

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO
GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
VEGETAL

**O efeito do fogo na germinação de sementes e formação de
plântulas de duas espécies pioneiras de floresta ripária**

VANESSA COUTO SOARES

Orientadora: Dra: Edna Scremen-Dias.
Co-orientadora: Dra Liana Baptista de Lima

Campo Grande – MS
Março 2013

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO
GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA
VEGETAL

**O efeito do fogo na germinação de sementes e formação de
plântulas de duas espécies pioneiras de floresta ripária**

VANESSA COUTO SOARES

Dissertação apresentada como um dos
requisitos para obtenção do título de Mestre em
Biologia Vegetal junto ao Centro de Ciências
Biológicas e da Saúde.

Campo Grande – MS
Março 2013

Dedico e ofereço

Aos meus amados pai e mãe, Edilberto e Graça, pelo apoio, dedicação, paciência nos momentos difíceis e alegres nesta fase tão importante de minha vida.

A família Machado, pelas orações, carinho, paciência, cuidado, alegria, presteza e palavras de conforto, durante esses dez anos de amizade.

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.”

Chico Xavier

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Meishu Sama, que me concederam a benção da vida e a saúde para cumprir esta importante fase de minha vida.

Ao meu pai Edilberto e minha mãe Maria da Graça, pelo amor, paciência e apoio.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e ao Programa de Pós-graduação em Biologia vegetal.

A Prof. Dra. Edna Scremen-Dias pela orientação e confiança.

A Prof. Dra. Liana Batista de Lima pela paciência, amizade, dedicação e carinho nos momentos de acertos e desacertos durante o desenvolvimento do meu projeto.

À CNPQ pela concessão da bolsa de mestrado.

AO INAU pelo apoio financeiro concedido para materiais e coletas de material botânico.

A todos os professores do mestrado, as técnicas (Flávia e Helena) e estagiários da Botânica, pela atenção e contribuição no desenvolvimento do projeto.

Aos meus amigos e colegas da turma do mestrado, pelos momentos que passamos juntos.

Ao amigo Sérgio Heleno, pelo carinho, apoio e paciência essenciais.

Às minhas amigas e amigos, Nataline Valenzuela e Wanderléia de Vargas, Fábio Kochanowski e Douglas Antunes, pela contribuição durante os experimentos, parceria nos artigos e amizade indispensável.

ÍNDICE

RESUMO.....	1
1.INTRODUÇÃO GERAL.....	2
1.2. Pantanal.....	2
1.3. Efeito do fogo sobre a vegetação.....	4
1.4. Efeito do fogo na germinação e superação de dormência em sementes.....	6
1.5. Germinação.....	8
1.6. Dormência em sementes.....	10
1.7. Espécies.....	11
<i>Sesbania virgata</i> (Cav.)Pers.....	11
<i>Guazuma ulmifolia</i> var. <i>tomentosa</i> (Kunth) K. Schum.....	12
2.HIPÓTESES/ PERGUNTAS.....	14
3.OBJETIVO GERAL.....	14
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
5.NORMAS GERAIS DE PUBLICAÇÃO NA REVISTA PLANT SCIENCE.....	22
ARTIGO: O EFEITO DO FOGO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E FORMAÇÃO DE PLÂNTULAS DE DUAS ESPÉCIES PIONEIRAS DE FLORESTA RIPARIA.....	1
RESUMO.....	2
1.INTRODUÇÃO.....	3
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	5
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
4.CONCLUSÃO.....	21
5.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
6.AGRADECIMENTOS.....	22

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....23

ÍNDICE DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

FIGURA 1. a) Aspecto do hábito arbustivo de *S. virgata*, em indivíduos ocorrentes às margens da Estrada Parque, Corumbá, MS (b); c) Detalhe dos frutos da espécie *S. virgata*.....7

FIGURA 2. a) Individuo adulto de *G. ulmifolia* var. *tomentosa* isolado em área antropizada. b) Frutos. c) Sementes.....9

ARTIGO

FIGURA 1. a) Recipiente metálico, fundo, preenchido com solo seco onde foi realizado os experimentos; b) Serrapilheira colocada em estufa a 60°C por 15 min; c) Sementes de *G. ulmifolia* var. *tomentosa* dispostas sobre a superfície da terra (0cm), e enterradas a 2cm de profundidade do solo sob filme plástico (d).....30

FIGURA 2. a) Filme plástico posicionado abaixo das sementes de *S. virgata* com solo sendo colocado acima das sementes no tratamento a 2cm; b) Álcool em gel sobre a serrapilheira, circundando a área a ser queimada do material vegetal; c) Queima de material vegetal sobre as sementes.....31

FIGURA 3. a) Medição das temperaturas do solo após o fogo; b) Separação de sementes de *G.ulmifolia* var. *tomentosa* do solo após o tratamento com fogo; c) Material vegetal sobre os frutos de *G.ulmifolia* var. *tomentosa* d) Após a queima dos fruto de *G.ulmifolia* var. *tomentosa*.....32

FIGURA 4. Resultado da porcentagem de germinação das sementes de *S. virgata* e *G. ulmifolia* var. *tomentosa* testemunha (controle), escarificadas com lixa(lixo), ácido, frutos submetidos ao fogo (fruto-fogo), sementes submetidas ao fogo sobre a superficie (0cm-fogo) e enterradas a 2cm(2cm-fogo).....33

FIGURA 5. Resultado do índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *S. virgata* e *G. ulmifolia* var. *tomentosa* testemunha (controle), escarificadas com lixan(lixia), ácido, frutos submetidos ao fogo (fruto-fogo), sementes submetidas ao fogo sobre a superfície (0cm-fogo) e enterradas a 2cm (2cmfogo).....34

FIGURA 6. Resultado do tempo médio de germinação das sementes de *S. virgata* e *G. ulmifolia* var. *tomentosa* testemunha (controle), escarificadas com lixa (lixia), ácido, frutos submetidos ao fogo (fruto-fogo), sementes submetidas ao fogo sobre a superfície (0cm-fogo) e enterradas a 2cm (2cm-fogo).....35

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1. Resultado da determinação do teor de água, teste de germinação em sementes de <i>S. virgata</i> não tratadas (controle), escarificadas com lixa (lixa) e submetidas a altas temperaturas por diferentes períodos.....	33
TABELA 2. Resultado da determinação do teor de água, teste de germinação em sementes de <i>G.ulmifolia</i> var. <i>tomentosa</i> testemunha (controle), escarificadas com lixa (lixa), com ácido (ácido), e submetidas a temperaturas altas por diferentes períodos.....	34
TABELA 3. Resultado da determinação do teor de água, e do teste do tetrazólio realizado antes e ao final do teste de germinação (exceto as sementes escarificadas com lixa) e não resultaram em sementes duras), das sementes de <i>S. virgata</i> testemunha (controle), escarificadas com lixa (lixa), frutos submetidos ao fogo (fruto-fogo), sementes submetidas ao fogo sobre a superfície (0cm-fogo) e enterradas a 2cm (2cm-fogo).....	35
TABELA 4. Resultado da determinação do teor de água, e do teste do tetrazólio realizado antes e ao final do teste de germinação (exceto as sementes escarificadas com lixa), das sementes de <i>G.ulmifolia</i> var. <i>tomentosa</i> testemunha (controle), escarificadas com lixa (lixa), frutos submetidos ao fogo (fruto-fogo), sementes submetidas ao fogo sobre a superfície (0cm-fogo) e enterradas a 2cm (2cm-fogo).....	36

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do fogo na germinação e formação de plântulas das espécies ripárias *Sesbania virgata* e *Guazuma ulmifolia* var. *tomentosa*. Primeiramente as sementes foram submetidas a tratamentos térmicos em diferentes tempos de exposições: $65\pm5^{\circ}\text{C}$; $85\pm5^{\circ}\text{C}$; $105\pm5^{\circ}\text{C}$; $125\pm5^{\circ}\text{C}$; $145\pm5^{\circ}\text{C}$, durante 5, 10, 15 e 20 minutos; depois sementes processadas e aquelas mantidas nos frutos foram dispostas sobre a superfície (0cm) e enterrados a 2cm do solo foram submetidas ao fogo direto. Os resultados mostraram que nos tratamentos térmicos com o aumento do tempo de exposição, ocorreu a diminuição da porcentagem de emissão da raiz primária e plântulas normais para as duas espécies. No tratamento com fogo as sementes na superfície (0cm) foram mais de 90% inviabilizadas para as duas espécies e aquelas enterradas a 2 cm do solo, o fogo aumentou a porcentagem de emissão da raiz primária e plântulas normais para *S. virgata* e reduziu para *G. ulmifolia* var.*tomentosa*. As sementes inseridas no fruto, o fogo não promoveu a germinação para as duas espécies. Os frutos exibiram relativa capacidade de isolamento térmico para as sementes, contudo o solo expressou maior eficiência na proteção das sementes contra o fogo.

Palavras-chave: diásporos, dormência, viabilidade, *Sesbania*, *Guazuma*

1. Introdução Geral

1.1 Pantanal

As áreas inundadas são áreas fortemente influenciadas pelo pulso de inundação cujas oscilações previsíveis e imprevisíveis de fase terrestre e aquática atingem amplas áreas (Junk e Piedade [1]), e podem influenciar na composição e produção de comunidades de plantas determinando a vegetação em florestas ciliares (Visser et al [2]). O crescimento e o desenvolvimento das maioria das espécies de plantas vasculares submetidas a inundação do solo é dificultada, principalmente, devido a oferta insuficiente de oxigênio para os tecidos submersos, pois a difusão de oxigênio através da água é 104 vezes mais lento do que no ar (Armstrong e Drew [3]), além do que, a água em excesso também leva a outras mudanças no solo que influenciam as plantas a níveis do hormônio vegetal etileno (Vartapetian e Jackson [4]), e produtos da anaeróbiose - metabolismo por microrganismos do solo (por exemplo, Mn²⁺, Fe²⁺, S²⁻, H₂S e ácidos carboxílicos) que podem se acumular (McKee e McKeown [5]). Somado a isso, quando a inundação resulta em completa submergência, normalmente as plantas aquáticas submersas diminuem a disponibilidade de dióxido de carbono, luz e oxigênio para os brotos das plantas (Jackson e Ram [6]), dificultando seu crescimento. Em contrapartida, inúmeras espécies de plantas de áreas úmidas são altamente produtivas em áreas sujeitas a inundações. Isto é conseguido por meio de um combinação de características de história de vida que determinada a chave para as adaptações fisiológicas e aclimáticas como “fuga física” de um ambiente submerso (Voesenek et al [7]), a prevenção a deficiência de oxigênio através arejamento eficaz interno (Jackson e Armstrong [8]), tolerância a anóxia (Gibbs e Greenway [9]), e uma capacidade de prevenir, ou reparar dano oxidativo durante a re-aeração (Blokhina [10]).

Entre as áreas úmidas brasileiras, o Pantanal é a maior planície inundável do planeta, e está dividida, de acordo com Silva e Abdon [11], em 11 sub-regiões, Cáceres, Poconé, Barão de Melgaço, Paraguai, Paiaguás, Nhecolândia, Abobral, Aquidauana, Miranda, Nabileque, Porto Murtinho e a menor sub-região é a do Abobral, com 2.833 km² (2,05%). Ela está inserida na Bacia do Alto Paraguai, com áreas nos estados de Mato Grosso (35,36%), e Mato Grosso do Sul (64,64%) na região centro-oeste. A bacia do Alto

Paraguai está quantificada em 361.666 km² e o Pantanal no Brasil, em 138.183 km², ou seja, 38,21% da área da bacia.

A posição central do Pantanal na América do Sul permitiu o encontro entre províncias fitogeográficas distintas, que são a Amazônia, ao norte, o Cerrado para o Oriente, as Florestas Meridional ao Sul, e o Chaco boliviano e paraguaio para o Ocidente, favorecendo uma grande variedade de tipos de vegetação, uma das razões para o plural termo "pantanais" (Adámoli [3]; Oliveira [4]).

As diferenças locais da inundação (intensidade e duração) no Pantanal, assim como as variações topográficas, modelam a paisagem e por consequência a distribuição das unidades fitofisionômicas (Cunha et al [12]; Rebellato e Cunha [13]; Damasceno-Junior et al [14]). Segundo Prance e Schaller [15] o aspecto que mais chama atenção no Pantanal é a combinação de vegetação mésica e xérica crescendo lado a lado, e as razões para esta mistura, são a topografia e a sazonalidade climática. Assim, a oferta biológica das linhagens florísticas destas províncias passa por diversos filtros e as espécies adaptadas a diferentes condições farão parte da sua fisionomia característica. Segundo Pott e Pott [16], o Pantanal abriga cerca de 1700 espécies vegetais, uma incrível variedade de plantas, as quais têm-se dispersado por toda a América do Sul, e algumas delas formando populações monodominantes conhecidas como cambarazais (*Vochysia divergens*), paratudais (*Tabebuia aurea*) e carandazais (*Copernicia alba*).

O clima da região é caracterizado pela estação seca e fria entre maio e setembro, e a estação chuvosa e quente entre outubro e abril. A temperatura média do ar nos meses de verão, de dezembro a fevereiro, é de 32°C e durante o inverno o clima torna-se muito mais frio e seco com médias de 21°C. A média da precipitação anual da planície alagável está entre 1000 e 1400mm, com picos máximos em janeiro e mínimos em julho, causando ciclo regular de seca e cheia, o que torna o Pantanal um ecossistema único (PCBAP [18]).

Além da influência dos períodos de inundações e secas, no Pantanal são comuns as queimadas nos períodos de seca, pois o fogo é utilizado como ferramenta de manejo no Pantanal para eliminar principalmente as gramíneas não consumidas pelos bovinos (capins duros e secos), plantas invasoras e pequenos arbustos distribuídos nos campos (Crispim e Soriano [17]). Embora a utilização do fogo como elemento de manejo das áreas de savanas e campos naturais cause muita polêmica, o seu emprego em muitas regiões tropicais e subtropicais, especialmente naquelas caracterizadas por estação seca pronunciada, constitui uma realidade e prática bastante comum (Cardoso et al [18]).

