores valores de germinação de 67% e 57% em relação as demais (Tabela 2). Esses resultados demonstram uma inibição no processo germinativo. Os resultados obtidos concordam com o que foi relatado por Lorenzi (2000), de que a ação alelopática de extratos aquosos pode ser tanto inibitória como estimulante ao crescimento de outras plantas, o que justifica aos valores menores de germinação apresentados. Em contrapartida, Barreiro (2005), afirma que o extrato aquoso da parte aérea de barbatimão não afetou significativamente a porcentagem de germinação de pepino, nas concentrações utilizadas, fervido ou não apresentando valores de germinação próximo a 100%. May (2011) notou resultados semelhantes, a aplicação do extrato da casca de café em placas de Petri não inibiu totalmente a germinação nos tratamentos com *C. sativus*. Contudo, houve redução de formação de plântulas normais.

Tabela 3 - Valores de médias porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e primeira contagem de sementes de braquiária (*Urochloa decumbens*) em diferentes concentrações de extrato líquido de casca de café.

Concentração (%)	Porcentagem de Germinação	IVG	Primeira contagem
0	91a	7,72b	60b
5	81b	9,69a	81a
10	67c	8,33ab	67ab
15	57c	7,07b	57b
100	91a	8,04ab	70ab
CV	5,84%	10,42%	11,21%

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Fonte: Do autor (2021).

Os resultados do índice de velocidade de germinação (tabela 2) são maiores na concentração de 5, 10 e a 100%, mas o tratamento a 0, 10, 15 e 100% não diferem estatisticamente entre si. Assim os tratamentos com concentrações do extrato líquido da casca de café resultaram em maiores velocidades de germinação das sementes. De acordo com Ferreira (2004), o qual afirma que a porcentagem final de germinação geralmente é menos influenciada pela presença dos compostos alelopáticos em baixas concentrações enquanto o tempo médio e a velocidade média de germinação são mais sensíveis, resultando em alterações na curva de germinação. E Segundo McCalla ; Haskins (1964), citados por Marques (1992), constataram que substâncias consideradas inibitórias para o processo germinativo tem efeito estimulante sobre esse processo em concentrações inferiores, com os inibidores parecendo agir sobre a atividade enzimática e outras atividades fisiológicas da planta o que justifica a variação do índice de velocidade de germinação. Segundo Santos et al. (2002), o extrato de casca de café, ao longo do período de avaliação, promoveu maior incremento da altura da planta de caruru, principalmente a partir da concentração 10%. Este estímulo ao crescimento do caruru pode estar relacionado em parte, ao efeito provocado pela substância alelopática cafeína.

Os valores de primeira contagem (Tabela 2) foram maiores na concentração de 5, 10 e 100% e constatou-se um incremento no valor médio de primeira contagem em relação a 0%. Houve o aumento de número de plântulas na primeira contagem nos tratamentos com extrato

líquido de casca de café. Segundo Kitou ;Yoshida (1997) estudaram os efeitos dos restos vegetais do café no crescimento de várias plantas e descobriram que a taxa de crescimento das plantas de feijão, soja e alface aumentou significativamente, enquanto a taxa de crescimento do trigo, milho e certas espécies de ervas daninhas diminuiu. Esses autores descobriram que os resíduos do café têm um maior efeito estimulante sobre o crescimento de plantas de folhas largas ou dicotiledôneas. Neste experimento o extrato líquido da casca de café em concentrações de 5%, 10% e 100% favorecem o rápido desenvolvimento e a formação de plântulas normais de sementes de braquiária.

Entretanto, Fetene ; Habtemariam (1995) constataram que extratos de folhas e frutos de café inibiram a germinação da alface e atribuíram esse efeito à presença de cafeína (um alcalóide), que apresenta maior teor nos frutos do café (MAZZAFERA et al., 1991). Os resultados estimuladores podem ser justificados pelo que afirma Gomide (1993) que citou a visão de Lorenzi (1983) de que a alelopatia dos extratos aquosos não apenas tem um efeito inibitório, mas também estimula a germinação ou o crescimento de outra planta.

4.2 Expressão das isoenzimas

Nos resultados da análise enzimática foi observado uma maior expressão enzimática da superóxido dismutase (SOD), com o decorrer do tempo, como demonstra o zimograma da (SOD) (Figura 1).

