

Extrato pirolenhoso na germinação de sementes forrageiras

Pyroligneous extract in forage seed germination

Fabiano Teles da Rocha¹, Igor Vilela Cruz², Hugo Mota Ferreira Leite³, Adjalma Campos de França Neto¹, Elvino Ferreira^{1*}

RESUMO

O aproveitamento do material lignocelulósico não comestível representa uma importante fonte de energia para a humanidade e dele se obtêm produtos derivados como o extrato pirolenhoso. Com esse trabalho se avaliou o uso de dois tipos de extratos pirolenhosos (o preto – EPP e o amarelo – EPA) nas diluições de 2,5; 5; 10; 20% (v v⁻¹) na germinação de semestres de *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* cv. MG5 e milho híbrido AG 1051, em câmara germinadora. De forma geral o aumento das concentrações de EPP promoveu redução no desenvolvimento de caule e raiz, mas promovendo-o para MG5 na concentração de 2,5%. EPA não permitiu o desenvolvimento das sementes de Mombaça e MG5 em qualquer das concentrações e, para o milho, mas maiores concentrações. Para as menores (2,5 e 5,0%) houve redução no desenvolvimento dos meristemas. Já com 10% EPP houve a promoção para radícula. Para as sementes de Mombaça 2,5% EPP foi vantajoso no coeficiente de velocidade de germinação e elevou a proporção relativa de germinação em oito pontos percentuais para as sementes de Mombaça e, em 11 pontos percentuais, as sementes de MG5.

Palavras-chave: Vinagre de madeira; *Megathyrsus maximus*; *Urochloa brizantha*;

ABSTRACT

The use of inedible lignocellulosic material represents an important source of energy for humanity and derived products such as pyroligneous extract are obtained from it. With this work, the use of two types of pyroligneous extracts (black – EPP and yellow – EPA) was evaluated in dilutions of 2.5; 5; 10; 20% (v v⁻¹) on the germination of *Panicum maximum* cv. Mombasa, *Brachiaria brizantha* cv. MG5 and hybrid corn AG 1051, in a germination chamber. In general, the increase in EPP concentrations promoted a reduction in stem and root development, but promoting it to MG5 at a concentration of 2.5%. EPA did not allow the development of Mombasa and MG5 seeds at any of the concentrations and, for maize, but higher concentrations. For the smaller ones (2.5 and 5.0%) there was a reduction in the development of meristems. With 10% EPP, there was a promotion to radicle. For Mombasa seeds, 2.5% EPP was advantageous in the germination speed coefficient and increased the relative proportion of germination by eight percentage points for Mombasa seeds and, by 11 percentage points, for MG5 seeds.

Keywords: Wood vinegar; *Megathyrsus maximus*; *Urochloa brizantha*;

¹ Universidade Federal de Rondônia *E-mail: elvino@unir.br

² Universidade Estadual Paulista

³ Universidade Federal de Acre

INTRODUÇÃO

O extrato pirolenhoso (EP) também conhecido como ácido pirolenhoso, licor pirolenhoso, fumaça líquida, vinagre de madeira e bio-óleo é um produto originado da condensação de vapores (fumaça) resultantes da produção do carvão vegetal (pirólise lenta). Apresenta-se como um líquido translúcido, de coloração amarela a marrom, com odor amadeirado (ENGASP, 2014). Apesar de seu emprego a milhares de anos por povos orientais atualmente seu interesse está sendo reavaliado por países produtores de carvão vegetal e, entre eles, destaca-se o Brasil como um dos maiores produtores. Registra-se que em 2017 o país produziu 5,2 milhões de toneladas, o que constituiu 8% de toda matriz energética do país (ALBUQUERQUE, 2019; SILVA et al., 2019), sendo que mais de 80% da madeira utilizada provem de florestas plantadas. Isso representa uma diminuição da pressão sobre as florestas nativas e mesmo um maior controle no tocante a qualidade do material, vai melhoramento genético e sua rastreabilidade (ALBUQUERQUE, 2019; VECHIA, 2020). Com dados mais recentes estima-se em 6,18 milhões de toneladas a quantidade de carvão vegetal produzida no Brasil, significando o montante de R\$ 5.407.256 (IBGE/PEVS, 2020). E a possibilidade de condensação da fumaça/gases para a fabricação do extrato pirolenhoso pode reduzir a emissão de gases poluentes para a atmosfera.