1.2. Efeito do fogo sobre a vegetação

O fogo tem queimado ecossistemas por centenas de milhões de anos, ajudando a moldar a distribuição global do bioma e mantém a estrutura e função das comunidades propensas ao fogo (Bond e Keeley, [19]) agindo como um facilitador para a coexistência de árvores e gramíneas (Higgins et al [20]; Sankaran et al [21]). Os seus efeitos imediatos sobre a vegetação dependem da intensidade, mas os efeitos a longo prazo dependem da freqüência do fogo e da época de ocorrência (Gill [22]). No Brasil, o fogo é uma característica comumente encontrada no cerrado, como é para os ecossistemas savânicos, seja causado por ação antrópica ou pela ocorrência de relâmpagos na estação seca, que funcionariam como faísca sobre uma massa de combustível seca (Miranda et al [23]). Atualmente, a principal causa do fogo no cerrado vem de origem antrópica, seja a ocupação humana ou práticas agrícolas (Mistry [24]), com consequências para a estrutura, biomassa e composição da vegetação (Miranda et al [23]).

Cardoso et al [18] observaram que a queima de um campo nativo no Pantanal, com predomínio de *Andropogon bicornis*(Poaceae) afetou a produção de biomassa aérea, reduzindo a matéria seca e eliminando quase totalmente a fitomassa seca, durante os meses subsequentes à queima. Além de reduzir a cobertura no solo, favoreceu a produção de espécies estoloníferas, em detrimento das espécies cespitosas, fato atribuído ao melhor aproveitamento dos nutrientes provenientes das cinzas e à baixa competição interespecífica por luz. Higgins et al [25] estudando espécies de savanas africanas verificaram que o fogo não influenciou a densidade de árvores, mas influenciou a estrutura em tamanho e biomassa das populações arbóreas em savanas. Incêndios repetidos pode impedir que os indivíduos atinjam classes de tamanho maiores prejudicando o sucesso reprodutivo (Hoffmann et al [26]). Bond e Midgley [27] afirmaram que, para alguns espécies lenhosas do cerrado, pequeno indivíduos em classes de tamanho maduros, mantidos em um estado suprimido devido a repetidos incêndios, dependem da oportunidade rara de fuga em que uma árvore alcança uma altura suficiente para escapar dos danos da chama. É essa interação entre a frequência e a intensidade do fogo no componente lenhoso que cria essas oportunidades de escape para árvores. As queimadas também pode eliminar espécies características do cerrado e sensíveis a ele como, *Emmotum nitens* (Icacinaceae), *Ocotea pomaderroides* (Lauraceae) e *Alibertia edulis* (Rubiaceae) (Hoffmann e Moreira [28]), e se frequentes, anuais ou bienais, tendem a favorecer a dominância e expansão de algumas espécies

herbáceas e subarbustivas em detrimento das espécies arbóreas modificando a estrutura da vegetação (Moreira [29], Gottsberger e Silberbauer-Gotttsberger [30]). Portanto, a severidade do fogo afeta a vegetação pós-fogo e sua recuperação.

O fogo também promove a morte e prejudica o estabelecimento de plântulas de espécies arbóreas, reduzir o crescimento radial, pode matar rebrotas e diminuir a reprodução sexual - pela destruição direta de estruturas sexuais, o que reduz a produção de sementes no ano subsequente (Hoffman [31]; [32]) ou por não possuir adaptações que protejam as sementes do fogo (Hoffman e Moreira [28])- isto reflete na redução do banco de sementes destas espécies nas áreas queimadas, em relação ao das áreas protegidas (Ferrandis et al [33]). Franco et al [34] encontraram que para *Dalbergia miscolobium*(Fabaceae), o fogo é fator de mortalidade para as plântulas no primeiro ano de vida, porém após este período apresentam alta taxa de sobrevivência ao fogo. Por outro lado, o fogo moderado pode promover o recrutamento de plântulas por aumento da luz e nutrientes. Miyanishi e Kellman [35] observaram que para *Miconia albicans* (Melastomataceae) e *Clidemia sericea*(Melastomataceae) na Guatemala o fogo aumentou o estabelecimento de plântulas através da remoção da serrapilhiera e exposição do solo a luz, porém as plântulas são sensíveis ao fogo até (43–75 mm), e que as frequências do fogo devem ser longas o suficiente para que as plântulas desenvolvam resistência ao fogo.

As características que contribuem para uma espécie sobreviver ao fogo são, entre outras, casca grossa, grande reserva de carboidratos e nutrientes e capacidade de rebrotar através de gemas ou botões dormentes (Hoffmann e Moreira [28]). Muitas espécies lenhosas de savanas apresentam alto grau de suberização em seus troncos e ramos, o que resultaria em isolamento térmico dos tecidos internos da planta, porém cada espécie diferem quanto a sua tolerância ao fogo e sua capacidade de recuperação (Moreira et al [36]). Entretanto, a capacidade de rebrota pode ser muito limitada pelo regime de fogo, por exemplo, queimadas anuais diminuem a altura e diâmetro das rebrotas aumentando a taxa de mortalidade (Medeiros e Miranda [37]), e indivíduos menores não apresentam suberização, apresentando uma taxa maior de mortalidade da parte aérea que os indivíduos maiores submetidos as queimadas (Hofmann e Solbrig [38]). Poucas rebrotas que sobrevivem a queimadas subsequentes conseguem atingir classes de tamanho maiores, pois não há tempo para produção da casca protetora entre queimadas anuais (Medeiros e Miranda [37]). Hoffman [39] afirma que a vantagem da reprodução vegetativa em detrimento da sexuada vem do custo da produção, a prole proveniente da reprodução vegetativa atinge tamanhos maiores do que das plântulas da mesma idade e

são mais resistentes a estresse ambiental, e a tolerância ao fogo seria atingida mais rápida pelos brotos do que pelas plântulas.

A interação entre o fogo e um traço adaptativo da planta pode facilitar a sobrevivência ou a reprodução de uma espécie, mas este efeito só não garante que a espécie esteja adaptada a um determinado regime de fogo - isso depende de muitas características do seu ciclo de vida (Gill [22]), que influencia sua resposta a ele, sendo variável entre as espécies.

1.3. Efeito do fogo na germinação e superação de dormência de sementes

As queimadas podem favorecer a reprodução sexuada de algumas espécies por facilitar a deiscência ou abertura de frutos ou infrutescência, possibilitando a liberação de sementes (Coutinho[40]; Keely e Fotheringham[41]), ou proteção das sementes contra o fogo pelos frutos (Lamont et al [42]) na manutenção da viabilidade (Judd [43]) e aumento da taxa da germinação das sementes (Cirne e Miranda [44]). Segundo o autor e a autora as sementes de frutos fechados de *Kielmeyera coriacea* (Clusiaceae) coletados antes da queima não germinaram enquanto sementes coletadas de frutos que abriram após a queimada tiveram a porcentagem de emissão da radícula de cerca de 70% e a temperatura interna dos frutos menor (~60°C) do que externamente (~700°C) durante a queimada. O autor e a autora atribuem a diferença de germinação ao possível estágio incompleto de maturação das sementes no período anterior à queima, e a proteção efetiva oferecida pelo fruto às sementes que, mesmo expostas a tratamentos térmicos, completaram sua maturação. Judd [43] estudando o efeito do fogo em quatro espécies de Myrtaceae chegou à conclusão que o isolamento térmico dos frutos capsulares, embora pequeno, é suficiente para manter as sementes viáveis.

Já para sementes, no banco de sementes no solo, o fogo é um dos vários distúrbios que estimula a germinação e recrutamento de plântulas, pois pode induzir a germinação de sementes dormentes armazenadas no solo ou pode atuar no recrutamento de plântulas pela abertura de clareiras em vegetações fechadas (Keely e Fortheringham [41]; Briggs e Morris [45]). A localização vertical das sementes no perfil do solo é uma característica que determina a relação da mortalidade das sementes durante o distúrbio, a germinação e persistência de sementes dormentes até o próximo distúrbio (Odion e Davis [46]). As temperaturas da superfície do solo podem ser letais e inviabilizar as sementes armazenadas na serrapilheira, enquanto que sementes enterradas em profundidades

superiores à penetração do fogo podem permanecer dormentes (Pickup et al [47]). Em sementes de *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze (Fabaceae) houve redução da emissão da radícula a 0% quando submetida ao fogo na camada superficial do solo, enquanto na profundidade de 2cm a germinação não foi afetada (Menezes e Rossi [48]). Este fato se deve à propriedade de isolamento do solo que resulta na queda rápida da temperatura com o aumento da profundidade (Bradstock e Auld [49]). Neves e Miranda [50] observaram na fisionomia do Cerrado que a temperatura da superfície do solo chegou a $279 \pm 97^{\circ}\text{C}$, enquanto a 1cm de profundidade a mais alta temperatura foi de 55°C durante incêndio prescrito.

Os efeitos de altas temperaturas sobre as espécies de vegetação propensa a incêndios variarão de acordo com o calor a que a semente foi submetida durante a passagem do fogo (Ribeiro et al [51]). Alguns estudos destacam que as elevadas temperaturas, podem influenciar significativamente a germinação das sementes, dependendo da espécie em questão, ou reduzir a germinação, bem como matar as sementes. Para as espécies *Anadenanthera macrocarpa* e *Dalbergia miscolobium* (Fabaceae) houve redução da porcentagem de emissão da raiz primária a partir da exposição a 60°C por 10 e 20min, porém a germinação das sementes de *Guazuma ulmifolia* aumentou após 5 e 10 min de exposição a 100°C (Ribeiro et al [51]). Já a porcentagem de emissão da raiz primária das sementes de *Hymenaea stigonocarpa* e *Bowdichia virgilioides* (Fabaceae), não foi afetada por exposição a 100°C durante 10 min (Rizini [52]). Sementes de *Pterocarpus angolensis* (Fabaceae), típica da África sub-Sahariana submetidas a 450°C por 40s apresentaram alto percentual de emissão da raiz primária comparada com sementes não expostas ao fogo, porém a exposição por 90s a reduziu, resultando em alta mortalidade das sementes (Banda et al [53]). As sementes de *Heteropterys pteropetala* (Malpighiaceae), tanto a sua viabilidade pelo teste do tetrazólio quanto a emissão da raiz primária não foram afetadas pela exposição a 60°C (5, 10, 20 e 40min.), 80°C (2:30, 5 e 10 min.) e a 100°C por 2 minutos e meio, contudo foram reduzidas nos tratamentos de calor a 100°C por 5 e 10 min e letal a 200°C durante 1 min (Schmidt et al [54]). De fato, algumas combinações de temperatura/tempo de exposição podem até mesmo eliminar a dormência das sementes e acelerar a germinação (Ribeiro et al [51]) ou inviabilizar a germinação, a depender da espécie em questão e indiferente a família.

Em geral, as sementes cuja germinação é estimulada pelo fogo apresentam dormência exógena (Keely e Fotheringham [41]) e as altas temperaturas no fogo podem

estimular a germinação por induzir a quebra dos revestimentos da semente, facilitando assim a subsequente embebição do embrião e expansão da radícula (Herranz et al [55]). Em contrapartida, as altas temperaturas podem prejudicar muitas atividades fisiológicas associadas ao crescimento e vigor de plântulas, a relação da água nas células, transporte de solutos, respiração e o metabolismo em geral (Leone et al [56]). Altas temperaturas resultam em alta taxa de respiração na maioria das sementes, como também em plântulas, e aquelas que não são capazes de suprir a perda de carbono via altas taxas de respiração terminam por dessecar (Melo et al [57]), resultando em plântulas anormais ou mesmo morte da semente.

Nesse contexto, estudos que abordam aspectos da ecofisiologia da germinação são fundamentais para o entendimento do sucesso no estabelecimento da espécie em condições naturais, sendo determinados pela faixa de condições ambientais toleradas (fogo, temperatura e etc) pelas sementes durante a germinação (Maluf e Martins [58])

1.3. Germinação

A germinação é caracterizada por processos metabólicos complexos que levam à retomada do crescimento do eixo embrionário, culminando com a protrusão da radícula através do tegumento da semente (Laboriuau [59]; Bewley e Black [60]), resultando numa plântula (Marcos filho [61]). De maneira geral, as condições básicas para que uma semente germe e promova o desenvolvimento de uma nova plântula são: água, oxigênio, temperatura, e luz: o oxigênio participa das reações de oxidação no processo de respiração e síntese de energia através da adenosina trifosfato (ATP); a temperatura é importante, devido as espécies estarem adaptadas a diferentes temperaturas, havendo uma ampla faixa de temperatura em que pode ocorrer a germinação (Castro et al [62]); a hidratação dos tecidos durante a embebição promove, entre outros eventos, reorganização de organelas e membranas, aumento da atividade respiratória, síntese e consumo de ATP, síntese de proteínas e de mRNAs e ativação de enzimas (Borghetti [63]); o comportamento germinativo de espécies sensíveis à luz, encontram-se sementes que germinam somente após rápida exposição à luz, outras que necessitam de período amplo de exposição, outras em que a germinação é desencadeada somente no escuro e sementes indiferentes à luz (Vázquez-Yanes e Orozco-Segovia [64]; Vidaver [65]).

No processo de embebição de água pelas sementes, a velocidade de entrada de água nos tecidos das sementes representa fator decisivo no sucesso de germinação (Braccini et al [66]. A absorção inicial (embebição) sofre interferências da composição química das sementes, da permeabilidade do tegumento, da disponibilidade de água nos estados líquidos ou gasosos, da temperatura, da área de contato entre a semente e o substrato (Calero et al [34]) e do teor inicial de água das sementes.

O teor de água das sementes é um fator importante para a manutenção da integridade dos sistemas de membranas, pois sementes muitos secas, com teores de água inferiores a 11% são mais sensíveis a injúrias (Marcos filho [61]) e sofrerão aumento na lixiviação de solutos ao serem submetidas à rápida hidratação, devido à transição imediata da fase gel para líquido-cristalino dos fosfolipídios da membrana durante a embebição (Corrêa e Júnior [67]), resultando em danos às sementes, com ausência total de germinação e formação de plântulas anormais (Lin [68]).