Figura 1- Expressões das enzimas superóxido dismutase (SOD) em sementes de *Uroclhoa decumbens* submetidas as concentrações do extrato de café 0, 5, 10, 15 e 100% no tempo de 0, 7 e 21 dias nos tratamentos 1 ao 15.

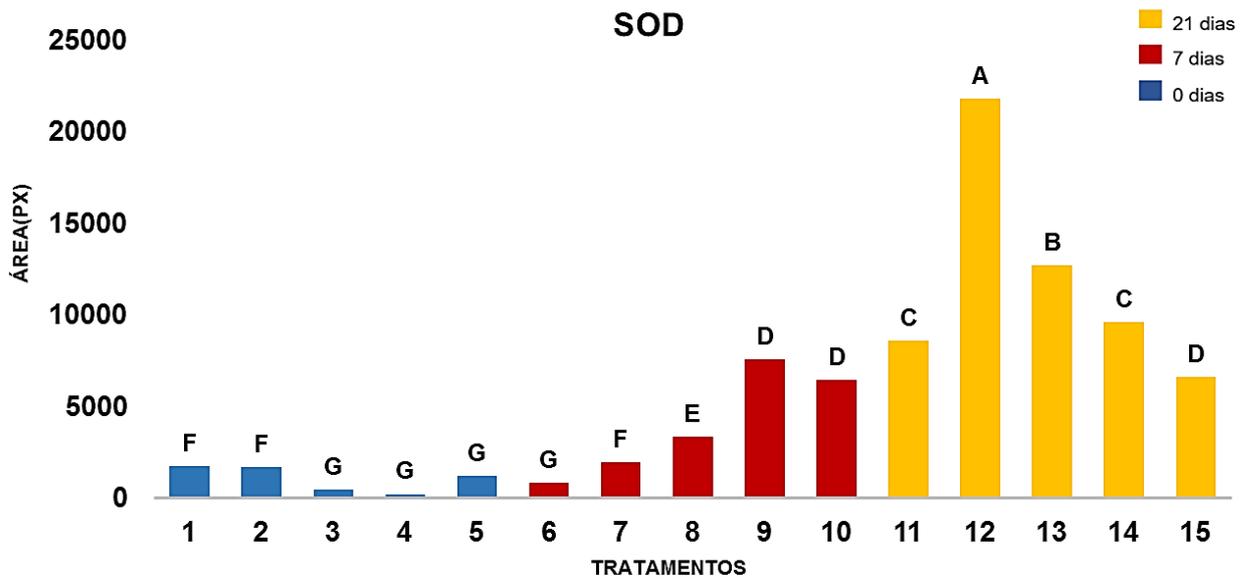
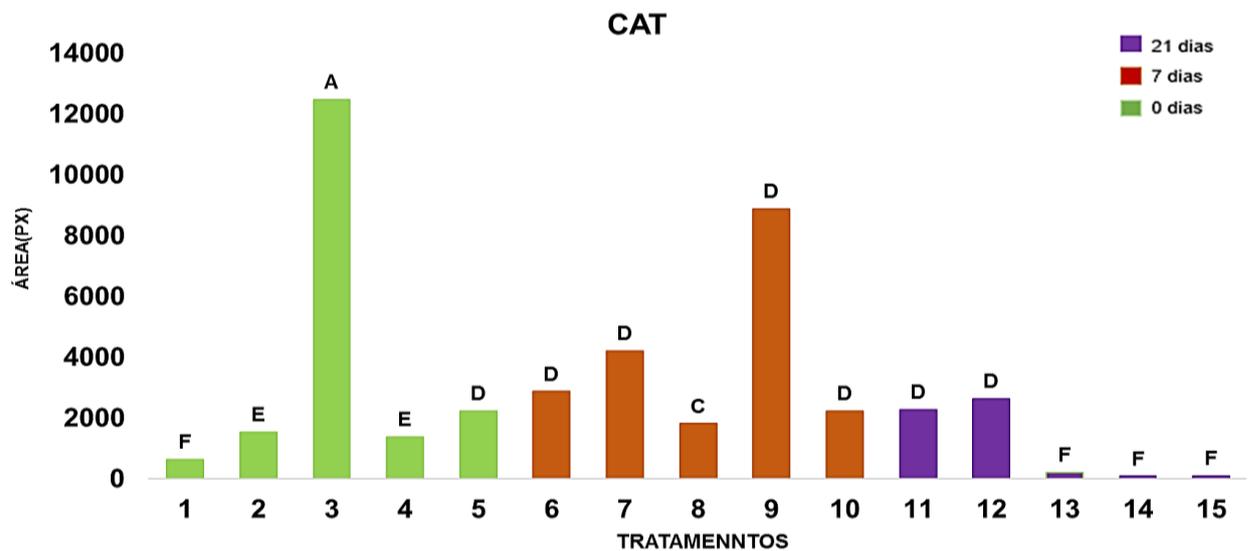
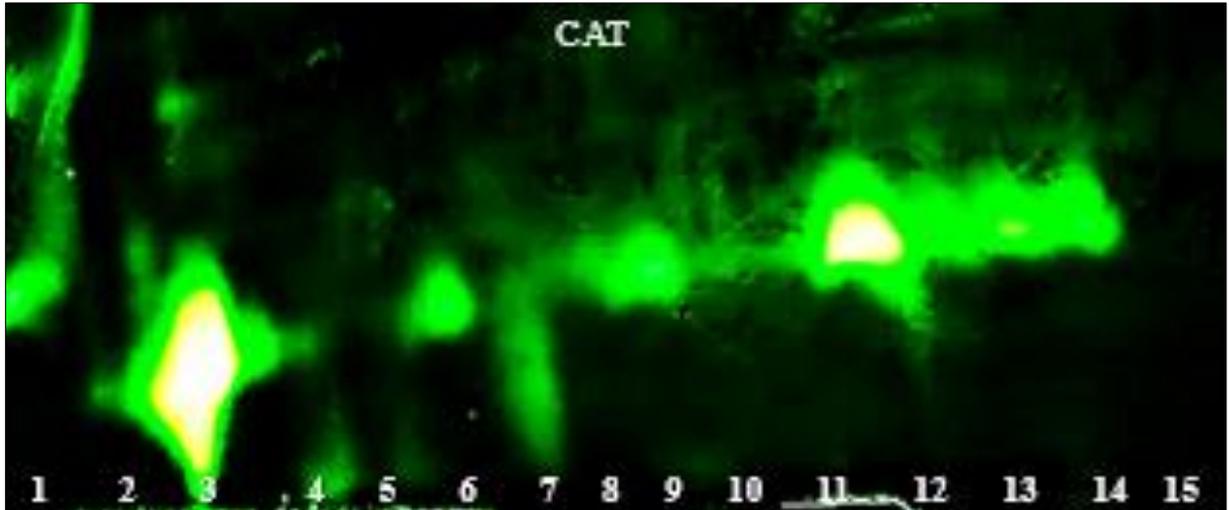