Neste contexto, em termos de rendimento, a carbonização lenta da madeira gera quantidades entre 25 a 35% de carvão e quantidades equivalentes, isso é, entre 25 a 35% de extrato pirolenhoso (EP), além do alcatrão vegetal (5 a 7%) e gases não condensáveis (23 a 33%). Do ponto de vista ambiental a produção de carvão vegetal é uma alternativa para a substituição de carvão mineral (origem fóssil); e seus subprodutos como na destilação alcatrão vegetal pode gerar óleos (indústria de alimentos) e o piche vegetal (que substitui o mineral na fabricação de eletrodos, por exemplo); os gases não condensáveis podem apresentar poder calorífico entre 1700 a 2000 kJ m⁻³. Esse mercado ainda deve ser desenvolvido e isso representa uma economia circular de interesse ambiental (VECHIA, 2020) e essa cadeia de coprodutos, no caso do extrato pirolenhoso, tem estimativa em um mercado com mais de US\$ 3,5 milhões com projeção de crescimento > 5% até 2050 (JESUS, 2019).

No tocante ao emprego mundial para o extrato pirolenhoso tem-se que a maior parte é destinada a agricultura (44%), seguida da indústria de alimentos (17%), cosméticos (9%) e outros (30%) havendo destaque para países como China, Japão, Índia

e Austrália. Na agricultura sua atuação é reportada como promotor de crescimento das plantas (atuando como adjuvante ou coadjuvante na absorção de seus nutrientes por efeito quelante); potencializador do enraizamento (auxiliando associações microbianas na rizosfera) (VECHIA, 2020). E com isso se registra a promoção do crescimento de plântulas de arroz (*Oriza sativa* L.); aumento na concentração de sacarose em melão (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naud.) e em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.); aumento na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*; 1:50 v v⁻¹); de aipo (*Apium graveolens* L.); de agrião (*Nasturtium officinale* L.); milho (*Zea mays* L) entre outras (SILVEIRA, 2010).

Também há registros quanto a repelência de insetos pragas (odor de fumaça gerando um ambiente de repelência ou não hospedabilidade para o inseto) podendo ser usado em todas as fases de cultivo (do tratamento de sementes às diferentes etapas fenológicas); redução no uso de defensivos agrícolas (fungicidas, inseticidas e herbicidas – havendo indícios para o efeito quelante encapsulando a molécula química industrial para os primeiros e, desencadeando mais facilmente a abertura de estômatos e com isso, melhorando o poder dessecante de herbicidas em sua rapidez e quantidades usadas) e, induzir a produção de fitoalexinas (compostos secundários produzidos pela planta em resposta a injúrias químicas e físicas e mesmo a infecção por insetos e microrganismos), sendo importante para a resistência de doenças das plantas (VECHIA, 2020).

Por outro lado o extrato pirolenhoso pode funcionar como herbicida (SILVEIRA, 2010; VECHIA, 2020) o que é de interesse. Por exemplo, para aplicação foliar doses entre 0,5 e 1,0 % (v v⁻¹), 5 e 10 cm³ dm⁻³ ou diluídas 10² vezes, podem causar retardo no desenvolvimento vegetal e até injúrias na parte aérea por causa de sua elevada acidez. O mesmo não é verificado com aplicações, destas concentrações, no solo (SILVEIRA, 2010).

Essa gama de efeitos observadas com o uso do extrato pirolenhoso se deve a sua composição na qual participam mais de 200 moléculas/ compostos orgânicos, ou seja, ele não representa um único composto e sim vários. Neste ínterim há o interesse em desenvolvimento de ciência, tecnológica e comércio, o que permitiu o depósito de 11 patentes entre 1981 a 2009 (SOUZA et al., 2018). Mas deve ser considerado que, em função dos mais variados aspectos de produção (madeira, tipo de forno, processo) também pode ser obtido diferentes frações molares e mesmo ter a presença de substâncias não desejadas (CAMPOS, 2007).

Elevados níveis de alcatrão e outros produtos tóxicos inviabilizam o uso na agricultura por serem altamente cancerígenos (CAMPOS, 2007). E dentre os diversos compostos aromáticos policíclicos (HPAs) com efeito mutagênico e/ou genotóxico podem ser destacados 15, a saber: benzo [p] antraceno, benzo [b] fluoranteno, benzo [j] fluoranteno, benzo [k] fluoranteno, benzo [ghi] perileno, benzo [p] pireno, criseno, ciclopenta [cd] pireno, dibenzo [a,h] antraceno, dibenzo [a,e] pyreno, dibenzo [a,i] pyreno, dibenzo [a,l] pyreno, indeno [1,2,3-cd], pireno e 5-methylchryseno (CAMPOS, 2018).