Na germinação, como somente a emissão da raiz primária não é suficiente para avaliar o potencial de estabelecimento da plântula em campo, é importante incluir o desenvolvimento da estrutura embrionária e a formação de uma plântula em que sejam evidentes suas partes constituintes (Marcos filho [61]) e tenha condições de se desenvolver em uma planta adulta sadia. Segundo as Regras de Análise de Sementes (RAS)(Brasil [62]) considera plântulas normais aquelas que apresentam as estruturas essenciais, radícula e parte aérea (epicótilo, hipocótilo, plûmula e cotilédones) bem desenvolvidas, completas, proporcionais e sadias.

Para que seja formada uma plântula no ambiente natural, as reservas armazenadas nas sementes, como carboidratos, lipídios e proteínas, serão utilizadas como fonte de matéria para a construção dos tecidos vegetais e de energia para a germinação e principalmente para o desenvolvimento da plântula a partir do crescimento embrionário (Buckeridge et al [70]; Marcos filho[61]. Fatores como água, já comentada anteriormente, luz e temperatura são importantes no crescimento da plântula. O aumento da temperatura desencadeia altas taxas de respiração e plântulas que não são capazes de suprir as perdas de carbono por altas taxas de respiração acabam por dessecar, morrer (Melo et al [57]) e, por vezes, resultando em plântulas anormais. Blum e Sinmena [71] em trabalho realizado com cultivares de trigo, afirmam que o estresse provocado por altas temperaturas reduz a eficiência da conversão das reservas do endosperma em tecidos da plântula, devido à grande perda de carboidratos pelo processo de respiração.

1.3.1. Dormência em sementes

Quando as sementes não germinam, embora colocadas sob condições ambientais favoráveis à sua germinação, elas são denominadas dormentes (Popinigis [71]; Bewley e Black [60], pois apresentam alguma restrição interna ou sistêmica à germinação, que deve ser superada a fim de que o processo germinativo ocorra (Cardoso[73]). A importância do fenômeno da dormência pode ser interpretado como recurso pelo qual a natureza distribui a germinação no tempo (Popinigis[72]; Fowler e Martins [74]. Para algumas espécies a estratégia de regeneração é germinar logo após sua dispersão pela planta-mãe, enquanto que para outras espécies, mesmo que as condições ambientais estejam apropriadas a germinação, as sementes sobrevivem longos períodos no solo, apresentando germinação lenta e desuniforme (Borghetti [63]), o que colabora para o aumentando da probabilidade plântulas aparecem em um período mais propício.

Baskin e Baskin [75] categorizaram a dormência em dois grandes grupos: endógena e exógena. Na dormência endógena, também chamada de embrionária, algumas características do embrião limitam a germinação, enquanto na exógena, a existência de estruturas que envolvem o embrião, incluindo endosperma ou perisperma, tegumento das sementes, ou paredes dos frutos evitam que a germinação aconteça. Na dormência exógena que pode ser física, química ou mecânica (Borghetti [63]).

A dormência física é causada pela impermeabilidade dos tecidos da semente e/ou do fruto, restringindo total ou parcialmente a difusão de água ou oxigênio ao embrião (Braccini et al [66]). O tegumento da semente de algumas espécies também pode conter mucilagem que se expande na presença de água, formando uma barreira à difusão de oxigênio e diminuindo a velocidade de germinação (Cardoso [73]), como encontrado em sementes de *Parkia pendula* (Fabaceae) (Camara et al [76]) e *Guazuma ulmifolia* (Malvaceae) (Zaidan e Barbedo [75]).

Quando a dormência é causada pela impermeabilidade do tegumento à água ou gases, a semente apenas poderá germinar após abertura da testa, permitindo a embebição, como ocorre após escarificações, cortes do tegumento ou ainda a exposição a um calor intenso, como nas queimadas (Zaidan e Barbedo [75]). Os ácidos fortes, como o ácido sulfúrico, também podem ser usados, pois quando em contato com os tegumentos duros de uma semente podem também levar à ruptura da testa, sendo que o tempo de exposição ao efeito corrosivo do ácido varia de acordo com a espécie (Zaidan e Barbedo [75]).

Sementes de *Leucaena leucocephala* (Fabaceae), por exemplo, têm sua dormência superada após contato com ácido sulfúrico por 20 min (Teles et al [78]); para *Bowdichia virgiliooides* (Fabaceae) o melhor resultado foi verificado após oito e onze minutos de imersão no ácido (Sampaio et al [79]).

Sendo assim, para cada tipo de dormência e para cada condição experimental na qual as sementes estão inseridas haverá um ou mais métodos adequados e eficientes para sua superação (Zaidan e Barbedo [75]), o que irá refletir na compreensão dos mecanismos utilizados pela espécie na natureza para superar a dormência das sementes e germinar.

1.5. Espécies avaliadas

***Sesbania virgata* (Cav.) Pers**

Sesbania virgata (Cav.) Pers., pertence à família Leguminosae (Fabaceae), é conhecida popularmente como sarãzinho, mãe-josé e feijão-do-mato, distribui-se pelas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, além do Paraguai, Uruguai, e a Argentina (Kissman e Groth [80]; Pott e Pott [81]. *S. virgata* é uma espécie perene de vida curta, apícola, invasora, pioneira, com hábito arbustivo (Fig. 1a) que pode atingir de 2 a 4m de altura; os frutos permanecem vários meses na copa (Pott e Pott [81]. Trata-se de uma planta de interesse para recuperação de áreas degradadas e apresenta capacidade moderada de competir com gramíneas e rebrotar da cepa após corte ou fogo (Carpanezzi e Fowler [82]).

Esta espécie também é encontrada em locais muito úmidos ou alagados (Kissman e Groth [80]) como no Pantanal, onde é frequente e, às vezes dominante, em todas as sub-regiões, em campos alagáveis, solos arenosos ou argilosos, sendo colonizadora de beira de estrada (Fig. 1b), pastagem degradada e lagoas secas, a partir de semente que pode ter passado anos submersa (Pott e Pott [81]).

O fruto de *S. virgata* é do tipo legume indeiscente com comprimento médio de 5,8 cm e contendo de 2 a 6 sementes por fruto, sementes são reniforme de cor castanho claro com testa lisa, polida e dura (Fig. 1b, c) (Araújo et al [83]), e possuem alto grau de dormência, sendo necessária a intervenção com tratamentos para superação da dormência a fim de obter germinação mais rápida (Carpanezzi e Fowler [82]; Veasey et al [84]; Souza et al [85]).



Fig.1.a) Aspecto do hábito arbustivo de *S. virgata*, em indivíduos ocorrentes às margens da estrada parque – Corumbá, MS (b); c) Detalhe dos frutos da espécie *S. virgata*.

Mais de 90% das sementes germinaram após o tratamento com escarificação com lixa (Camargos et al [86]). Resultado semelhante foi encontrado por Silva et al [87] que testaram a escarificação química e a mecânica com uso da lixa, tendo nesta última o melhor resultado para *S. virgata*. Os autores citados acima consideram a escarificação com a lixa um método simples, de baixo custo e eficaz para promover uma rápida e uniforme germinação.

A germinação das sementes de *S. virgata* é indiferente a luz (Souza et al [85]). A ausência da influência da luz revela mais uma estratégia da espécie para ocupar outros nichos ou formar populações adensadas, uma vez que seus propágulos podem germinar até mesmo em condições de baixa ou nenhuma luminosidade (Souza et al [85]). Por apresentar sementes com alta longevidade (24 meses), dormentes, o que favorece a formação de grandes bancos de sementes e tolerância ao fogo (Carpanezzi e Fowler [82]; Souza et al [85]; Silva et al [87]; Vieira et al [88]), e ser amplamente distribuída em áreas ripárias, o conhecimento do efeito do fogo – como facilitador ou não - da germinação das sementes é de grande significado para se compreender o processo de estabelecimento e regeneração natural desta planta após este evento.

***Guazuma ulmifolia* var. *tomentosa* (Kunth) K. Schum.**

De acordo com Lorenzi [89] a espécie *G. ulmifolia* var. *tomentosa* (Família Malvaceae), popularmente conhecida por mutambo, chico-magro, fruta de macaco, embira, pau-de-pomba e guaxima-macho. Apresenta altura de 8-16m (Fig.2a) com tronco

de 30-50cm de diâmetro; folhas simples, de 10-13cm de comprimento por 4-6cm de largura.com pubescência estrelada em ambas as faces.

Ela se distribui na América tropical, do México ao Paraguai e Argentina, no Brasil ocorre em quase todo país, desde a Amazônia até o Paraná, principalmente em floresta latifoliada semidecídua (Lorenzi [89]) e no Cerrado, sendo muito frequente na mata não inundável, capões alagáveis ou não e solos arenosos do Pantanal[48]; é pioneira, aumenta com a perturbação e coloniza beira de estrada, rebrota após o corte até de raiz (Pott e Pott [81]).

Dentre a sua importância, (Lorenzi [89]) pode ser usada com sucesso no paisagismo; ela é heliófita; ocorre em formações secundárias; seus frutos são muito apreciados por macacos e outros animais; por essa qualidade e rápido crescimento, é planta indispensável nos reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas. Planta apíccola, de uso medicinal, folha forrageira e colonizadora de beira de estrada (Pott e Pott [81]).

O fruto é capsular loculicida globosa, com cinco fendas estreitas, rimosas, lenhoso, coriácea, com superfície muricada, duro, seco; as sementes são arredondadas, de coloração acinzentada (Fig. 2b; c) (Sobrinho et al [90]).

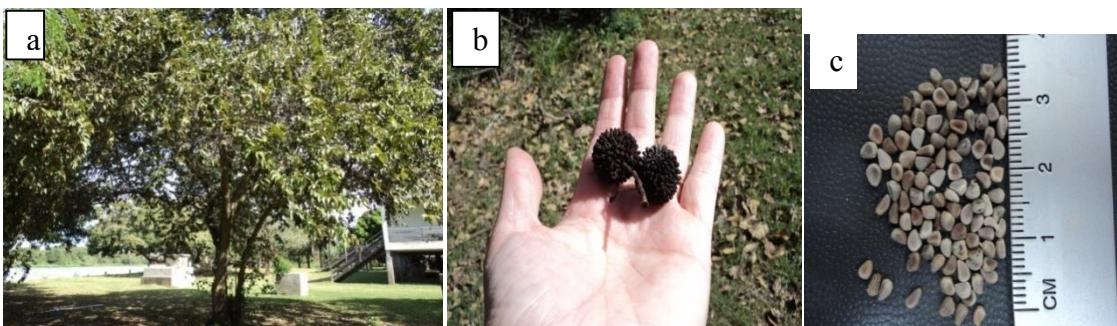


Fig. 2.a) Individuo adulto da *G. ulmifolia* var. *tomentosa*, isolado em área antropizada. b) Frutos. c) Sementes.

Suas sementes possuem tegumento impermeável à água, necessitando ser escarificadas para superação da dormência e obtenção de maior porcentagem de germinação (Araújo Neto e Aguiar [91]). Os melhores resultados encontrados para germinação de sementes por esses autores foi a imersão em ácido sulfúrico (95-98%) pelo período de 40 até 70 min.

Os efeitos da temperatura e da luz foram estudados por Araújo Neto et al [92], que obteve a melhor germinação das sementes na faixa de 25 a 35°C, com as temperaturas de

25 e 30°C consideradas ótimas, devido a germinação ocorrer em maior porcentagem e mais rapidamente e a variável luz influenciou a germinação, uma vez que a condição de escuro resultou em menores valores de porcentagem e velocidade de germinação. Nenhuma menção foi obtida na literatura sobre a resistência desta espécie ao fogo e, tendo em vista que esta espécie possui dormência mecânica, frutos lenhosos, e está amplamente distribuída em áreas ripárias do Pantanal – bioma sujeito a fogo nos períodos de inverno -, esta espécie torna-se objeto interessante para este estudo.

2. Hipótese/Perguntas

A porcentagem de germinação das espécies *Sesbania virgata* e *Guazuma ulmifolia* var.*tomentosa* aumenta após as sementes serem submetidas a temperaturas altas? 2) As sementes das espécies *Sesbania virgata* e *Guazuma ulmifolia* var.*tomentosa* são inviabilizadas após serem submetidas ao fogo? 3) O fogo facilita o processo de germinação das sementes dessas espécies? 4) As sementes que germinam após fogo formam plântulas normais? 5) As sementes protegidas em frutos fechados são capazes de se manterem viáveis após um incêndio?

3. Objetivo geral

Avaliar o efeito do fogo e temperaturas altas na germinação de sementes e formação de plântulas das espécies *Sesbania virgata* e *Guazuma ulmifolia* var. *tomentosa*

Objetivos específicos

- Avaliar o efeito do fogo na germinação de sementes de duas espécies do Pantanal - *Sesbania virgata* e *Guazuma ulmifolia* var. *tomentosa* ;
- Avaliar se as sementes de *Sesbania virgata* e *Guazuma ulmifolia* var. *tomentosa* permanecem viáveis após serem submetidas ao fogo;
- Analisar se as sementes que germinam após fogo formam plântulas normais;
- Avaliar se as sementes protegidas em frutos fechados são capazes de se manter viáveis após efeito do fogo.