Figura 2 - Expressões das enzimas catalase (CAT) em sementes de *Uroclhoa decumbens* submetidas as concentrações do extrato de café 0, 5, 10, 15 e 100% no tempo de 0, 7 e 21 dias nos tratamentos 1 ao 15.



As plantas possuem um mecanismo em resposta a produção excessiva de espécies reativas de oxigênio (EROs), para minimizar e realizar a remoção dos efeitos tóxicos. Várias pressões ambientais podem levar à produção excessiva de EROs levando a danos oxidativos progressivos e, por fim até a morte celular. Essas possuem um sistema enzimático formado pelas enzimas superóxido dismutase (SOD), peroxidase e a catalase (CAT) (CHOUDHARY; KUMAR; KAUR, 2019; OLIVEIRA, 2020). De maneira geral as plantas têm mecanismos de

desintoxicação de EROs sendo a SOD a primeira linha de defesa contra radicais livres (TESSUTTI et al., 2013; ASSIS, 2017).

Constatou-se uma maior expressão enzimática nos tratamentos 12, 13 e 14, nas respectivas concentrações de 5%, 10% e 15%, no tempo de 21 dias (Figura 1). O que possivelmente ocorreu devido o progressivo aumento das atividades metabólicas internas na semente ao longo do seu desenvolvimento, o que reflete diretamente na atividade enzimática da SOD. De acordo com Sharma et al. (2012) o aumento da atividade da SOD geralmente está relacionado ao aumento da tolerância da planta ao estresse ambiental. Sugere-se que a SOD seja usada como um critério de seleção indireta para selecionar materiais vegetais resistentes à seca, o que justifica a sua máxima expressão ser aos 21 dias após a semeadura.