A produção de um extrato pirolenhoso de qualidade deve possuir critérios e rígido controle regulatório (PAULINO; AFONSO, 2021). No sentido de orientar um controle para a qualidade de extratos pirolenhosos podem ser considerados como limite máximo para segurança à saúde o quantitativo de 0,34 mg L⁻¹ para a soma de 4 HPAs (benzo[a]pireno, criseno, benz[a]anthraceno e benzo[b]fluoranteno) e de 0,49 mg L⁻¹ para a soma de 8 HPAs (benzo [a] antraceno, benzo [b] fluoranteno, benzo [k] fluoranteno, benzo [ghi] perileno, criseno, dibenzo [a,h] antraceno e indeno[1,2,3-cd] pireno) (CAMPOS, 2018). Mas deve ser lembrado que compostos como o 3,5-dimethyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one e 3-methyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one foram isolados de extrato pirolenhoso e tiveram atuação comprovada como promotores de germinação (SILVEIRA, 2010). E com alterações das condições térmicas e uso de catalisadores pode se manipular a composição do extrato pirolenhoso o que representa a possibilidade de geração e isolamento de princípios ativos com as mais variadas empregabilidades (CAMPOS, 2018).

Com essa complexidade tem-se a necessidade de serem desenvolvidos os mais variados tipos de estudos pautados na geração de dados para a compreensão das diversas possibilidades de uso desse produto no atual aspecto da globalização técnico-econômica a fim de delimitar as condições de sua empregabilidade quanto às questões antro-po-bio-ética-política.

Para as condições produtivas do estado de Rondônia há destaque quanto a bovinocultura baseada a pasto. Para as forrageiras ainda há poucos estudos indicando as diversas possibilidades de uso do extrato pirolenhoso. Para o contexto nacional cita-se que o país é um dos maiores produtores de carne bovina a nível internacional. E isso remete ao uso de 167 milhões de hectares (EMBRAPA, 2019) com um rebanho bovino estimado em 214,7 milhões de cabeças (IBGE, 2019) sendo 95% desta exploração

baseada a pasto (EMBRAPA, 2019). E dentre as forrageiras as mais comumente encontradas são do gênero *Brachiaria* (*syn. Urochloa*) por ser de alta produção de matéria seca, boa adaptação a diferentes solos e crescimento durante a maior parte do ano (ALMEIDA et al. 2009). Há também interesse no cultivo de *Panicum* para sistemas de produção intensivo (COSTA et al., 2001; BONI, LARA, FERREIRA, 2021) e milho, no sistema de integração lavoura pecuária (PARIZ el al., 2011). Deste modo o objetivo deste trabalho foi o da avaliar a influência do extrato pirolenhoso na germinação de sementes forrageiras em condições controladas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os dias 01 e 15 de outubro de 2021 no Laboratório de Sementes do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Rondônia – *Campus* Rolim de Moura. Tomando-se por base os trabalhos de Barbosa (2021) e Modolo (2021) que avaliaram o EPP (0,25 a 2,0%) aplicado ao solo na propagação vegetativa de *Brachiaria humidicola* e por sementes de *B brizantha* cv MG5, não obteve efeito significativo para comprimento de limbo foliar, altura da planta, largura da folha, diâmetro do colmo, produção de matéria fresca e seca. Assim foi estabelecido as concentrações de 2,5; 5,0; 10 e 20% para avaliação da germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv MG5 (VC 37,8%), *Panicum maximum* cv Mombaça (VC 24%) e *Zea mays* híbrido AG 1051 (VC 84,9%) para os quais são apresentadas algumas características (Tabela 1).

Tabela 1 – Características dos extratos pirolenhosos (EP) adquiridos no comércio da zona da mata rondoniense.

EP	Cor	Odor	pH*	CE (uS)*
1	Preto/ opacuo	“defumado”	3,98	3710
2	Avermelhado/translúcido	“amadeirado”	2,85	1896

*Dados obtidos com o uso da sonda multiparâmetros AKSO AK88

Fonte: O autor.

Em função da característica de cor das diluições para este estudo os diferentes extratos pirolenhosos foram denominados como extrato pirolenhoso preto (EPP) e extrato pirolenhoso amarelo (EPA).

As sementes foram postas em uma bandeja de cor branca a fim de facilitar sua separação de impurezas, com o uso de pinça de relojoeiro. A partir deste procedimento foram acondicionadas 50 sementes de cada forrageira em caixas plásticas transparentes, previamente lavadas com detergente neutro e esterilizadas com álcool 70°, forradas com uma folha dobrada de papel Germitest® nas quais foram aplicadas as soluções de extrato pirolenhoso (EPP e EPA - 2,5; 5,0; 10 e 20% v v⁻¹ e testemunha) em duas repetições. Como há indicativo de que o extrato pirolenhoso (desidratado ou não) pode funcionar como herbicida tipo Gramoxone (VECHIA, 2020), procedeu-se uma avaliação exploratória, sem diluição e sem repetição. As caixas plásticas com as sementes foram acondicionadas aleatoriamente em uma câmara germinadora tipo mangelsdorf modelo SL-207 durante 15 dias a uma temperatura de 30°.