4. Referências

- [1] W.J. Junk, M.T.F. Piedade, General distribution of the vegetation, in: W.J. Junk (Ed.), The central Amazon floodplain: ecology of a pulsating system, Ecological Studies, Berlin, 2005, pp.148-185.
- [2] E.J.W. Visser, L.A.C.J. Voesenek, B.B. Vartapetian, e M.B. Jackson, Flooding and plant growth, *Annals of Botany* 91 (2003) 107-109
- [3] W. Armstrong, M.C. Drew, Root growth and metabolism under oxygen deficiency. In: Waisel Y, Eshel A and Kafkafi U, eds. Plant roots: the hidden half, 3rd edn. New York: Marcel Dekker, 2002, pp.729–761.
- [3] J. Adámoli, O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os Cerrados. Discussão sobre o conceito de “Complexo do Pantanal”, in: Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica, Teresina, 1982, pp. 109-119.
- [4] A.K.M. Oliveira, Pantanal – origens e características gerais, in: A.K.M. Oliveira, S.J.A. Garnés, S. Favero, Ed. Meio ambiente e produção interdisciplinar: sociedade, natureza e desenvolvimento, Campo Grande, 2008, pp. 11-25.
- [4] B.B. Vartapetian, e M.B. Jackson, Plant adaptations to anaerobic stress, *Annals of Botany* 79 (1997) 3-20.
- [5] W.H. McKee, M.R. McKeelin, Geochemical processes and nutrient uptake by plants in hydric soils, *Environ Toxicol Chem*. 12 (1993) 2197-2207.
- [6] M.B. Jackson, P.C. Ram, Physiological and molecular basis of susceptibility and tolerance of rice plants to complete submergence, *Annals of Botany* 91(2003) 227–241.
- [7] A.C.J. VoesenekL, J.J. Benschop, J. Bou, M.C.H. Cox, H.W. Groeneveld, F.F. Millenaar, R.A.M. Vreeburg, A.J.M. Peeters, Interactions between plant hormones regulate submergence-induced shoot elongation in the flooding-tolerant dicot Rumex palustris, *Annals of Botany* 91 (2003) 205–211.
- [8] M.B. Jackson, W. Armstrong, Formation of aerenchyma and the processes of plant ventilation in relation to soil flooding and submergence, *Plant Biology* 1 (1999) 274–287.
- [9] J. Gibbs, H. Greenway, Mechanisms of anoxia tolerance in plants. I. Growth, survival and anaerobic catabolism, *Funct Plant Biol.* 30(2003) 1–47.
- [10] O. Blokhina, Anoxia and oxidative stress: lipid peroxidation, antioxidant status and mitochondrial functions in plants, *Diss. Univ. Helsinki* (2000) 211-215.
- [11] J.S.V. Silva, M.M. Abdon, Delimitação do Pantanal Brasileiro e Suas Sub-Regiões, *Pesq. Agropec. Bras.* 33 (1998) 1703-1711.

- [12] C.N.Cunha, W.J. Junk, e H.F. Leitão-filho, Woody vegetation in the Pantanal of Mato Grosso, Brasil: a preliminary typology, *Amazoniana* 19 (2007)159-184.
- [13] L. Rebellato e C.N. Cunha, Efeito do “fluxo sazonal mínimo da inundação” sobre a composição e estrutura de um campo inundável no Pantanal de Poconé MT, Brasil, *Acta Bot. Bras.* 19 (2005) 789-799.
- [14] G.A. Damasceno-Junior, J.Semir, F.A.M.Santos, e H.F.Leitão-filho, Structure, distribution of species and inundation in a riparian forest of Rio Paraguai, Pantanal, Brazil. *Flora* 200(2) (2005) 119-135.
- [15] G.T. Prance e G.B. Schaller, Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal, Mato grosso, Brazil, *Brittonia* 34(2)(1982) 228-251.
- [16] V.J. Pott, e A. Pott., Checklist das macrófitas aquáticas do Pantanal, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 11(1997) 215-227.
- [17] S.M.A. Crispim, B.M.A. Soriano, Regeneração de Espécies Herbáceas Nativas Pós-queima em Área de Reserva, Sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS. Circular técnica, 2003.
- [18] Ministério do meio ambiente, dos recursos hídricos e da amazônia legal. Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai. PCBAP. Brasília, DF, 1997, pp.1-369.
- [19] W. J. Bond e J. E. Keeley, Fire as a global ‘herbivore’: the ecology and evolution of flammable ecosystems, *Trends in Ecology and Evolution* 20 (2005) 387–394.
- [18] E.L. Cardoso, S.M.A. Crispim, C.G. Rodrigues, V. Barioni Júnior, Efeitos da queima na dinâmica da biomassa aérea de um campo nativo no Pantanal, *Pesq. Agrop. Brasil*, 38 (2003) p.747-752.
- [20] S. I. Higgins, W. J. Bond e W. S. W. Trollope. 2000. Fire, resprouting and variability: a recipe for grass-tree coexistence in savanna. *Journal of Ecology* 88:213–229.
- [21] M. Sankaran, J. Ratnam, e N. P. Hanan, Tree-grass coexistence in savannas revisited: insights from an examination of assumptions and mechanisms invoked in existing models, *Ecology Letters* 7 (2004) 480–490.
- [22] A. M. Gill, Fire and the Australian flora: a review, *Australian Forestry* 38 (1975)4–25.
- [23] H.S. Miranda, M.M.C. Bustamante, A.C. Miranda, The fire factor. in: P.S.Olivera and R.J. Marquis, editors. *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, New York, New York, USA, 2002, pp. 51-68
- [24] J. Mistry, Fire in the cerrado (savannas) of Brazil: an ecological review, *Progress in Physical Geography*, 22 (1998) 425-448.

- [25] S. I. Higgins, W.J. Bond, E.C. February, A. Bronn, D.I. Euston-Brown, B. Enslin, N. Govender, L. Rademan, S. O'Regan, A.L. Potgieter, S. Scheiter, R. Sowry, L. Trollope, W.S. Trollope, Effects of four decades of fire manipulation on woody vegetation structure in savanna, *Ecology* 88 (2007) 1119–1125.
- [26] W.A. Hoffmann, R. Adasme, M. Haridasan, M.T. Carvalho, E.L. Geiger, M.A.B. Pereira, S.G. Gotsch, e A.C. Franco, Tree topkill, not mortality, governs the dynamics of savanna-forest boundaries under frequent fire in central Brazil, *Ecology* 90 (2009) 1326–1337.
- [27] W.J. Bond e J.J. Midgley, Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche, *Trends in ecology and evolution*, 16 (2001) 45-51.
- [28] W.A. Hoffmann e A.G. Moreira, The role of fire in population dynamics of woody plants. in: Oliveira, P.S. e Marquis, R.J. (Eds.), *Cerrados of Brazil*, New York, Columbia University Press, 2002, pp. 159-177.
- [29] A.G. Moreira, Effects of fire protection on savanna structure in central Brazil, *Journal of Biogeography* 27(2000) 1021-1029.
- [30] G. Gottsberger e I. Silberbauer-Gottsberger, Life in the cerrado: a South American tropical seasonal vegetation, In: vol. 1, Origin, structure, dynamics and plant use, Reta Verlag. 2006. 227p.
- [31] W.A. Hoffmann, The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna, *Journal of Ecology* 84(3)(1996) 383– 393.
- [32] W.A. Hoffmann, Direct and indirect effects of fire on radial growth of cerrado savanna trees, *Journal Tropical Ecology* 18(1)(2002) 137–142.
- [33] P. Ferrandis, J. M. Herranz e J. J. Martínez-Sánchez, Effect of fire on hard-coated Cistaceae seed banks and its influence on techniques for quantifying seed bank, *Plant Ecology* 144 (1999) 103–114.
- [34] A.C. Franco, M.P. Souza e G.B. Nardoto, Estabelecimento e crescimento de *Dalbergia miscolobium* Benth. em áreas de campo sujo e cerradão no DF, in: *Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga*.Brasília, DF, 1996, p.84-92.
- [35] K. Miyanishi, e M. Kellman, The role of fire in the recruitment of two neotropical savanna shrubs, *Miconia albicans* and *Clidemia sericea*, *Biotropica* 18 (1986) p.224-230.
- [37] M.B. Medeiros e H.S. Miranda, Post-fire resprouting and mortality in cerrado woody plant species, *Edinburgh Journal of Botany*, 65 (1) (2008) 1-16.
- [38] W.A. Hoffman e O.T. Solbrig. The role of topkill in the differential response of savanna woody species to fire, *Forest Ecology and Management* 180 (2003) 273-276.

- [39] W.A. Hoffmann, Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction, *Journal of Applied Ecology* 35(3) (1998) 422–433.
- [40] L. M. Coutinho, Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. II - As queimadas e a dispersão de sementes em algumas espécies anemocóricas do estrato herbáceo subarbustivo, *Bol. Botânica Univ. S. Paulo* 5 (1977) 57-64.
- [41] J.E. Keely, C.J. Fotheringham, Role of fire in regeneration from seed, in: M. Fenner, (Ed.) *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*, CAB International, Oxon, U.K, 2000, 311-330.
- [42] B.B. Lamont, D.C. Le Maitre, R.M. Cowling, N.J. Enright, Canopy seed storage in woody plants, *Botanical Review* 57 (1991) 277-317.
- [43] T.S Judd, Seed survival in small myrtaceous capsules subjected to experimental heating, *Oecologia* 93 (1993) 576-581.
- [44] P. Cirne, H.S. Miranda, Effects of prescribed fire on the survival and release of seeds of *Kielmeyera coriacea* (Spr.) Mart. (Clusiaceae) in savannas of Central Brazil, *Brazilian Journal of Plant Physiology* 20 (2008) 197-204.
- [46] D.C. Odion, F.W. Davis, Fire, soil heating, and the formation of vegetation patterns in Chaparral, *Ecol. Monogr.*, 70 (2000) 149–69.
- [47] M. Pickup, K.L. McDougall, R.J. Whelan, Fire and flood: Soil-stored seed bank and germination ecology in the endangered Carrington Falls Grevillea (*Grevillea rivularis*, Proteaceae), *Austral Ecology* 28 (2003) 128–136.
- [48] L.C.C.R. de Menezes e M.N. Rossi, Seed germination after fire: a study with a plant inhabiting non-fire-prone areas, *International Journal of Exp. Botany* 80 (2011) 153-160
- [49] R.A. Bradstock, T.D. Auld, Soil temperatures during experimental bushfires in relation to fire intensity: consequence for legume germination and fire management in south-eastern Australia, *J. Appl. Ecol.* 32 (1995) 76–84.
- [50] B.M.C. Neves, H.S. Miranda, Efeitos do fogo no regime térmico do solo de um campo sujo de cerrado, in: H.S. Miranda, C.H. Saito, B.F.S. Dias, *Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga*, Universidade de Brasília, Brasília, 1996, pp 20–30.
- [51] L. C. Ribeiro, M. Pedrosa, F. Borghetti, Heat shock effects on seed germination of five Brazilian savanna species, *Plant Biology* 15 (2012) 1-6.
- [52] C.T. Rizzini, Influência da temperatura sobre a germinação de diásporos do Cerrado. *Rodriguésia* 41 (1976) 341–383.
- [53] T. Banda, M.W. Schwartz, T. Caro, Effects of fire on germination of *Pterocarpus angolensis*, *Forest Ecology and Management*, 233 (2006) 116–120.

- [54] I.B. Schmidt, A.B. Sampaio, F. Borghetti, Efeitos da época de queima sobre a reprodução sexuada e estrutura populacional de *Heteropterys pteropetala* (Adr Juss.) Malpighiaceae em áreas de Cerrado sensu stricto submetidas a queimas bienais, *Acta Botanica Brasilica* 19 (2005) 927–934.
- [55] J.M.H. Herranz, P. Ferrandis, J.J. Martinez-Sánchez, Influence of heat on seed germination of seven Mediterranean Leguminosae species, *Plant Ecology* 136 (1998) 95-103.
- [56] A. Leone, C. Perrotta, B. Maresca. Plant tolerance to heat stress: current strategies and new emergent insight in: L. S. di Toppi, B. Pawlik-Skowronska (Ed.), *Abiotic stresses in plants*, Kluver Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 2003, pp 1-22.
- [57] F.P.L Melo, A.V.A. Aguiar Neto, E. A. Simabukuro, M. Tabarelli, Recrutamento e estabelecimento de plântulas, in: A.G. Ferreira, F. Borghetti, *Germinação: do básico ao aplicado*, Porto Alegre: Artmed, 2004, pp. 238-250.
- [58] A.M. Maluf, P.S. Martins, Germinação de sementes de *Amaranthus hybridus* L. e *Amaranthus viridis* L., *Revista Brasileira de Biologia* 51 (1991) 417-425.
- [59] L.G. Labouriau, A germinação das sementes, Secretaria Geral da OEA, Washington, 1983.
- [60] J.D. Bewley, M. Black, *Seeds: physiology of development and germination*, segunda edição, Plenum Press, New York, 1994.
- [61] J. Marcos Filho, *Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas*, Piracicaba: Fealq, 12, 2005
- [62] R.D. de Castro, K.J.; Bradford, H.W.M Hilhorst, Embebição e reativação do metabolismo, in: A.G.; Ferreira, F. Borghetti, *Germinação: do Básico ao Aplicado*, Artmed, Porto Alegre, 2004 pp. 149-162.
- [63] F. Borghetti, Dormência embrionária, in: A.G. Ferreira, F. Borghetti, *Germinação: do básico ao aplicado*, Porto Alegre: Artmed, 2004, pp. 109-123.
- [64] C. Vázquez-Yanes, e A. Orozco-segovia, Seed viability, longevity and dormancy in a tropical rain forest, in: *Anais do II Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Sementes Florestais* (M.B. Figoliola, coord.), Instituto Florestal, São Paulo, 1991, p.175-196.
- [65] W. Vidaver, Light and seed germination, in: *The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination* (A.A. Khan, ed.), North-Holland Publishing Company, New York, 1980, p.181-192.
- [66] A.L. Braccini, M.S.; Reis, C.S. Sediyama, C.A. Scapim, M.C.L. Braccini, Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado, *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34 (1999) 1053- 1066.