Nos tratamentos 3, 4 e 5, nas respectivas concentrações 10, 15 e 100%, no tempo de 0 dias constatou-se as menores expressões enzimáticas (Figura 1). A SOD considerada a primeira linha de defesa contra EROs, realiza a dismutação dos íons superóxido (O_2^-), com a formação de peróxido de hidrogênio (H_2O_2), catalisando a remoção do O_2^- . O H_2O_2 formado pela reação da SOD é dismutado em água (H_2O) e O_2 , por meio das enzimas; a baixa expressão da enzima CAT e POX (PAUL; ROYCHOUDHURY, 2017; CHOUDHARY; KUMAR; KAUR, 2019; LIU; SOUNDARARAJAN; MANIVANNAN, 2019; OLIVEIRA, 2020). De acordo com Gupta et al. (1993) a produção de superóxido dismutase (SOD) leva a uma maior tolerância das plantas ao estresse oxidativo, como os tratamentos 3, 4 e 5 se referem ao período de 0 dias, possivelmente houve uma menor intensidade das atividades metabólicas o que resultou na baixa expressão enzimática. Os tratamentos 7, 8 e 9 nas respectivas concentrações 5%, 10% e 15% aos 7 dias se mantiveram numa faixa média de expressão enzimática.

A catalase (CAT), apresentou sua maior expressão enzimática como demonstra zimograma da CAT, nos tratamentos 3 a 15%, 9 a 15% e 7 a 5% respectivamente á 0 e 7 dias. A atividade respiratória é a primeira atividade metabólica observada nas sementes após a reidratação, desde uma taxa próxima a zero até valores elevados em um tempo curto, dependendo da espécie (DODE et al., 2013). A respiração, a atividade de enzimas, organelas e a síntese de proteínas são fundamentais para o desenvolvimento do processo de germinação e preparação para o posterior crescimento do embrião (CRISPIM et al., 1994; DODE et al., 2013). Existem várias enzimas nas plantas que podem degradar H_2O_2 . No entanto, os CATs são os únicos que não requerem um redutor celular equivalente. A taxa de renovação do CAT é muito rápida, mas sua afinidade pelo H_2O_2 é muito menor do que a do APX, o que concorda com a maior expressão no tratamento 3 que ocorre aos 0 dias, seguidos pelos tratamentos 7 e 9, que ultrapassam o tempo de 7 dias (SCANDALIOS, 1997; CORPAS, 2008; DEL RIO, 2006).

Outro aspecto que influencia é a classificação proposta dos CATs que propõem que os CATs de classe I são expressos em tecidos fotossintéticos e são regulados pela luz; Os CATs de Classe II são expressos em níveis elevados nos tecidos vasculares, enquanto os CATs de Classe III são altamente abundantes em sementes e mudas jovens (MALLICK; MOHN, 2000). Outro ponto segundo CAI et al. (2011) o aumento da expressão da enzima CAT, pode ser um indicativo de aumento de EROs nas células. No período de germinação de foi observado por Assis (2017), que a quantidade de CAT presente em células aeróbicas é diretamente proporcional ao estado oxidativo das células, ou seja, o aumento da atividade da enzima CAT está provavelmente envolvido com o mecanismo de defesa durante a germinação em sementes de *J. curcas*.

Nos tratamentos 13 a 10%, 14 a 15% e 15 a 100% no tempo de 21 dias, constatou-se as menores expressões da atividade enzimática. Foi observada uma menor expressão enzimática da CAT, com a evolução do tempo, como demonstra zimograma da CAT, ao contrário do observado pela SOD. Entretanto isso ocorre para que haja o balanço entre essas enzimas antioxidantes que é de grande importância na regulação dos níveis de EROs dentro das células (ABREU et al., 2014). Segundo Willekens et al. (1997) de maneira geral, tensões que reduzem a taxa de renovação de proteínas também reduzem a atividade da CAT. Revelou-se com análise de estresse o aumento da suscetibilidade de plantas deficientes em CAT ao paraquat, sal e ozônio, mas não ao resfriamento. Em plantas de tabaco transgênicas, tendo 10% de tipo selvagem, a atividade CAT mostrou acúmulo de GSSG e uma diminuição de 4 vezes em AsA, indicando que CAT é crítico para conseguir manter o equilíbrio redox durante o estresse oxidativo.