A influência do extrato pirolenhoso foi avaliada pela germinação das sementes em relação ao desenvolvimento do meristema apical do caule (cm), da raiz (cm), pelo coeficiente de velocidade de germinação (CVG) e da quantidade absoluta e relativa (%) de sementes germinadas.

O desenvolvimento dos meristemas foi avaliado aos 15 dias do período experimental mediante o uso de papel quadriculado com régua em escala centimétrica. O coeficiente de velocidade de germinação foi calculado segundo Kotowski (1926): $CVG = 100(G_1 + G_2 + \dots + G_x) / (G_1.T_1 + G_2.T_2 + \dots + G_x.T_x)$ onde: G_1, G_2, \dots, G_x = número de plântulas avaliadas no primeiro dia, segundo dia e assim sucessivamente até o último (x) dia; T_1, T_2, \dots, T_x = número de dias entre a semeadura e primeira avaliação, entre a semeadura e a segunda avaliação e assim sucessivamente até a última (x). As avaliações se deram pela contagem absoluta de sementes germinadas sendo descontadas as observadas no dia anterior. E com isso também se obteve o total de sementes germinadas durante o período experimental.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Para a análise de variância relativa ao desenvolvimento dos meristemas apicais de caule e raiz foram tomados aleatoriamente seis indivíduos de cada repetição. O programa estatístico livre SISVAR (FERREIRA, 2019) foi utilizado para as análises de variância e o contraste de médias feito com o teste t (LDS) a 5% de significância ($P \geq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos com os diferentes extratos pirolenhosos resultaram em diferentes respostas quanto ao desenvolvimento do embrião das sementes. De forma geral o uso do extrato pirolenhoso preto (EPP) reduziu a expressão do desenvolvimento do meristema apical de caule, em qualquer diluição, para *Panicum maximum* cv Mombaça e *Zea mays* híbrido AG 1051, mas promoveu resposta superior em *Brachiaria brizantha* cv MG5 quando do uso de sua diluição em 2,5% (Tabela 2).

O extrato pirolenhoso amarelo, em qualquer diluição, não permitiu a expressão do meristema apical de caule em *Panicum maximum* cv Mombaça e *Brachiaria brizantha* cv MG5 contudo, para o milho (*Zea mays* híbrido AG 1051) em suas diluições de 2,5 e 5,0% ocorreu sua expressão apesar de se manifestar inferior ao tratamento testemunha (Tabela 2).

Tabela 2 – Expressão do meristema apical do caule (cm) aos 15 dias para sementes de *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* cv MG5 e *Zea mays* híbrido AG1051 tratadas com extrato pirolenhoso.

	Mombaça	MG5	AG1051
Concentrações (%) ----- Extrato Pirolenhoso Preto -----			
2,5	0,608 a2	4,850 a4	0,100 a1a2
5,0	0,800 a2	3,883 a2a3	0,133 a2a3
10,0	0,983 a2	3,250 a2	0,091 a1a2
20,0	0,067 a1	0,291 a1	0,050 a1a2
----- Extrato Pirolenhoso Amarelo -----			
2,5	0,00 a1	0,00 a1	0,108 a1a2
5,0	0,00 a1	0,00 a1	0,025 a1a2
10,0	0,00 a1	0,00 a1	0,00 a1
20,0	0,00 a1	0,00 a1	0,00 a1
----- Testemunha -----			
0,0	2,391 a3	4,516 a3a4	0,225 a3
CV%	110,84	45,94	167,05

Significância nas colunas indicadas pelo teste t (LSD) a 5% probabilidade.

Semelhante comportamento, como relatado anteriormente, ocorreu na expressão do meristema apical de raiz, ou seja, o uso das diferentes concentrações do extrato pirolenhoso preto permitiu a expressão do meristema apical radicular contudo de forma inferior ao tratamento testemunha em se tratando de *Panicum maximum* cv Mombaça (Tabela 3). Já para *Brachiaria brizantha* cv MG5 sua diluição em 2,5% promoveu melhor resultado em relação as demais diluições e mesmo em relação ao tratamento testemunha (Tabela 3). Isso também foi verificado com milho (*Zea mays* híbrido AG 1051) todavia em sua concentração de 10% EPP. Tal comportamento deve ser avaliado em condições de campo uma vez que há interesse da formação de um vigoroso sistema radicular para o estabelecimento das culturas, no caso milho, apesar de, pelo menos inicialmente, essa dose (10% EPP) não favorecer o desenvolvimento do meristema apical de caule (Tabela 2).

Tabela 3 – Expressão do meristema apical da raiz aos 15 dias para sementes de *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* cv MG5 e *Zea mays* híbrido AG1051 tratadas com extrato pirolenhoso.