- [67] P. C. Corrêa, A.P. C. Júnior, Uso do teste de condutividade elétrica na avaliação dos danos provocados por diferentes taxas de secagem em sementes de feijão, Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais 1 (1999) 21-26.
- [68] S.S. Lin, Alterações na lixiviação eletrolítica, germinação e vigor da semente de feijão envelhecida sob alta umidade relativa do ar e alta temperatura, Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal 2 (1990) 1-6.
- [70] M. S. Buckeridge, M. A. S. Tiné, H. P. Santos, D. U. Lima, Polissacarídeos de reserva de parede celular em sementes: estrutura, metabolismo e aspectos ecológicos, Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 12 (2000) 137 - 162.
- [71] A. Blum, B. Sinmena, Wheat seed endosperm utilization under heat stress and its relation to thermotolerance in the autotrophic plant, Field Crops Research 37 (1994) 185 - 191.
- [72] F. Popinigis, Fisiologia da semente, segunda ed., Brasília, 1985.
- [73] V.J.M. Cardoso, Dormência: estabelecimento do processo, in: A.G. Ferreira, F.E. Borghetti, Germinação: do Básico ao Aplicado, Porto Alegre, Artmed, 2004, pp. 97-108.
- [74] J.A.P. Fowler, E.G. Martins, Coleta de sementes, in: Manejo de sementes de espécies florestais, Colombo: EMBRAPA Florestas, 2001, pp.9-13. (Documentos, 58).
- [75] C.C. Baskin, J.M. Baskin, Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. San Diego: Academic Press, 1998.
- [76] C. de A. Camara, J. C. de Araújo Neto, V. M. Ferreira, E. U. Alves, F. de B. P. Moura, Caracterização morfométrica de frutos e sementes e efeito da temperatura na germinação de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp, Ciência Florestal, v. 18 (2008) 281-290.
- [77] B.P. Zaidan, C.J. Barbedo, Quebra de dormência em sementes, in: A.G. Ferreira, F.E. Borghetti, Germinação: do Básico ao Aplicado, Porto Alegre, Artmed, 2004, pp. 135-146.
- [78] M.M. Teles, A.A. Alves, J. C.G. de Oliveira, Métodos para Quebra da Dormência em Sementes de Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.). Rev. bras. zootec., 29 (2000) 387-391.
- [79] L.S. de V. Sampaio, C.P. Peixoto, M.de F. da S.P. Peixoto, J.A. Costa, M.da S. Garrido, L.N. Mendes, Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* H.B.K.-Fabaceae), Revista Brasileira de Sementes 23 (2001) 184-190.
- [80] K.G. Kissmann, D. Groth, Plantas infestantes e nocivas, Tomo II, ed. BASF, São Paulo, 1999, pp. 947-950.

- [81] A. Pott, V.J. Pott, Plantas do Pantanal, ed. Embrapa, Brasília, 1994.
- [82] A.A. Carpanezzi, J.P.A Fowler, Quebra da dormência tegumentar de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., Colombo: Embrapa, 1997, p.1-2. (Comunicado Técnico, 14).
- [83] E. C. de Araújo, A.V.R. Mendonça; D. G. Barroso, K. R. Lamônica, R. F. da Silva, Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., Revista Brasileira de Sementes, 26 (2004)105-110.
- [84] E.A. Veasey, J.C.T. Freitas, E.A. Schammas, Variabilidade da dormência de sementes entre e dentro de espécies de Sesbania, Scientia Agrícola, 57(2000) 299-304.
- [85] V. C. de Souza, P. F. M. Agra, L. A. de Andrade, I. G. de Oliveira, L. S. de Oliveira, Germinação de sementes da invasora *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. sob efeito de luz, temperatura e superação de dormência, Semina: Ciências Agrárias 31 (2010) 889-894
- [86] V. N. Camargos, M. L. M. de Carvalho, D. V. de Araújo, F. H. L. Magalhães, Superação da Dormência e Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de *Sesbania virgata*, Ciênc. Agrotec. 32 (2008) 1858-1865.
- [87] P. E. de M. Silva, E. F. Santiago, D. de M. Daloso, E. M. da Silva, J. O. Silva, Quebra de dormência em sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., Idesia 29 (2011) 39-45.
- [88] B. de C. Vieira, S.M.S. Oliveira, F.A.O. Silveira, Efeito da luz e escarificação na germinação de *Sesbania virgata* (Fabaceae) sob condições artificiais de armazenamento, in: Congresso de Ecologia do Brasil, 8, 2007, Caxambu- MG. Anais, Caxambu-MG: SBE, 2007, pp.1-2.
- [89] H. Lorenzi, Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, Ed Plantarum, Nova Odessa, 2002, p. 343.
- [90] S. de P. Sobrinho, A. G. de Siqueira, Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam. – Sterculiaceae), Revista Brasileira de Sementes, 30 (2008) 114-120.
- [91] J.C. Araújo Neto, I.B. Aguiar, Germinative pretreatments to dormancy break in *Guazuma ulmifolia* Lam. Seeds, Scientia Forestalis 58 (2000) 15-24.
- [92] J. C. Araújo Neto, I. B. de Aguiar, V. M. Ferreira, T. de J. D. Rodrigues, Temperaturas cardeais e efeito da luz na germinação de sementes de mutamba, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 6 (2002) 460-465.

Normas gerais de publicação na revista Plant Science

Preparação

Uso de software de processamento de texto

É importante que o arquivo seja salvo no formato nativo do processador de texto utilizado. O texto deve ser em formato de coluna única. Mantenha o layout do texto o mais simples possível. A maioria dos códigos de formatação será removido e substituído no processamento do artigo. Em particular, não use as opções do processador de texto para justificar o texto ou para hifenizar as palavras. No entanto, não usar negrito, itálico, subscritos, sobreescritos, etc. Ao preparar tabelas, se você estiver usando uma grade de tabela, use apenas uma grade para cada tabela individual e não uma grade para cada linha. Se nenhuma rede for utilizado, use tabulador, e não os espaços, para alinhar as colunas. O texto eletrônico deve ser preparado de forma muito semelhante ao de manuscritos convencionais (ver também o guia para a publicação com Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). Note-se que os arquivos de figuras, tabelas e gráficos de texto será necessária ou não você inserir seus dados no texto. Veja também a seção sobre arte eletrônica. Para evitar erros desnecessários que são fortemente aconselhados a usar o "corretor ortográfico" e funções "-check gramática" de seu processador de texto.

Estrutura do artigo

Subdivisões - seções numeradas

Divida o seu artigo em seções bem definidas e numeradas. Subseções devem ser numeradas 1.1 (então 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (o resumo não está incluído na seção numeração). Utilize esta numeração também para referências internas cruzadas: não se refira apenas ao "texto". Qualquer subseção pode ser dado um título breve. Cada título deve aparecer na sua própria linha separada.

Introdução

Declare os objetivos do trabalho e fornecer uma base adequada, evitando uma pesquisa bibliográfica detalhada ou um resumo dos resultados.

Material e métodos

Fornecer detalhes suficientes para permitir o trabalho a ser reproduzido. Métodos já publicados devem ser indicados por uma referência: apenas modificações relevantes devem ser descritas.

Discussão

Este deve explorar a significância dos resultados do trabalho, não repeti-los. Um combinado de seção Resultados e de Discussão muitas vezes é apropriado. Evite citações extensas e discussão de literatura.

Apêndices

Se houver mais de um apêndice, eles devem ser identificados como A, B, etc. Fórmulas e equações em apêndices devem ser dada numeração separada: Eq.. (A.1), eq. (A.2), etc, num apêndice posterior, a Eq.. (B.1) e assim por diante. Da mesma forma para tabelas e figuras: Tabela A.1; Fig. A.1, etc.

Informações da página de título essencial

- **Título.** Conciso e informativo. Títulos são frequentemente utilizados em sistemas de recuperação de informação. Evite abreviações e fórmulas, sempre que possível.
- **Os nomes dos autores e afiliações.** Quando o nome de família pode ser ambíguo (por exemplo, um nome duplo), indique isso claramente. Apresentar os endereços da filiação dos autores (onde o trabalho real foi feito) abaixo dos nomes. Indique todas as afiliações com uma letra minúscula sobreescrito, imediatamente após o nome do autor e em frente ao endereço apropriado. Fornecer o endereço postal completo de cada afiliação, incluindo o nome do país e, se possível, o endereço de e-mail de cada autor.
- **Autor para correspondência.** Indicar claramente quem vai lidar com a correspondência em todas as fases de referência e publicação, também pós-publicação. Certifique-se de que os números de telefone (com o país e o código de área) são fornecidos, além do endereço de e-mail e o endereço postal completo. Os detalhes de contato devem ser mantidos até à data pelo autor correspondente.
- **Presente / endereço permanente.** Se um autor mudou desde o trabalho descrito no artigo foi feito, ou estava visitando na época, um "endereço Present" (ou "endereço permanente") pode ser indicado como uma nota de rodapé o nome do autor. O endereço no qual o autor realmente fez o trabalho deve ser mantido como, endereço de afiliação principal. Números arábicos sobreescritos são utilizados para tais notas de rodapé.

Abstract

Um resumo conciso e factual é necessário. O resumo deve indicar sucintamente o objetivo da pesquisa, os principais resultados e as principais conclusões. Um resumo é muitas vezes apresentada separadamente do artigo, então deve ser capaz de ficar sozinho. Por esta razão, as referências devem ser evitadas, mas se necessário, em seguida, citar o autor (s) e ano (s). Além disso, abreviaturas não-padrão ou incomum devem ser evitada, mas se essencial, elas devem ser definidas na sua primeira menção no abstrato em si. O resumo não deve ser superior a 200 palavras.

Abstract gráfico

Um resumo gráfico é opcional e deve resumir o conteúdo do artigo, uma forma pictórica concisa projetado para capturar a atenção de um grande número de leitores online. Autores deve fornecer imagens que representam claramente o trabalho descrito no artigo. Resumos gráficos devem ser apresentados como um arquivo separado no sistema de submissão online. Tamanho da Imagem: Por favor, forneça uma imagem com um mínimo de 531×1328 pixels ($h \times w$) ou proporcionalmente mais. A imagem deve ser lida em um tamanho de 5×13 cm, utilizando uma resolução de tela normal de 96 dpi. Tipos de arquivos preferidos: TIFF, EPS, PDF ou arquivos do MS Office. Veja

<http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> para exemplos. Os autores podem fazer uso de Ilustração e serviço Enhancement da Elsevier para garantir a melhor apresentação de suas imagens também de acordo com todas as exigências técnicas: Serviço de Ilustração.

Highlights

Os destaques são obrigatórias para esta revista. Eles consistem de uma pequena coleção de pontos que transmitem os resultados principais do artigo e deve ser apresentado em um arquivo separado no sistema de submissão online. Por favor, use 'Destaque' no nome do arquivo e incluir 3 a 5 pontos (no máximo 85 caracteres, incluindo espaços, por ponto). Veja <http://www.elsevier.com/highlights> para exemplos.

Palavras-chave

Imediatamente após o resumo, fornecer um máximo de 6 palavras-chave, usando a ortografia americana e evitar termos gerais e plural e vários conceitos (evitar, por exemplo, 'e', 'de'). Ser poupar com abreviaturas: apenas abreviaturas firmemente estabelecidas no campo pode ser elegível. Essas palavras-chave serão utilizada para fins de indexação.

Abreviaturas

Definir as abreviaturas que não sejam padrão neste campo de uma nota devem ser colocadas sobre a primeira página do artigo. Tais abreviaturas que são inevitáveis no abstract devem ser definida na sua primeira menção, bem como na nota de rodapé. Garantir a consistência das abreviaturas ao longo do artigo.

Agradecimentos

Agrupar reconhecimentos em uma seção separada no final do artigo, antes das referências bibliográficas e não, portanto, incluí-las na página de título, como uma nota de rodapé para o título ou não. Listar aqui os indivíduos que prestaram ajuda durante a pesquisa (por exemplo, oferecendo ajuda a linguagem, a escrita assistência ou a prova de ler o artigo, etc.)

Banco de dados que liga

Elsevier encoraja os autores a ligar artigos com bancos de dados externos, dando a seus leitores um-clique acesso a bases de dados relevantes que ajudam a construir uma melhor compreensão da pesquisa descrita. Por favor, consulte os identificadores de banco de dados relevantes usando o seguinte formato em seu artigo: Base de dados: xxxx (por exemplo, TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN). Veja <http://www.elsevier.com/databaselinking> para mais informações e uma lista completa de bancos de dados suportados.

Obra

Manipulação de imagem

Embora se reconheça que os autores às vezes precisam manipular imagens para maior clareza, a manipulação para fins de fraude ou fraude será visto como abuso de ética

científica e será tratado em conformidade. Para imagens gráficas, a revista está aplicando a seguinte política: não há recurso específico dentro de uma imagem que pode ser melhorado, coberto, movido, removido ou introduzido. Ajustes de brilho, contraste ou equilíbrio de cores são aceitáveis se, e enquanto eles não obscurecerem ou eliminarem qualquer informação presente no original. Ajustes não lineares (por exemplo, alterações nas configurações de gama) devem ser divulgadas na legenda.

Arte eletrônica

Aspectos gerais

- Certifique-se de usar letras uniforme e dimensionamento de sua arte original.
- Incorporar as fontes usadas, se o aplicativo oferece essa opção.
- Destinam-se a utilizar as seguintes fontes em suas ilustrações: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, ou fontes de uso que parecem semelhantes.
- Número das ilustrações de acordo com a sua seqüência no texto.
- Use uma convenção de nomenclatura lógica para seus arquivos de obras de arte.
- Fornecer legendas para as ilustrações separadamente.
- Tamanho das ilustrações perto das dimensões desejadas da versão impressa.
- Apresentar cada ilustração como um arquivo separado.

Um guia detalhado sobre arte eletrônica está disponível em nosso website:

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

Você está convidada a visitar este site, alguns trechos das informações detalhadas são dadas aqui.

Formatos

Se a sua arte eletrônica é criada em um aplicativo do Microsoft Office (Word, PowerPoint, Excel), em seguida por favor guarde "como está" no formato de documento nativo. Independentemente do aplicativo usado diferente do Microsoft Office, quando o seu trabalho artístico eletrônico é finalizado, por favor 'Salvar como' ou converter as imagens para um dos seguintes formatos (observe os requisitos de resolução para desenhos de linhas, meios-tones e combinações de linha / meio-tom abaixo indicados): EPS (ou PDF): desenhos vetoriais, incorporar todas as fontes utilizadas. TIFF (ou JPEG): cores ou tons de cinza fotografias (meios-tones), manter um mínimo de 300 dpi. TIFF (ou JPEG): desenhos bitmap (preto puro e branco pixels), para manter um mínimo de 1.000 dpi. TIFF (ou JPEG): Combinações de linha / meio-tom (cor ou escala de cinza) de bitmap, manter um mínimo de 500 dpi.

Por favor, não:

- Fornecimento de arquivos que são otimizados para uso em tela (por exemplo, GIF, BMP, PICT, WPG), estes geralmente têm um baixo número de pixels e conjunto limitado de cores;
- Fornecer arquivos que são muito baixos na resolução;
- Apresentar os gráficos que são desproporcionalmente grandes para o conteúdo.