Segundo Aumonde (2012) relacionado as maiores concentrações do extrato de *Z. aethiopica* proporcionaram redução quanti-qualitativa dos teores de clorofila é possível verificar o seu efeito negativo sobre o aparato fotossintético da plântula, o que permite evidenciar o efeito estressor proporcionado pelo extrato, conforme evidenciado pelo aumento da peroxidação lipídica e atividade das enzimas superóxido-dismutase (SOD), catalase (CAT) e ascorbato peroxidase (APX). Garnezarska; Wojtyla (2008) citado por Assis (2017), verificaram a atividade da CAT foi aumentada durante o processo germinativo de tremoço branco no eixo embrionário quanto e nos cotilédones, o que justifica a baixa expressão da CAT já nos últimos dias do teste de germinação aos 21 dias após a semeadura.

Como observado no presente estudo a produção de EROs em plantas em condições normais de crescimento é baixa. No entanto, em resposta a vários estresses ambientais, as ROS são drasticamente aumentadas em plantas, perturbando o equilíbrio normal de OH e H₂O₂ no

ambiente intracelular, como o que foi provocado pelas concentrações do extrato líquido de casca de café. A SOD e CAT, constituem um mecanismo de desintoxicação eficiente ambas atuando na remoção de radicais livres (MC DONALD, 1999 apud ABREU, 2013).

Com base nos resultados é possível inferir que o tratamento com diferentes concentrações do extrato líquido da casca de café, provocam efeitos no processo de germinação e desenvolvimento das sementes de braquiária, assim como em sua atividade enzimática, o que justifica a importância deste estudo. Cai et al. (2011) apontaram que as espécies reativas de oxigênio (EROs) relacionadas a SOD e CAT têm um papel duplo na biologia vegetal e podem ter efeitos benéficos e prejudiciais, como toxicidade relacionada a metabólitos aeróbicos e como um regulador de crescimento chave e canais de defesa.

Dessa forma considerando a grande produção de resíduos decorrentes do processo de beneficiamento do café, os estudos para formas de reutilização e reaproveitamento desses materiais se tornam muito interessantes, a fim de minimizar os gastos e causar menores impactos ambientais. A braquiária (*Urochloa decumbens*), por sua vez é uma cultura de um importante valor econômico, além de representar em ambientes não desejados, como uma espécie de planta daninha sendo de interesse socioeconômico pesquisas que provoquem inibição ou estímulo ao desenvolvimento da cultura. Os compostos alelopáticos interferem na divisão celular, permeabilidade de membranas e na ativação de enzimas (RODRIGUES et al., 1992).

5 CONCLUSÕES

As concentrações de extrato líquido de casca de café influenciaram em todo o processo de desenvolvimento das sementes, estimularam a velocidade de germinação e a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem a 5%, 10% e a 100%.

Todavia a porcentagem de germinação na máxima concentração a 100% foi igual a testemunha, e nas demais concentrações não houve aumento da porcentagem de germinação.

As concentrações e o tempo interferiram diretamente nas atividades enzimáticas da superóxido de dismutase (SOD) e catalase (CAT). Para SOD o tempo interferiu no aumento de suas expressões enzimáticas e para CAT o tempo interferiu para diminuição das expressões enzimáticas.

As concentrações do extrato líquido de café a 5%, 10% e 15% resultaram em uma elevada atividade de ambas enzimas devida as alterações de estímulo observadas nessas concentrações.

REFERÊNCIAS

- ABREU, V. M. de. **Seleção indireta para tolerância à seca de milho por meio de características agrônômicas e de sementes**. 2013. 95p. Dissertação (Mestrado Agronomia/Fitotecnia- Sementes) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- ALMEIDA, F. S. de. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 221-236, fev. 1991b.
- ASSIS, R. G. J. de **Expressão de enzimas durante a germinação de sementes de sempre-vivas**. 2017. 51p. Dissertação (Mestrado Agronomia/Fitotecnia- Sementes) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.
- AUMONDE, Z. T.; Análise de Crescimento do híbrido de mini melancia Smile® enxertada e não enxertada. **Interciencia**, vol. 36, núm. 9, set. 2011pp. 677-681.
- BARBOSA, R. A. **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006. 206 p.
- BARREIRO, A. P., DELACHIAVE, M. E. A.; SOUZA, F. S. 2005. Efeito alelopático de extratos de parte aérea de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] na germinação e desenvolvimento da plântula de pepino. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 8 (1): 4-8.
- BÁRTHOLO, F. G.; MAGALHÃES FILHO, A. A. R. de; GUIMARÃES, P. T. G.; CHALFOUN, S. M. Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 162, p. 33-44, jul. 1989.
- BASSETTO, P.; SANTOS, R. S. do E. Processo produtivo do café torrado e moído. X EEPA: **X Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial**, 2016. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/anais/x_eeпа/data/uploads/11-agroindustria/11-01.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2020.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BINOTTI, F. F. D. S.; SUEDA JUNIOR, C. I.; CARDOSO, E. D.; HAGA, K. I.; NOGUEIRA, D. C. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Brachiaria*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 4, 614-618, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 395p.
- BRESSANI, R.; ELÍAS, L.G.; BRAHAM, J.E. **Pulpa de café: composición, tecnología y utilización**. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Guatemala CIID IDRC - 108s Bogotá, 1978. 152 p.