	Mombaça	MG5	AG1051
Concentrações (%) ----- Extrato Pirolenhoso Preto -----			
2,5	3,275 a3	3,425 a4	2,350 a2
5,0	3,300 a3	1,525 a2	3,708 a2a3
10,0	0,517 a2	1,425 a2	5,367 a4
20,0	0,00 a1	0,025 a1	2,691 a2a3
----- Extrato Pirolenhoso Amarelo -----			
2,5	0,00 a1	0,00 a1	3,858 a3
5,0	0,00 a1	0,00 a1	3,791 a2a3
10,0	0,00 a1	0,00 a1	0,00 a1
20,0	0,00 a1	0,00 a1	0,00 a1
----- Testemunha -----			
0,0	3,958 a4	2,100 a3	3,408 a2a3
CV%	50,12	71,03	64,35

Significância nas colunas indicadas pelo teste t (LSD) a 5% probabilidade.

A despeito de não ser conhecido com exatidão e mesmo a possível combinação de efeitos para os diferentes compostos presentes de extratos pirolenhosos é registrado na literatura que o extrato pirolenhoso possui ação na germinação de sementes e mesmo com o poder de regular o crescimento de plantas por induzir respostas hormonais por interagirem com citocininas, ácido abscísico, giberelinas e etileno em sementes. Respostas contraditórias também são registradas, entretanto, se comprovou o efeito sinérgico na germinação para sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e tomate (*Solanum lycopersicum* L.) e aumento no vigor de plântulas de milho (*Zea mays*) pela ação do butenolídeo (3-methyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one) isolado da carbonização da celulose e presente em extratos pirolenhosos (SILVEIRA, 2010).

Os extratos pirolenhosos (EPP e EPA) causaram diferentes efeitos para o coeficiente de germinação das sementes avaliadas. No caso de *Panicum maximum* cv Mombaça o nível de 2,5% EPP estimulou a germinação das sementes (24,8 a4) e proporcionou efeito estatístico sobreposto para a concentração de 5% EPP (17,85 a3a4) a qual se comportou semelhante ao tratamento testemunha (19,28 a3a4). As concentrações de 10 e 20% EPP reduziram o coeficiente de velocidade de germinação em *Panicum maximum* cv Mombaça. Já para o EPA não ocorreu germinação das sementes em qualquer concentração estudada (Tabela 4).

Tabela 4 – Coeficiente da velocidade de germinação de sementes de *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Brachiaria brizantha* cv MG5 e *Zea mays* híbrido AG1051 tratadas com extrato pirolenhoso.

	Mombaça	MG5	AG1051
Concentrações (%) ----- Extrato Pirolenhoso Preto -----			
2,5	24,80 a4	18,75 a3	12,90 a2a3
5,0	17,85 a3a4	16,15 a2a3	12,45 a2a3
10,0	13,25 a2a3	11,25 a2	10,45 a2
20,0	7,10 a1a2	14,55 a2a3	10,51 a2
----- Extrato Pirolenhoso Amarelo -----			
2,5	0,00 a1	0,00 a1	11,70 a2
5,0	0,00 a1	0,00 a1	10,80 a2
10,0	0,00 a1	0,00 a1	0,00 a1

20,0	0,00 a1	0,00 a1	0,00 a1
----- Testemunha -----			
0,0	19,28 a3a4	20,20 a3	17,35 a3
CV%	39,60	27,75	25,16

Significância nas colunas indicadas pelo teste t (LSD) a 5% probabilidade.

Para as sementes de *Brachiaria brizantha* cv MG5 a concentração de 2,5% EPP (18,75 a3) foi semelhante ao tratamento testemunha (20,20 a3) não representando vantagem para esse parâmetro. Para as demais doses do EPP houve efeito sobreposto quanto ao coeficiente de velocidade de germinação. Também foi observado que o EPA não permitiu a germinação das sementes em qualquer das concentrações estudadas.

Para as sementes de milho (*Zea mays* – milho híbrido AG1050) não houve vantagem da aplicação do extrato pirolenhoso já que o tratamento testemunha apresentou efeito significativo distinto (17,35 a3) em relação aos tratamentos, apesar dos efeitos sobrepostos para as concentrações de 2,5 e 5,0% EPP (12,9 a2a3 e 12,45 a2a3, respectivamente). Para o EPA as menores doses (2,5 e 5%) apresentaram o mesmo comportamento em relação as maiores doses (10 e 20%) do EPP (Tabela 5).