Color Artwork

Certifique-se de que os arquivos de arte estão em um formato aceitável (TIFF (ou JPEG), EPS (ou PDF), ou arquivos do MS Office) e com a resolução correta. Se, juntamente com o seu artigo aceito, você enviar figuras em cores utilizáveis Elsevier, em seguida, irá

garantir, sem nenhum custo adicional, que esses números aparecam a cores na Web (por exemplo, ScienceDirect e outros sites) independentemente de ter ou não essas ilustrações são reproduzidas em cores na versão impressa. Para reprodução de cor na impressão, você receberá informações sobre os custos de Elsevier, após a recepção do seu artigo aceito. Por favor, indique a sua preferência por cor: na impressão ou somente na web. Para mais informações sobre a elaboração de obras de arte eletrônica, consulte <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Nota: Por causa de complicações técnicas que podem surgir através da conversão de figuras coloridas de "escala de cinza" (para a versão impressa que você não deve optar por cores na impressão) envie além de versões preto e branco utilizáveis de todas as ilustrações a cores.

As legendas das figuras

Certifique-se de que cada ilustração tem uma legenda. Fornecer legendas em separado, não ligado à figura. Uma legenda deve compreender um título breve (não na própria figura), bem como uma descrição da ilustração. Manter texto nas próprias figuras para um mínimo, mas explicar todos os símbolos e as abreviaturas utilizadas.

Tabelas

Número de tabelas consecutivamente de acordo com o seu aparecimento no texto. Coloque notas de rodapé nas tabelas abaixo do corpo da tabela e indicá-los com letras minúsculas sobrescritas. Evite regras verticais. Seja poupadão na utilização de tabelas e assegure que os dados apresentados nas tabelas não duplicaram os resultados descritos noutro local no artigo.

Citação no texto

Certifique-se que todas as referências citadas no texto também estejam presentes na lista de referências (e vice-versa). Todas as referências citadas no resumo devem ser dadas na íntegra. Resultados não publicados e comunicações pessoais não são recomendados na lista de referência, mas pode ser mencionada no texto. Se essas referências estão incluídas na lista de referências devem seguir o estilo da revista de referência padrão e deve incluir a substituição da data de publicação, quer com "resultados não publicados" ou "comunicação pessoal". Citação de uma referência como "in press" implica que o item foi aceito para publicação.

Referências em uma edição especial

Certifique-se de que as palavras "esta questão" são adicionados a quaisquer referências na lista (e quaisquer citações no texto) para outros artigos da mesma edição especial.

Software de gerenciamento de referências

Esta revista tem modelos padrão disponíveis em chave de referência de gerenciamento de pacotes EndNote (<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>) e Reference Manager (<http://refman.com/support/rmstyles.asp>). Usando plug-ins para os pacotes de processamento de texto, os autores só precisam selecionar o modelo da revista apropriado quando se prepara seu artigo e a lista de referências e citações será formatado de acordo com o estilo da revista, que é descrito abaixo.

Estilo de referência

Texto: Indique referências por número (s) entre colchetes, de acordo com o texto. Os autores reais podem ser referidos, mas devem ser sempre dado o número de referência (s).

Exemplo: "..... Como demonstrado [3,6] Barnaby e Jones [8] obtiveram um resultado diferente"

Lista: Número de referências (os números entre colchetes) na lista na ordem em que aparecem no texto.

Exemplos:

A referência a uma publicação do jornal:

[1] J. van der Geer, J.A.J. Hanraads, R.A. Lupton, A arte de escrever um artigo científico, *J. Sci. Commun.* 163 (2000) 51-59.

Referência a um livro:

[2] W. Strunk Jr., E.B. Branco, *The Elements of Style*, terceira ed., Macmillan, New York, 1979.

Referência a um capítulo em um livro editado:

[3] G. R. Mettam, L.B. Adams, Como preparar uma versão eletrônica do seu artigo, in: BS Jones, R.Z. Smith (Eds.), *Introdução à era eletrônica, E-Publishing Inc.*, New York, 1999, pp 281-304.

As referências devem ser numeradas na ordem em que eles aparecem pela primeira vez no texto e listadas em sequência numérica em uma folha separada. As referências devem ser citadas na íntegra na lista de referência, incluindo o título e os primeiros e últimos números de página. Na lista de referência, periódicos [1], livros [2], livros e multi-autor [3] devem estar de acordo com os seguintes exemplos:

1. J.F Briat, M. Dron, R. Mache, é a transcrição de planta superior cloroplastos operons ribossomais regulamentados pela rescisão prematura? *FEBS Lett.* 163 (1083) 1-5.

2. T. Bengochea, J.H. Dodds, protoplastos de plantas, Chapman & Hall, London, New York, 1986, pp 1-90.

3. H.J. Bohnert, E.J. Crouse, JM Schmitt, Organização e expressão de genomas plastidiais, em: B. Parthier, D. Boulter, (Eds.), *Encyclopedia of Plant Physiology*, Nova Série, vol. 14B, Springer Verlag, 1982, pp 475-530.

As abreviaturas dos títulos de periódicos devem seguir o sistema utilizado pelo Catálogo Serials International, edição de 1978 e suplementos.

O efeito do fogo na germinação de sementes e formação de plântulas de duas espécies pioneiras de floresta ripária

Vanessa Couto Soares

Laboratório de Botânica, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-graduação em Biologia

Vegetal, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Caixa Postal 549, Cidade Universitária, CEP. 79.070-900.

Campus de Campo Grande, Cidade Universitária, Campo Grande, Mato Grosso do sul, Brasil.

vamikami@yahoo.com.br

Edna Scremin-Dias

Laboratório de Botânica, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Caixa Postal 549, Cidade Universitária, CEP. 79.070-900. Campus de Campo Grande, Cidade Universitária, Campo Grande, Mato Grosso do sul, Brasil

edna-scremin.dias@ufms.br

Liana Baptista de Lima

Laboratório de Botânica, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Caixa Postal 549, Cidade Universitária, CEP. 79.070-900. Campus de Campo Grande, Cidade Universitária, Campo Grande, Mato Grosso do sul, Brasil

lianablaima@gmail.com

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do fogo na germinação e formação de plântulas das espécies ripárias *Sesbania virgata* e *Guazuma ulmifolia* var. *tomentosa*. Primeiramente as sementes foram submetidas a tratamentos térmicos em diferentes tempos de exposições: $65\pm5^{\circ}\text{C}$; $85\pm5^{\circ}\text{C}$; $105\pm5^{\circ}\text{C}$; $125\pm5^{\circ}\text{C}$; $145\pm5^{\circ}\text{C}$, durante 5, 10, 15 e 20 minutos; depois sementes processadas e aquelas mantidas nos frutos foram dispostas sobre a superfície (0cm) e enterrados a 2cm do solo foram submetidas ao fogo direto. Os resultados mostraram que nos tratamentos térmicos com o aumento do tempo de exposição, ocorreu a diminuição da porcentagem de emissão da raiz primária e plântulas normais para as duas espécies. No tratamento com fogo as sementes na superfície (0cm) foram mais de 90% inviabilizadas para as duas espécies e aquelas enterradas a 2 cm do solo, o fogo aumentou a porcentagem de emissão da raiz primária e plântulas normais para *S. virgata* e reduziu para *G. ulmifolia*. As sementes inseridas no fruto, o fogo não promoveu a germinação para as duas espécies. Os frutos exibiram relativa capacidade de isolamento térmico para as sementes, contudo o solo expressou maior eficiência na proteção das sementes contra o fogo.

Palavras-chave: diásporos, dormência, viabilidade, *Sesbania*, *Guazuma*

1. Introdução

As respostas das plantas aos impactos do fogo variam conforme a intensidade, a frequência e a duração dos incêndios (Silva [1]), afetando a sobrevivência das plantas, a reprodução, e ainda atuando sobre a dinâmica do banco de sementes (Hering e Jacques, [2]). As queimadas podem favorecer a reprodução sexuada de algumas espécies por facilitar a deiscência ou abertura de frutos ou infrutescência, possibilitando a liberação de sementes (Coutinho, [3]; Keely e Fortheringham, [4]; Cirne e Miranda [5] ou ainda ter o processo de germinação facilitado pelo fogo devido à proteção das sementes pelos frutos (Judd [6], [7]; Lamont et al. [8]). Em sementes armazenadas no banco de sementes do solo, o fogo é um distúrbio que pode estimular a germinação e subsequente recrutamento de plântulas para algumas espécies, por induzir diretamente a germinação de sementes dormentes ou promover a abertura de clareiras em vegetações fechadas iniciando o recrutamento de plântulas (Keely e Fortheringham [4]).

Estudos destacam que altas temperaturas durante o fogo podem influenciar significativamente a germinação das sementes, dependendo da espécie em questão, acelerando ou reduzindo a germinação, bem como inviabilizando as sementes (Ribeiro et al [9]; Auld e Denhan [10]; Schmidt et al [11]; Herranz et al. [12]; Rizzini [13]). Em sementes com tegumento rígido as altas temperaturas atingidas com a passagem do fogo podem estimular a germinação por induzir a ruptura dos revestimentos da semente, facilitando assim, a subsequente embebição e expansão da radícula (Herranz et al [14]). Em contrapartida, altas temperaturas podem prejudicar muitas atividades fisiológicas associadas ao crescimento e vigor de plântulas, a relação da água na células, o transporte de solutos, e o metabolismo em geral (Leone et al [15]). Um dos efeitos deletérios do fogo sobre sementes consiste em que o aumento da temperatura resulta em altas taxas de respiração, e plântulas que não são capazes de suprir as perdas de carbono via altas taxas de respiração, podem dessecar e morrer (Melo et al [16]).

No banco de sementes do solo a localização vertical das sementes no perfil do solo influencia as condições a que elas são submetidas durante o distúrbio, e, portanto, determina a relação do número de sementes mortas, germinação e persistência de sementes dormentes até o próximo distúrbio (Odion e Davis [17], Auld e Denham [18]). Como consequência, a distribuição vertical de sementes no perfil do solo pode afetar a magnitude da resposta germinativa pós distúrbio (Pickup et al. [19]), haja vista o solo

funcionar como isolante térmico. Durante a passagem do fogo, as propriedades de isolamento do solo resultam em queda rápida da temperatura com o aumento da profundidade (Bradstock e Auld [20], Neves e Miranda [21]; Odion e Davis [17]). Sementes enterradas em profundidades superiores a penetração do fogo, podem permanecer dormentes, ou germinarem, se localizadas até 5cm abaixo da superfície, enquanto sementes armazenadas na serrapilheira, perto da superfície do solo, as temperaturas podem ser letais e inviabilizar as sementes (Pickup et al. [19]; Auld e Denham [18]).

No Brasil, o Pantanal é a maior planície inundável do planeta e está inserida na Bacia do Alto Paraguai (Silva e Abdon [23]), em posição central na América do Sul permitindo ao longo de sua formação o encontro das províncias fitogeográficas da Amazônia, ao norte, do Cerrado para o Oriente, das Florestas Meridional ao Sul, e do Chaco no Ocidente, favorecendo grande variedade de tipos de vegetação (Adámoli [23]; Oliveira [24]) que pode sofrer ação do fogo nos períodos secos do inverno.

A região é marcada por períodos de inundação e secas sazonais que são comuns queimadas, devido a raios ou fogo de origem antrópica como ferramenta de manejo bastante utilizada no Pantanal (Crispim et al. [25]). Embora a utilização do fogo como elemento de manejo das áreas de savanas e campos naturais cause muita polêmica, o seu emprego em muitas regiões tropicais e subtropicais, especialmente naquelas caracterizadas por estação seca pronunciada, constitui uma realidade e prática bastante comum (Cardoso et al. [26]).

Investigações sobre efeitos do fogo na reprodução da vegetação do Pantanal são incipientes, especificamente relacionados aos mecanismos de estímulo da germinação e superação de dormência das sementes, nenhum trabalho foi conduzido até o momento. Este conhecimento básico é de extrema relevância para subsidiar a conservação das espécies e compreender a dinâmica de sua ocorrência diante dos eventos de fogo.

Algumas espécies, a exemplo de *Sesbania virgata* e *Guazuma ulmifolia* var. *tomentosa*, que estão amplamente distribuída no Pantanal, típicas de florestas ripárias, ocupando nichos distintos – campos alagados a primeira espécie e matas semidecíduas e ciliares a segunda -, o conhecimento sobre o efeito do fogo como facilitador ou não da germinação das sementes é importante para se compreender o processo de estabelecimento e regeneração natural destas plantas. A característica de *S. virgata* de ser pioneira revela estratégia da espécie em ocupar outros nichos ou formar populações adensadas, uma vez que seus propágulos podem germinar até mesmo em condições de

baixa ou nenhuma luminosidade (Souza et al. [27]). *G. ulmifolia* var. *tomentosa* possui sementes com dormência mecânica, frutos lenhosos, e está amplamente distribuída em áreas sujeitas ao fogo nos períodos secos de inverno do Pantanal.

Assim, neste trabalho é avaliado se o fogo é elemento facilitador do processo de germinação das sementes e formação de plântulas normais de *S. virgata* e *G. ulmifolia* var. *tomentosa*, após a sua passagem, bem como se as sementes protegidas pelos frutos fechados são capazes de se manter viáveis nestas condições.

2. Material e Métodos

2.1. As espécies

Duas espécies de populações naturais do Pantanal foram selecionadas: *S. virgata* (Cav.) Pers., Fabaceae, conhecida popularmente como sarazinho, mãe-josé e feijão-domo, distribui-se pelas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, além do Paraguai, Uruguai, e Argentina (Kissmann e Groth [28], Pott e Pott, [29]). No Pantanal ela é frequente, às vezes dominante em campos alagáveis, solos arenosos ou argilosos, sendo colonizadora de beira de estrada, pastagem degradada e lagoas que secam nos períodos de estiagem, a partir da germinação de sementes que passaram anos submersas (Pott e Pott, [29]). As sementes dessa espécie possuem tegumento impermeável, necessitando de escarificação para superação da dormência e obtenção de maior porcentagem de germinação (Veasey et al. [30]; Carpanezzi e Fowler [31]; Souza et al. [27], Silva et al [32]). Por apresentar sementes com alta longevidade (24 meses), favorece a formação de grandes bancos de sementes sendo citada como espécie tolerante ao fogo (Carpanezzi e Fowler, [31]; Pott e Pott [29]; Souza et al [27]; Vieira et al [33]).