CAI, F.; LAN-JU, M.; XIAO-LONG, A.; GAO, S., TANG, L.; CHEN, F. Lipid peroxidation and antioxidant responses during seed germination of *Jatropha curcas*. **International Journal Agriculture and Biology**, Faisalabad, v. 13, n. 1, p. 25–30, 2011.

CARVALHO, S. I. C. **Caracterização dos efeitos alelopáticos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no estabelecimento das plantas de *Stylosanthes guianensis* var. vulgaris cv. Bandeirante. Viçosa. 1993. 72 p.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1993.

CHOUDHARY, A.; KUMAR, A.; KAUR, N. ROS and oxidative burst: Roots in plant development. **Plant Diversity**, Beijing, 2019.

CLUBECAFÉ. **História do Café**. Disponível em: < <https://www.clubecafe.net.br/historia-cafe> >. Acesso em: 14 fev. 2020.

CORSATO, M.; FORTES, T. J.; SANTORUM, M. A.; LESZCZYNSKI, R.M; Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. **Semina: Ciências Agrárias**, 2010. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744096008>> ISSN 1676-546X>. Acesso em: 13 ago. 2019.

CRISPIM, J.E.; MARTINS, J.C.; PIRES, J.C.; ROSOLEM, C.A.; CAVARIANI, C. Determinação da taxa de respiração em sementes de soja pelo método da titulação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.10, p.1517-1521, 1994.

DEL RÍO, L.A.; SANDALIO, L. M.; CORPAS, F. J.; PALMA, J. M.; BARROSO, J. B. “Espécies reativas de oxigênio e espécies reativas de nitrogênio em peroxissomos. Production, scavenging, and role in cell signaling” **Plant Physiology**, vol. 141, não. 2, pp. 330–335, 2006.

DODE, J.S.; MENEGHELLO, G.E.; TIMM, F.G.; MORAES, D.M.; PESKE, S.T. Teste de respiração em sementes de soja para avaliação da qualidade fisiológica. **Ciência Rural**, v.43, n.2, p.193-198, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA; **Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura do Café**; v. p. 2004.

FAGIOLI, M.; RODRIGUES, T. J. D.; ALMEIDA, A. R. P.; ALVES, P. L. C. A. Efeito inibitório da *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Marandu sobre a germinação e vigor de sementes de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). **Boletim de Indústria Animal**, v.57, n.2, p.129-37, 2000.

FERREIRA, A. G. Interferência: competição e alelopatia, In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 16.

FERREIRA, A. M. O. **Vigor de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu por análise de imagens**. 14 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

FETENE, M.; HABTEMARIAM, S. **Investigations on allelopathic properties of coffee (*Coffea arabica* L.) leaves, pulp and tree-conopy soil**. *Sinet*. Adis Abeba, v. 18, n. 1, p. 51-65, 1995.

FISCHER, A. G.; KUMMER, P. M. **Process for decaffeinating raw coffee**. United States Patent US 5208056, 1993. 4 p.

FRIDOVICH. Superoxide dismutases. Uma adaptação a um gás paramagnético. **Journal of Biological Chemistry**, vol. 264, no. 14, pp. 7761-7764, 1989.

GARNEZARSKA, M.; WOJTYLA, L. Differential response of antioxidative enzymes in embryonic axes and cotyledons of germinating lupine seeds. **Acta Physiologiae Plantarum**, Copenhagen, v. 30, n. 4, p. 427-432, 2008

GOMIDE, M. B. **Potencialidades alelopáticas dos restos culturais de dois cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.), no controle de algumas plantas daninhas**. 1993. 96 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

GUPTA, A. S.; HEINEN, J.L.; HOLADAY, A.S.; BURKE, J.J.; ALLEN, R.D. **Aumento da resistência ao estresse oxidativo em plantas transgênicas que superexpressam superóxido dismutase Cu / Zn cloroplástico**”, *Proceedings of the National Academy of Sciences dos Estados Unidos da América*, vol. 90, não. 4, pp. 1629-1633, 1993.