Na literatura, para o milho por exemplo, registra-se que extrato pirolenhoso (25 e 50% v v⁻¹) aplicado de forma as sementes estarem embebidos por uma hora antes de sua semeadura a campo (no solo), não causaram efeitos quanto ao coeficiente de velocidade de germinação. Mas o mesmo foi reduzido para concentrações de 75 e 100% EP. Comenta os autores que para feijão, essas doses inibiram a germinação da planta possivelmente por efeito fitotóxico. E a diferença quanto ao observado com o milho em relação ao feijão provavelmente se relaciona a sua composição, já que o feijão possui maiores concentrações de proteínas e lipídeos e, com o tempo de tratamento das sementes (01 h) antes do plantio, possibilitou a absorção de compostos como do 3,4,5-trimetilfurano-2 o qual atua com forte inibidor da germinação de sementes (SILVA et al., 2021), apesar de os autores não registrarem qualquer característica como pH, cor, odor, entre outras do extrato pirolenhoso avaliado.

Para as sementes, de forma geral, não somente sua constituição é de importância mas também seu tamanho e massa o que gera diferentes oportunidades de absorção de princípios ativos como em sua quantidade (tempo de exposição) para manifestar as

possíveis reações quanto a germinação e ou vigor de estabelecimento de plantas de interesse econômico.

Para as diferentes sementes estudadas neste trabalho cabe ressaltar que não só o ambiente de germinação é de importância como também a possibilidade do condicionamento fisiológico de sementes, por hidratação controlada e com substâncias de interesse que possam promover melhoria quanto ao vigor das plântulas. Assim a imersão em água ou com substâncias dissolvidas para osmocondicionamento, a exemplo do KNO_3 , promovem a superação da dormência devido, possivelmente, o nitrato ser reduzido a nitrito e com isso reoxidação do NAD(P)H com disponibilização de NAD(P) que estimulará o ciclo da pentose fosfato e, a partir daí, a via do ácido chiquímico. Essas vias são de importância na síntese de novos compostos para o desenvolvimento das sementes (CARDOSO et al., 2015). A isso pode ser pensado que, compostos como o 3,5-dimethyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one e o 3-methyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one isolados de extrato pirolenhoso e com ação de promotor de germinação (SILVEIRA, 2010), podem ser de interesse para o condicionamento fisiológico de sementes por se relacionar aos hormônios vegetais no desencadear o processo germinativo. E isso pode ocorrer tanto por sua interação com o ácido abscísico (ABA), agente inibidor da germinação como pela interação ao ácido giberélico, promotor da germinação, por exemplo (CARDOSO et al., 2015).

De forma geral, observando os resultados da expressão do desenvolvimento do meristema apical de caule e de raiz e o coeficiente de velocidade de germinação, há para o extrato pirolenhoso preto (EPP) resposta para todos os níveis de concentração contudo manifesta de forma decrescente com o aumento da concentração. Para o extrato pirolenhoso amarelo (EPA) somente o milho, com as menores concentrações (2,5 e 5% EPA) manifestaram resposta porém inferiores ao tratamento testemunha. E, considerando as dimensões das sementes (além de fatores de permeabilidade de membrana) formula-se a hipótese de que o extrato pirolenhoso amarelo é mais fitotóxico se comparado ao extrato pirolenhoso preto para o caso em estudo. As respostas obtidas nos menores níveis de concentração com o milho se deve a diferença entre as dimensões das sementes estudadas. O que remete em parte da demanda em pesquisa para o ajuste tecnológico próprio a cada espécie de interesse.

Além do exposto anteriormente e considerando que o comércio do produto (extrato pirolenhoso) é regulado por lei (IN 46/2016), os diferentes produtos adquiridos

de firmas idôneas para o desenvolvimento deste estudo tem por base o “mesmo produto” só que com tecnologias de processamento diferentes. Se supõe que a diferença de coloração seja resultado da decantação por um período mínimo de seis meses seguido ou não de filtração, gerando um extrato pirolenhoso de cor amarelada ou preto, respectivamente (CAMPOS, 2007).

A condição de ser ou não filtrado e o tempo para o período de repouso (de três a seis meses no mínimo) não são informados nos rótulos das embalagens e isso pode modificar as concentrações das substâncias dissolvidas e mesmo alterar sua atividade. Essas mudanças estão relacionadas com a solubilidade e atividade dos compostos constituintes. Então, para o caso em estudo e, considerando o mesmo tempo de repouso, a maior fitotoxicidade observada com o emprego do extrato pirolenhoso amarelo está relacionada com sua filtração, por carvão ativado (CAMPOS, 2007), a qual pode ter retirado compostos que promoveriam reações de oxidação/ redução modulando efeitos para os princípios ativos ora presentes em solução.

Considerando os valores absolutos e relativos (%) para a germinação das sementes se indica vantagem apenas no uso do extrato pirolenhoso preto (EPP) na concentração de 2,5% v v⁻¹ na germinação *in vitro* para *Brachiaria brizantha* cv MG5. Certamente estudos que abordem o condicionamento fisiológico de sementes e as interações em sistemas de cultivo a campo, com aplicações variadas no solo e/ ou na parte aérea das plantas, devem ser desenvolvidos visando aspectos de inovação e desenvolvimento tecnológico.