A espécie *G. ulmifolia* var. *tomentosa* (Sterculiaceae), atualmente incluída em Malvaceae é popularmente conhecida por mutambo, chico-magro, fruta de macaco, embira e pau-de-pomba; se distribui na América tropical, do México ao Paraguai e Argentina e, no Brasil, corre em quase todo país, desde a Amazônia até o Paraná, principalmente em floresta latifoliada semidecídua (Lorenzi [34]). No Cerrado é muito frequente na mata não inundável, matas ciliares e solos arenosos do Pantanal; é pioneira, aumenta com a perturbação e coloniza beira de estrada, rebrota após o corte até de raiz (Pott e Pott, [28]). O fruto é capsular loculicida globosa, com cinco fendas estreitas, rimosas, lenhoso, coriácea, com superfície muricada, duro, seco (Sobrinho et al [35]). A semente dessa espécie possui tegumento impermeável, baixa germinação, o que contribui

para composição de bancos de sementes, necessitando de escarificação para superação da dormência e obtenção de maior porcentagem de germinação (Araújo Neto e Aguiar, [36]).

2.2. Coleta de sementes, beneficiamento e armazenamento

As sementes de 72 matrizes de *S. virgata* (Cav.) Pers e 13 matrizes de *G. ulmifolia* var. *tomentosa* foram coletadas em áreas naturais do Pantanal na Estrada Parque no Passo do Lontra, município de Corumbá, Mato Grosso do Sul, sob as coordenadas 19°48'14.1''S/ 57°91'40.9''W. Sementes não predadas por insetos foram retiradas manualmente dos frutos, armazenadas em sacos de papel em câmara fria a 17°C durante 30 dias.

Os lotes foram caracterizados quanto ao número de sementes por fruto (100 frutos por espécie), teor de água, germinação, emergência de plântulas e viabilidade por teste de tetrazólio.

2.3. Procedimentos para determinação do teor de água, e condução dos testes de germinação, emergência de plântulas e tetrazólio.

O teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa, seguindo o descrição em Brasil [37] utilizando 2 repetições de 15 sementes por espécie.

Para o teste de germinação em sementes de *S. virgata* foi utilizado como substrato rolo de papel germitex (3 folhas por rolo) umedecido uniformemente com 2,5 vezes o peso do substrato em água, com adição posterior de água quando necessário. Os rolos foram acondicionados em sacos de plástico e colocados em germinadores tipo B.O.D. regulados para os regimes de temperaturas alternadas de 20-30 °C, recomendação para *Sesbania exaltata* (Brasil [37]) e fotoperíodo de 12 horas, utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W), sob regime de luz branca, pois a mesma foi considerada fotoblástica neutra, de acordo com Souza et al. [27].

O teste de germinação em sementes de *G. ulmifolia* var. *tomentosa* foi conduzido em caixas de plástico tipo “gerbox”, contendo como substrato 2 folhas de papel mata-borrão umedecido 2,5 vezes o peso do papel em água, com adição posterior de água quando necessário. As caixas de plástico tipo “gerbox” foram acondicionados em sacos de plástico e colocados em germinador tipo B.O.D. regulado a 30 °C, sob regime de luz

branca, seguindo recomendação para a espécie que é fotoblástica positiva segundo (Araújo Neto et al. [38]).

Para cada espécie, foram instaladas 4 repetições de 50 sementes por tratamento e testemunhas. A avaliação do teste foi realizada diariamente até completar 45 dias após semeadura, contado-se as sementes com protrusão de raiz primária com no mínimo 2mm e as plântulas normais. Os resultados do teste de germinação foram expressos em porcentagem de emissão de raiz primária, de plântulas normais, anormais, sementes mortas e duras (Brasil, [37]). Com as contagens diárias da protrusão de raiz primária e de plântulas normais foram calculados o índice de velocidade de germinação (Maguire, [39]) e o tempo médio de germinação (Labouriau, [40]).

Segundo os Brasil(2009), foram consideradas normais as plântulas que apresentaram as estruturas essenciais, radícula e parte aérea (epicótilo, hipocótilo e cotilédones) bem desenvolvidas, completas, proporcionais e sadias, no qual, o sistema radicular fosse formado por raiz primária longa e delgada geralmente revestida por numerosos pelos absorventes e terminando numa extremidade afilada, e raízes secundárias produzidas dentro do período de duração do teste; a parte aérea formada por hipocótilo reto, geralmente delgado e alongado, e presença de dois cotilédones verdes e foliáceos. Ou ainda, se as plântulas apresentassem pequenos defeitos em suas estruturas essenciais seu desenvolvimento permanecesse satisfatório e equilibrado: sistema radicular com dano limitado ou com pequeno retardamento no crescimento, ou raiz primária deficiente, mas com raízes secundárias suficientemente bem desenvolvidas; parte aérea com hipocótilo com pequenas lesões que não atingissem os tecidos condutores; os cotilédones com danos limitados, se metade ou mais da área total do tecido ainda funcionar normalmente ou somente um cotilédone normal, nos dois casos, sem evidência de dano ou deterioração do ápice da parte aérea ou dos tecidos adjacentes.

Segundo Brasil[37] foram consideradas sementes mortas aquelas que permaneceram sem absorver água por um período mais longo que o normal e no final do teste com aspecto de sementes recém colocadas no substrato, isto é, não intumescida. Sementes mortas são as sementes que no final do teste não germinam, não estão duras, nem dormentes, e geralmente, apresentam-se amolecidas, atacadas por microrganismos e não apresentam nenhum sinal de início de germinação.

Para o teste de emergência de plântulas em casa de vegetação, para cada espécie, foram instaladas 4 repetições de 50 sementes por tratamento e testemunhas (controle, ácido e lixa). As sementes foram distribuídas sobre areia depositada em bandejas de

plástico. O substrato foi umedecido inicialmente com volume de água equivalente a 25% do seu peso e irrigadas 2 vezes ao dia por microaspersão. Foram realizadas contagens diárias a partir do surgimento das plântulas até 45 dias de semeadura, sendo considerada plântula emersa quando pelos menos 50% dos cotilédones de cada plântula estavam visíveis acima do substrato. Os resultados do teste de emergência foram expressos em porcentagem de emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência (calculado pela fórmula proposta por Maguire [39] e tempo médio (TM) (calculado de acordo com a fórmula apresentada por Labouriau [40].

Para o teste de tetrazólio foram avaliadas 2 repetições de 50 sementes por tratamento e testemunha (controle) para cada espécie. Em sementes de *S. virgata* foi utilizada metodologia adaptada de Camargo et al. [41]. As sementes, escarificadas com lixa, foram pré-acondicionadas em papel toalha umedecido com água destilada, e mantidas em caixas tipo gerbox, por 18 horas a 30 °C. Para coloração, foi retirada a membrana que envolve o embrião em seguida os embriões foram imersos em solução de tetrazólio a 0,5% por duas horas em BOD a 30°C ± 2 °C no escuro para coloração.

As sementes de *G. ulmifolia* var. *tomentosa* foram cortadas no lado oposto ao eixo do embrião, com cuidado para que não causasse danos físicos ao embrião, e imersas em solução de tetrazólio a 0,5% por 5 h a 30°C, seguindo metodologia adaptada de Piña-Rodrigues e Valentini [42].

Após a coloração, as sementes foram avaliadas e classificadas em viáveis ou inviáveis, sendo considerados embriões viáveis aqueles que ficaram completamente ou parcialmente coloridos (Brasil [37]). Embriões de cor branco leitosa ou com áreas brancas nas regiões do eixo hipocótilo-radícula e plúmula e aqueles de colorações não bem caracterizadas ou definidas e com estruturas essenciais flácidas ou não coloridas foram considerados inviáveis.

O teste de tetrazólio foi aplicado nas sementes do controle e após os tratamentos de fogo, ácido e lixa, antecedendo o teste de germinação. Ao final do teste de germinação nas sementes que não germinaram(duras) também foram submetidas ao teste, a fim de verificar sua viabilidade e a possível presença de dormência, sendo que, a porcentagem final foi calculada do total de sementes duras.

As sementes não tratadas (controle) foi considerada a testemunha para as duas espécies. A escarificação mecânica com lixa para as duas espécies foi realizada ao lado oposto ao eixo do embrião como forma de evitar danos ao embrião, com lixa número 100, seguindo recomendações de Brasil [37], Camargos et al. [41] e Silva et al.[32]. Para *G.*

ulmifolia var. *tomentosa* foi realizado escarificação em ácido sulfúrico a 95-98% durante 50 minutos seguindo recomendação de Neto e Aguiar [43]. Estes tratamentos oferecem informações valiosas sobre a viabilidade do lote de sementes e potencial máximo de germinação e são uma importante referência para comparar a eficácia de tratamentos térmicos em sementes na promoção da germinação (Herranz et al. [12]).

2.4. Tratamento térmico em estufa

As sementes de cada espécie foram dispostas em recipiente de alumínio (35cm x 25cm x 5cm) previamente aquecido e mantidas a 65±5°C; 85±5°C; 105±5°C; 125±5°C; 145±5°C, durante 5, 10, 15 e 20 minutos. Os tratamentos foram avaliados por teste de germinação, determinando-se também o teor de água antes e após cada tratamento, segundo procedimentos já descritos.

2.5. Tratamento com fogo

Para avaliar o efeito do fogo, duas amostras de sementes e uma de frutos de cada espécie foram depositadas num recipiente metálico, fundo, preenchido com solo seco peneirado em malha 55mm (Figura.1a). Como combustível para a queima, foi utilizada serrapilheira coletada abaixo da copa das árvores matrizes utilizadas para a coleta de sementes. Logo após a coleta, a serrapilheira foi desidratada em ambiente de laboratório, e, na data da execução dos tratamentos, a serrapilheira foi colocada em estufa a 60°C por 15 min (Fig.1b), objetivando secar e aquecer o material para facilitar a combustão. Todo o processo de queima foi conduzido ao ar livre.

Os lotes das sementes de *S. virgata* e *G. ulmifolia* var. *tomentosa* foram dispostos sobre a superfície do solo (0cm), e ou enterrados a 2cm de profundidade do solo (Fig.1c e 1d; Fig 2a). A 3cm de profundidade em todos os tratamentos foi colocado um filme plástico logo abaixo das sementes, e solo acima do filme plástico no tratamento a 0cm, ou solo acima das sementes no tratamento a 2cm, com a finalidade de facilitar a retirada das sementes junto com a fração da terra após a queima, evitando perda de sementes no restante do solo (Fig.1a e b e 2a). A camada de serrapilheira aquecida foi disposta sobre as sementes (0cm) ou sobre a terra (2cm). Foram usados 40g e 35 de serrapilheira nos tratamentos das sementes de *S.virgata* e *G.ulmifolia* var. *tomentosa*, respectivamente. O tratamento de queima seguiu Beutiling [44] adaptado, utilizando 55 ml de álcool em gel

colocado sobre a serrapilheira, circundando a área a ser queimada, permitindo a queima concomitante nas 4 extremidades a partir da periferia até a parte central do material vegetal contendo as sementes (Fig.2b, 2c). Em todos os experimentos a queima durou 5 minutos e, após esse período, foi obtida a temperatura em dois pontos na superfície e dois a 2 cm de profundidade, verificando a temperatura do solo imediatamente após o evento fogo (Fig.3a). Após este procedimento as amostras foram removidas e levadas ao laboratório para separação das sementes do substrato queimado(Fig.3b).

Os mesmos tratamentos foram aplicados com frutos das duas espécies, com exceção da utilização do filme plástico, sendo utilizados 350 frutos de *S. virgata* e 35 frutos de *G. ulmifolia* var. *tomentosa* suficientes para obtenção do número de sementes para os testes de germinação (Fig.3.c e d). O peso do material vegetal para combustão dos frutos, foi de 160 g para a *S. virgata* e 140g *G. ulmifolia* var. *tomentosa*, utilizando-se 80 ml de álcool em gel. Após a queima os frutos foram levados ao laboratório e separados das sementes.

2.6. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento do experimento dos tratamentos térmicos foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, num esquema fatorial de 5x4 para o tratamento em altas temperaturas, sendo 5 temperaturas e 4 períodos, totalizando 20 tratamentos para cada espécie. Para os tratamentos com fogo o delineamento foi inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. Os dados foram submetidas à análise de variância(ANOVA) e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

3. Resultados e Discussão

3.1. Caracterização inicial

Para *S. virgata* o número de sementes por fruto variou de 1 a 6 (média de 3,65 e desvio padrão de 0,97), predominando frutos com 3 a 4 sementes. Para os frutos de *G. ulmifolia* var. *tomentosa* o número de sementes por fruto variou de 16 a 84 (média de 51,83 e desvio padrão de 17,41), predominando frutos com 39 a 48 sementes.

3.2. Tratamentos térmicos em estufa

O teor de água inicial das sementes de *S.virgata*, foi reduzido gradualmente com o aumento da temperatura, chegando a 1,9% em sementes submetidas a $145\pm5^{\circ}\text{C}$ por 20 minutos (Tabela 1). Sementes escarificadas com lixa apresentaram a maior percentagem de emissão da raiz primária e de plântulas normais, e maior índice de velocidade de germinação (IVG) significativamente diferentes do controle e dos tratamentos térmicos ($p<0,001$), assim como o menor tempo médio(TM) (Tab.1), demonstrando ser um método eficiente para superação da dormência tegumentar e aumento da germinação. Para *G.ulmifolia var. tomentosa* o aumento da temperatura de exposição das sementes provocou redução gradual do teor de água, chegando a 2,3% em sementes expostas a temperatura de $145\pm5^{\circ}\text{C}$ por 15 min (Tab.2). O tratamento com ácido foi eficiente para aumentar a emissão de raiz primária e plântulas normais, IVG, diferindo significativamente do controle, lixa e das demais temperaturas (Tab.2). No entanto a escarificação com lixa reduziu a capacidade germinativa a menos de 2%.