HESSEL, C. L. E.; VILLELA, F. A.; AUMONDE, T. Z.; PEDÓ T. Mesa densimétrica e qualidade fisiológica de sementes de brachiária. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 22, n. 3, p. 73-76, 2012.

INDERJIT; DAKSHINI, K. M. M. On laboratory bioassays in allelopathy. **The Botanical Review**, v.61, n.1, p.28-44, 1995.

KARIA, C. T.; DUARTE, J. B.; ARAÚJO, A. C. G. **Desenvolvimento de cultivares do gênero *Brachiaria* (trin) Griseb no Brasil**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006.

KHAH, E. M.; ROBERTS, E. H.; ELLIS, R. H. Effects of seed ageing on growth and yield of spring wheat at diferente plant-population densities. **Field Crops Research**, v.20, p.175-190, 1989.

KITOU, M.; YOSHIDA, S. Effect of coffee residue on the growth of several crops species. **Journal of Weed Science and Technology**, Honshu, v. 4, n. 1, p. 25-30, 1997.

KOLCHINSKI, E. M. **Vigor de sementes de soja e aspectos do desempenho em campo**. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2003. 44f.

LAURA, V. A.; RODRIGUES, A. P. D.; ARIAS, E. R. A.; CHERMOUTH, K. D. S.; ROSSI, T. Qualidade física e fisiológica de sementes de braquiárias comercializadas em Campo Grande-MS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 326-332, jan. /Fev, 2009.

LEGNAIOLI, S.; **Alelopatia: conceito e exemplos**. Ecycle, 2019. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/6489-alelopatia.html>>. Acesso em: 23 mar. 2019.

LIU, B.; SOUNDARARAJAN, P.; MANIVANNAN, A. Mechanisms of Silicon-Mediated Amelioration of Salt Stress in Plants. **Plants**, Basel, v. 8, p. 307, 2019.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination - Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MALLICK, N.; MOHN, F.H.; Espécies reativas de oxigênio: resposta de células de algas. **Journal of Plant Physiology**, vol. 157, no. 2, pp. 183–193, 2000.

MARQUES, T. L.; VON PINHO, R. G.; VON PINHO, É. V. D. R.; SANTOS, H. O. D. Expression of ZmLEA3, AOX2 and ZmPP2C genes in maize lines associated with tolerance to water deficit. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 43, 2019.

MATIELO, J. B. **O café do cultivo ao consumo**. São Paulo: Globo, p.126-129. 1991.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GRACIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura do café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: Mapa/PROCAFÉ, 2002. 387 p.

MAY, D.; OLIVEIRA, R. M. C; ROCHA, D. L.; MARANHO, T. L.; Efeito de extratos de casca de café (*Coffea arabica* L.) na germinação e crescimento de pepino (*Cucumis sativus* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, 2011, pp.180-186

MAZZAFERA, P.; CROZIER, A.; MAGALHÃES, A. C. Caffeine metabolism in *Coffea arabica* and others species of coffee. **Phytochemistry**, Oxford, v. 30, n. 12, p. 3913-3916, 1991.

MC DONALD, M. B. Seed deterioration: physiology, repair and assessments. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 27, n.1, p, 177-237, jan./apr.199.

MCCALLA, M. T.; HASKINS, A. F. Phytotoxic substances from soil microorganisms and crop residues. **Bacteriological reviews** Vol. 28, No. 2, pp. 181-207, 1964.

MEDEIROS, A. R. M. **Determinação potencial aleopáticas em agroecossistemas**. Tese-Doutorado em Solos e Nutrição de plantas, Escola superior de agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP,1989.

MHAMDI, A.; QUEVAL, G.; CHAOUCH, S.; VANDERAUWERA, S.; VAN BREUSEGEM, F.; NOCTOR, G. Catalase function in plants: a focus on Arabidopsis mutants as stress-mimic models. **Journal of Experimental Botany**, vol. 61, no. 15, pp. 4197–4220, 2010.

MOUSSA & ABDEL-AZIZ S. M, Resposta comparativa de genótipos de milho tolerantes à seca e sensíveis à seca ao estresse hídrico. **Australian Journal of Crop Sciences**, vol. 1, não. 1, pp. 31–36, 2008.