CONCLUSÃO

Para as sementes de *Panicum maximum* cv Mombaça o uso do extrato pirolenhoso preto reduziu o desenvolvimento do meristema apical de caule em qualquer das concentrações avaliadas. O mesmo sendo observado para o meristema apical de raiz nas doses 2,5; 5,0 e 10% (v v⁻¹) e não sendo verificado qualquer expressão na concentração de 20%.

Para as sementes de *Brachiaria brizantha* cv MG5 o uso da concentração de 2,5% do extrato pirolenhoso preto possibilita melhor expressão quanto ao desenvolvimento do meristema apical de caule e raiz. As demais concentrações resultam em depressão desta expressão.

Para *Panicum maximum* cv Mombaça e *Brachiaria brizantha* cv MG5 o uso de qualquer concentração do extrato pirolenhoso amarelo, e nas doses de 10 e 20% para *Zea mays* híbrido AG1051, não permite a germinação das sementes.

Para as sementes de milho (*Zea mays* híbrido AG1051) qualquer das concentrações do extrato pirolenhoso preto e, as concentrações de 2,5 e 5,0% para o extrato pirolenhoso amarelo, reduz o desenvolvimento do meristema apical de caule. Contudo, houve promoção para a expressão do meristema apical radicular quando no uso da concentração de 10% do extrato pirolenhoso preto.

Para o coeficiente de velocidade de germinação ocorre vantagem quando no uso da concentração de 2,5% de extrato pirolenhoso preto para as sementes de capim Mombaça.

O uso da concentração de 2,5% do extrato pirolenhoso preto eleva a proporção relativa de germinação em oito pontos percentuais para as sementes de Mombaça e, em 11 pontos percentuais, as sementes de MG5.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. S. Produção de carvão vegetal: Desafios e oportunidades. INFLOR, Blog/ gestão e oportunidade, 11 de abril de 2019. Disponível em: <https://www.inflor.com.br/producao-de-carvao-vegetal-desafios-e-oportunidades/> acesso em 12 de janeiro de 2022.
- AKAKABE, Y.; TAMURA, Y.; IWAMOTO, S.; TAKABAYASHI, M.; NYUUGAKU, T. Volatile Organic Compounds with Characteristic Odor in Bamboo Vinegar. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v.70, n.11, p. 2797-2799, 2006.
- ARNOLD, S., MOSS, K., DAHMEN, N., HENKEL, M., HAUSMANN, R. Pretreatment strategies for microbial valorization of bio-oil fractions produced by fast pyrolysis of ash-rich lignocellulosic biomass. **GCB Bioenergy**, v. 11, p. 181 – 190, 2019. Disponível em <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/gcbb.12544>. Acesso em: 01/10/2021.
- BONI, D., LARA, O. Q., FERREIRA, E. Aproveitamento do esterco de poedeiras na adubação do capim Mombaça na Zona da Mata Rondoniense. **Brazilian Journal of Animal and Environment Research**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 903 – 919, 2021.
- BRITO, J. O. Carvão vegetal no Brasil: gestões econômicas e ambientais. **Estudos Avançados** [online]. 1990, v. 4, n. 9 [Acessado 18 Janeiro 2022] , pp. 221-227. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-40141990000200011>>. Epub 10 Mar 2006. ISSN 1806-9592. <https://doi.org/10.1590/S0103-40141990000200011>.

CAMPOS, A. D. Técnicas para produção de extrato pirolenhoso para uso agrícola. Embrapa Clima Temperado - Circular Técnica 65. Pelotas, RS. Dezembro, 2007. 8 p.

CAMPOS, A. D. Informações técnicas sobre o extrato pirolenhoso. Embrapa Clima Temperado - Circular Técnica 177. Pelotas, RS. Abril 2018. 9 p.

CARDOSO, E. D.; SÁ, M. E.; HAGA, K. I.; BINOTTI, F. F. S.; COSTA, E. Qualidade fisiológica e composição química de sementes de *Brachiaria brizantha* em função do condicionamento osmótico. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 2, n. 2, p. 42-48, abr./jun. 2015

COSTA, N. L., TOWNSEND, C. R., MAGALHÃES, J. A., PEREIRA, R. G. A. Formação e manejo de pastagens de capim-Mombaça em Rondônia. *Recomendações Técnicas*. EMBRAPA/RO. Porto Velho, n. 27, p. 2, jul., 2001.