NANI, T. F. **Citogenética de espécies de Brachiaria: contribuições para a construção de mapas físicos**. 2015. 124 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

OLIVEIRA, T. F. de. **Condicionamento fisiológico de sementes de urochloa spp.** Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2020. 72 p.

PAUL, S.; ROYCHOUDHURY, A. Seed priming with spermine and spermidine regulates the expression of diverse groups of abiotic stress-responsive genes during salinity stress in the seedlings of indica rice varieties. **Plant Gene, Kidlington** v. 11, p. 124-132, 2017.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.

REZENDE, M. A.; ROSADO, P. L.; GOMES, M. F. M. **Café para todos: a informação na construção de um comércio de café mais justo**. Belo Horizonte: Mapa/PROCAFÉ, 2007. 143 p.

REZENDE, P. L. P.; RESTLE, J.; FERNANDES, J. J. R.; Pádua, J. T.; FREITAS NETO, M. D.; ROCHA, F. M. Desempenho e desenvolvimento corporal de bovinos leiteiros mestiços submetidos a níveis de suplementação em pastagem de Brachiaria brizantha. **Ciência Rural**, v.41, n.8, p.1453-1458, 2011.

ROSA, A.M. **Uma nova visão da exportação de café industrializado**. (Trabalho de Conclusão de Curso em Administração de Empresas. Centro Universitário de Franca Uni-FACEF, São Paulo, 2008. 69 f.

SANTOS, F. C. J; COSTA, R. S. C.; LEÔNIDAS, F. C.; RODRIGUES, V. G. S. **Estudos alelopáticos relacionados ao café**. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 2001. Disponível em: <
http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9164/Documentos_54.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 06 mai. 2021.

SANTOS, J. C. F.; SOUZA, I. F.; MENDES, A. N. G. Efeito de extratos de cascas de café e de arroz na emergência e no crescimento do caruru-de-mancha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37(6), 783-790.

SCANDALIOS, J.G. Oxygen stress and superoxide dismutases, **Plant Physiology**, vol. 101, não. 1, pp. 7-12, 1993.

SILVA, J. S. **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora: Instituto Maria, 1995. 509 p.

SILVA, J. S.; BEBERT, P. A. Colheita, secagem e armazenagem de café. **Aprenda Fácil**. Viçosa, MG.1999. 146 p.

SILVA, L. C. **Desenvolvimento e avaliação de um secador de café (Coffea arabica L.) intermitente de fluxos contracorrentes**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1991. 74 p.

SILVA, S. F.; FERRARI, J. L. Descrição botânica, distribuição geográfica e potencialidades de uso da brachiaria brizantha (hochst. ex. a. rich) stapf. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, 2012. p. 303.

SOUZA, F. H. D. de; ANDRADE, R. P. de. **Qualidade e preparo de sementes forrageiras**. Curso formação de pastagens. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2002. Não paginado.

TAMAK, J. C.; NARWAL, S. S.; SINGH, L.; SINGH, I. Effect of aqueous extracts of rice stubbles and straw + stubbles on the germination and seedling growth of wheat, oat, berseem and lentil. **Crop Research, Hisar**, v. 8, n. 1, p. 180-185, 1994.

TESSUTTI, L. S. et al. Measuring the antioxidante capacity of blood plasma using potentiometry. **Analytical Biochemistry**, New York, v., 441, n. 2, p. 109-114, 2013.

TOMAZ, C. A. et al. Duração do teste de germinação do capim-tanzânia. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 80-87, 2010.

TORRES GONZÁLEZ, M. A.; MORTON, M. C.; Molecular and morphological phylogenetic analysis of Brachiaria and Urochloa (Poaceae). **Molecular Phylogenetics and Evolution** 37 (2005) p. 36–44.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.

VILELA, H.; **Alelopatia e os agrossistemas**. Portal Agronomia, 2009. Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_alelopatia_e_os_agrossistemas.html>. Acessado em 23 mar. 2019.

WILLEKENS, H.; CHAMNONGPOL, S.; DAVEY, M. Catalase é um sumidouro de H₂O₂ e é indispensável para a defesa contra o estresse em plantas C-3. **EMBO Journal**, vol. 16, não. 16, pp. 4806-4816, 1997.

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES, V. P. B. Importância das pastagens para o futuro da pecuária de corte no Brasil. In: **Simpósio de forragicultura e pastagens**. Lavras. Temas em Evidências. Lavras: UFLA, 2000. p. 1-50.