ZIMMER, A. H., PIMENTEL, D. M., VALLE, N. F. SEIFFERT, N. F. Aspectos práticos ligados a formação de pastagens. 6 – Taxa de semeadura. EMBRAPA/Gado de Corte. Campo Grande, MS. 1986. Circular técnica 12. Disponível em <https://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/ct/ct12/06taxa.html> acesso em 26 de janeiro de 2022.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Available at: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Date accessed: 10 feb. 2020.

GRÃO ORGÂNICO LTDA. O milagre do milho. Copyright 2018 desenvolvido por ANT Design. Disponível em <https://www.graoorganico.com.br/graoorganico/2020/01/27/o-milagre-do-milho/#:~:text=Um%20saco%20comercial%20de%20sementes,kg%20cont%C3%A9m%20aproximadamente%2055.000%20sementes>. Acesso em 26 de janeiro de 2022

GUIMARÃES, R. M. Fisiologia de sementes. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999, 132 p. (Curso de Especialização pós-graduação “Lato Sensu” por tutoria à distância. Produção e tecnologia de sementes).

IBGE/ PEVS – Produção da extração vegetal e da silvicultura. Principais resultados 2020. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=destaques> acesso em 18 de janeiro de 2022.

IN 46/2016 Anexo III, do MAPA. Aditivos autorizados para uso em fertilizantes minerais. Atualizada em 16 de novembro de 2017. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/altera-anexo-iii-da-in-46-2016-em-16-11-17-inclui-extrato-pirolenhoso.pdf/view> acesso em 26 de janeiro de 2022.

MOREIRA, R. Estudo da pirólise lenta da casca da castanha de cajú. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/USP. Dissertação (Mestrado em Ciências: Tecnologia nuclear/Materias). São Paulo, 2015, 66 f.

PAULINO, J. F., AFONSO, J. C. Da fama ao ostracismo: oito reagentes que deixaram o ambiente laboratorial. **Química Nova**, v. 44, n. 10, p. 1395 – 1403, 2021.

PARIZ, C. M., ANDREOTTI, M., AZENHA, M. V., BERGAMASCHINE, A. F., MELLO, L. M. M., LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural** [online]. 2011, v. 41, n. 5 [Acessado 9 Fevereiro 2022], pp. 875-882. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000500023>>.

PEIXOTO, A. M., MOURA, J. C., FARIA, V. P. Atualização em Zootecnia, 10. 2ª Ed., FEALQ, 1994.

SANTOS, S. H. S. Plantas medicinais – Bacia do Rio Pandeiro. Ed. Caminhos Iluminados, Montes Claros, MG. 2019, 40 p. Disponível em: https://www.ica.ufmg.br/wp-content/uploads/2019/06/Publicacao-Plantas-Medicinais_24-05-2019.pdf acesso em 18 de janeiro de 2022.

SILVA, D. W. CANEPELLE, E., WRITZL, T. C., STEFFLER, A. D., STEIN, J. E. S., GUERRA, D., SILVA, D. M., REDIN, M. Efeito do extrato pirolenhoso no desenvolvimento inicial de plântulas de milho e feijão. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 7, n. 1, p. 93-102, 2021.

SENA, M. F. M., ANDRADE, A. M., THODE FILHO, S., SANTOS, F. R., PEREIRA, L. F. Potencialidades do extrato pirolenhoso: Práticas de caracterização. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental** – UFSM. Santa Maria, RS, v. 18, p. 41 – 44, 2014.

SILVA, N. S. G.; OLIVEIRA, L. S.; SANTOS, J. H. F.; NASCIMENTO, A. W. P.; MACIEL, G. P. Evolução da produção de carvão vegetal do Brasil. IV Congresso Internacional de Ciências Agrárias – COINTER/ PDVAgro, 2019. Disponível em <https://cointer.institutoidv.org/inscricao/pdvagro/uploadsAnais2020/EVOLU%C3%87%C3%83O-DA-PRODU%C3%87%C3%83O-DE-CARV%C3%83O-VEGETAL-DO-BRASIL.pdf> acesso em 18 de janeiro de 2022.

SILVEIRA, C. M. **Influência do Extrato Pirolenhoso no desenvolvimento e crescimento de plantas de milho**. 2010. xvi, 75 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/105194>> .

STADEN, J.; SPARG, S. G.; KULKARNI, M. G.; LIGHT, M. E. Postgermination effects of the smoke-derived compound 3-methyl-2Hfuro[2,3-c]pyran-2-one, and its potential as a preconditioning agent. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 98, p. 98–105, 2006.

VECHIA,, L D. Extrato pirolenhoso ajuda campeão da soja. Live com o agricultor Laércio Dalla Vechia e equipe da Epb Brasil de 12 de agosto de 2020. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=yuGohP3gKCY> acesso em 12 de janeiro de 2022.

Recebido em: 03/02/2022

Aprovado em: 05/03/2022

Publicado em: 07/03/2022