O efeito dos tratamentos térmicos parecem diferir substancialmente entre espécies, e depende da intensidade e da duração do choque térmico (Keeley e Fotheringham, [4]). Para algumas espécies as altas temperaturas podem promover a germinação das sementes por contribuir com a ruptura do tegumento, ou pode retardar, bem como inviabilizar as sementes, dependendo da tolerância destas as temperaturas elevadas (Ribeiro et al. [9]; Auld e O'Connell, [45]; Bradstock et al., [46]; Mucunguzi e Oryem-Origa, [47]). De maneira geral, temperaturas superiores à 120°C reduzem significativamente a viabilidade de sementes de espécies ocorrentes em ambientes frequentemente sujeitos a queimadas, tais como em regiões de clima mediterrâneo (Hanley et al., [48]; Reyes e Trabaund, [49]), -nas savanas australianas (Hanley e Lamont, [50]; Williams et al., [51]) e africanas (Gashaw e Michelsen, [52]), porém neste estudo a diminuição da germinação e viabilidade ocorreu em temperaturas menores que 120°C . Para sementes de *S. virgata* a temperatura de $65\pm5^{\circ}\text{C}$ não diferiu significamente do controle ($p>0,05$), porém promoveu o aumento de 5% da emissão da radícula e 4% da formação de plântulas normais; apenas o período de 5 min diferiu do período de 10 min ($p<0,01$), 15 e 20 min ($p<0,05$) e dos demais tratamentos térmicos. As temperaturas apartir de $85\pm5^{\circ}\text{C}$, em todos os tempos de exposição, reduziu o potencial germinativo a

zero. Resultados semelhantes foram observados por Ribeiro et al. [9], *Anadenanthera macrocarpa* (Fabaceae) mostrou-se tolerante a temperatura de 60°C a 10 e 20min, porém a exposição a 40 mim e as temperaturas de 80°C e 100°C reduziram a emissão da raiz primária, e a exposição a 80°C por 20 min ou 100°C por 5 ou 10 min reduziu a germinação a zero. No entanto, Herranz et al. [12], avaliando sementes de sete espécies de Fabaceae do Mediterrâneo, descrevem que temperaturas de 90°C, 120°C e 150°C promoveram a germinação das espécies avaliadas, porém a 50°C, independente do período, não afetou a germinação das espécies, demonstrando que, em uma mesma família, as respostas das espécies aos tratamentos térmicos não seguem um padrão definido. A porcentagem de plântulas anormais do controle não diferiu estatisticamente($p>0,05$) das demais temperaturas, diferenciando apenas das sementes escarificadas com lixa ($p<0,05$) (Tab.1). Foi observado que a medida que sem aumentava a temperatura e o período de exposição reduzia-se a porcentagem de sementes duras e concomitantemente aumentavam as sementes mortas (Tab.1). As sementes do controle resultou na maior porcentagem de sementes duras, visto que a espécie tem dormência tegumentar, diferindo significativamente do tratamento com lixa ($p<0,001$) e dos demais tratamentos térmicos, exceto a $65\pm5^\circ\text{C}$ por 5 e 10 min($p>0,05$). Isso demonstra que na natureza as sementes da *S. virgata* pode tolerar está temperatura se mantendo viáveis após evento do fogo.

Para *G. ulmifolia* var. *tomentosa* os tratamentos térmicos reduziram a germinação das sementes não diferindo entre si dentro dos períodos e nem entre as diferentes temperaturas porém diferiram do controle, não sendo eficientes no rompimento do tegumento (Tab.2). Esse resultado não corrobora com trabalho conduzido com sementes desta mesma espécie proveniente do Cerrado conduzido por Ribeiro et al. [9], onde de 0% de germinação do controle apresentou aumento da porcentagem de emissão da raiz primária quando expostas a 100°C por 5 (18,5%) e 10 min (15%), indicando maior tolerância aos tratamentos térmicos, do que as sementes provenientes da população do Pantanal. O comportamento de uma espécie quanto à capacidade germinativa pode variar entre populações de acordo com a origem genética, relacionadas a planta-mãe, ou fatores ambientais (Maluf [53]). Esta autora observou grande variação nas características germinativas dentro e entre 11 populações da espécie *Senna multijuga*(Fabacea) em consequência de valores da herdabilidade serem mais altos atuando mais intensamente do que fatores ambientais. Entre as temperaturas, a maior porcentagem de sementes duras seguida da menor de sementes mortas foram encontradas no tratamento $65\pm5^\circ\text{C}$ por 5min que não diferiu do controle, do período de 10 min, e das temperaturas $85\pm5^\circ\text{C}$ por 5 e 10

min e $105\pm5^{\circ}\text{C}$ por 5 min, evidenciando que tempos de exposição menores conservou um número maior de sementes duras. Esses dados demonstram que os tratamentos térmicos foram prejudiciais às sementes por reduzirem a emissão da raiz primária, e consequentemente, a formação de plântulas normais, e a medida que se aumentou a temperatura e, consequentemente, o tempo de exposição, maior foi o prejuízo à viabilidade das sementes.

Frações das sementes com tegumento mole são responsáveis pela manutenção dos níveis da população de algumas espécies durante os períodos sem fogo, e explica o seu papel de colonizadoras em áreas com distúrbios como campos abandonados e lacunas na vegetação (Herranz et al [12]). Neste aspecto, enquanto a maior parte do banco de sementes pode ser adormente, estas espécies teriam uma porção que pode germinar prontamente, e estabelecer-se, na ausência de fogo (Westoby [54]). Enquanto outras espécies só germinam após a quebra do tegumento por escarificação natural ou calor (Pickup et al. 2003). Na natureza, alguns mecanismos já foram descritos, como eficientes na quebra da barreira tegumentar em Fabaceae e Malvaceae, a exemplo da oscilação de temperatura, a alternância de períodos secos e úmidos (Alencar [55]), assim pela ação de bactérias e outros microrganismos do solo, além da escarificação química que ocorre no trato digestivo de herbívoros (Pereiras et al. [56]). Este último pode estar relacionado ao fato do tratamento com ácido em *G. ulmifolia* resultar em maior taxa germinativa, visto que seu fruto é alimento apreciado por macacos (Pott e Pott, [28]).

3.3. Tratamentos com fogo

O fogo tem papel como um facilitador para a coexistência de árvores e gramíneas (Higgins et al. [57]; Sankaran et al. [58]), e seus efeitos imediatos sobre a vegetação dependem da intensidade, mas os efeitos a longo prazo dependem da freqüência do fogo e da época de ocorrência (Gill, [59]). Suas consequências podem influenciar a estrutura, biomassa, composição da vegetação (Miranda et al. [60]), reprodução de espécies - acelerando a taxa da germinação das sementes inseridas em frutos (Cirne e Miranda [5]), ou em espécies que formam banco de sementes armazenado no solo (Keeley, [61]), consequentemente promovendo o estabelecimento de plântulas Miyanishi e Kellman [62]-, ou reduzir a germinação (Ribeiro et al. 2012; Bradstock et al., 1994; Mucunguzi e Oryem-Origa, 1996), o que pode favorecer a reprodução assexuada por rebrota através de gemas (Hoffman [63]).

O teor de água das sementes de *S. virgata* dos tratamentos submetidos ao fogo não diferiram significativamente ($p>0,05$) do controle e escarificação com lixa (Tab.3). A emissão da raiz primária, plântulas normais e anormais, IVG e TM do tratamento sob fogo em frutos não diferiram do controle e do tratamento a 0cm. O número de sementes duras foi menor e consequentemente o de sementes mortas foi maior diferente significativamente do controle, mas não diferiu do tratamento a 0cm(Fig.4). O teste de tetrazólio revelou que a viabilidade das sementes no interior do fruto foi reduzida comparada ao controle, contudo o resultado foi melhor e diferente estatisticamente das sementes na superfície do solo(0cm) (Tab.3). Isto indica que o fruto dessa espécie preservou parte das sementes viáveis, apesar de não ocorrer estímulo significativo a germinação nesta condição.

As sementes de *G.ulmifolia* foram prejudicadas nos tratamentos com fogo. O teor de água não diferiu estatisticamente entre os tratamentos sob fogo, porém diferindo do controle (Tab.4). O ácido apresentou o melhor resultado comparado aos tratamentos sob fogo (Fig.4, 5, 6). Sementes no interior do fruto tiveram a emissão da raiz primária reduzida em 15% em comparação ao controle, apesar de não diferirem entre si, e as plântulas normais foram reduzidas em 20%, diferindo entre si. Seu resultado em comparação ao tratamento 0cm foi melhor e diferiram estatisticamente. A percentual de sementes mortas no tratamento com frutos aumentou em 39% comparado ao controle, diferindo deste, mas não diferiu do 0cm. Já o teste de tetrazólio mostrou que as sementes tiveram sua viabilidade reduzida em 39%, significativamente menor do que no controle, porém melhor resultado que o tratamento a 0cm.

Estes resultados para *S. virgata* e *G.ulmifolia* var. *tomentosa* indicam que os frutos podem ser capazes de fornecer relativa proteção térmica as sementes, mantendo sua viabilidade mesmo após ocorrer fogo no campo, protegendo-as para posterior período em que o ambiente favoreça a germinação. Trabalhos relatam a importância dos frutos para as sementes em áreas que sofrem influência do fogo. Cirne e Miranda [5] reportam efeitos positivos de queimadas na germinação de sementes de *Kielmeyera coriacea* (Clusiaceae), cujas sementes em frutos fechados coletados antes da queima não emitiram raiz primária em testes de laboratório, enquanto cerca de 70% das sementes coletadas de frutos que se abriram após a queimada, germinaram. Eles atribuem a diferença de germinação ao possível estágio incompleto de maturação das sementes no período anterior à queima, e a proteção efetiva oferecida pelo fruto. Judd [6] estudando quatro espécies de Myrtaceae,

chegou à conclusão que o isolamento térmico dos frutos capsulares, embora pequenos, é suficiente para manter as sementes viáveis após a queima.

A capacidade de isolamento dos frutos pode estar associada, principalmente, à espessura da parede, tamanho e conteúdo de água do fruto, sendo que frutos menores tendem a perder água mais rapidamente do que os maiores, aumentando mais rapidamente sua temperatura interna, e frutos úmidos e/ou com paredes mais espessas têm maior capacidade de isolamento para as sementes (Judd [7]). Provavelmente nos frutos das duas espécies estudadas, devido à característica de serem secos e lenhosos, a capacidade de isolamento térmico é relativamente efetiva pois cerca da metade ou mais das sementes avaliadas perderam a sua viabilidade. Mesmo assim, parte das sementes foi protegida se comparadas às sementes sob fogo na superfície (0cm).

Em se tratando de banco de sementes no solo, as temperaturas atingidas durante as queimadas são letais na superfície do solo para as sementes armazenadas na serrapilheira, enquanto que aquelas enterradas em profundidades superiores à penetração do fogo podem permanecer dormentes ou germinarem (Pickup et al. [19], Auld e Denham, [18]). O fogo causa o aquecimento do solo, mas, devido ao solo ser isolante térmico, a penetração de calor durante um incêndio é limitado a poucos centímetros superficiais (Bradstock e Auld [20]; Odion e Davis, [17]). A porcentagem de emissão de raiz primária e de plântulas normais nas sementes de *S.virgata* enterradas a 2cm foi maior e significativamente diferente do controle ($p<0,01$) e dos tratamentos sob fogo na superfície(1cm)($p<0,001$) e frutos($p<0,05$), sendo superior 14%, 19% e 12% para emissão da raíz primária, e para plântulas normais 12%, 14,5% e 10,5% respectivamente (Fig. 1), indicando que o calor promovido pelo fogo é um importante agente de superação da dormência para esta espécie. A exposição direta das sementes ao fogo na superfície da terra (0cm) reduziu o potencial germinativo a valor quase nulo (Fig.4), não diferindo do tratamento fruto-fogo, assim como reduziu a viabilidade das sementes, resultando na maior porcentagem de sementes mortas dentre os tratamentos, porém não significativamente diferente do fruto-fogo. Similarmente no trabalho de Mucunguzi e Oriem-Oryga [47] o fogo reduziu a germinação das sementes de duas espécies de acácia (Fabaceae), dispostas na superfície do solo, mas promoveu a germinação de sementes enterradas. A maior percentual de sementes duras foi observada na amostra controle, seguida das sementes enterradas a 2cm, não diferindo significativamente entre si, assim como o teste de tetrazólio revelou que após o fogo, as sementes enterradas a 2cm e o controle resultaram na maior porcentagem de sementes viáveis antes e ao final do teste

de germinação (Tab.3), revelando que o solo funciona como um bom isolante térmico para as sementes e mantém sua viabilidade após o fogo.

Os tratamentos sob fogo em sementes de *G. ulmifolia* var. *tomentosa* reduziram o potencial germinativo, não diferiram entre si com relação a emissão da raiz primária e formação de plântulas normais; e entre o controle, fruto-fogo e enterradas a 2cm não ocorreu diferença significativa também porém houve redução na emissão de raiz primária de 15,5% do controle para fruto-fogo; 13% para 2cm-fogo e 33% para 0cm-fogo. Enquanto que a porcentagem de plântulas normais do controle diferiram estatisticamente ($P<0,05$) do fruto-fogo e a 2cm-fogo sendo reduzidos em 20% (Fig.4). As sementes submetidas ao fogo na superfície (0cm) foram inviabilizadas, em quase 100%, não diferindo estatisticamente na porcentagem de sementes mortas da escarificação com lixa e do fruto-fogo (Fig.4). O maior percentual de sementes duras foi no controle e no tratamento enterrada a 2cm, indicando que elas eram dormentes, mas não mortas, não diferindo estatisticamente entre si. O teste de tetrazólio evidenciou que mais de 95% das sementes do controle e enterradas a 2cm permaneceram viáveis antes do teste de germinação e, das sementes duras obtidas ao final do teste de germinação (Tab.4), demonstrando efeito positivo do solo na manutenção da viabilidade das sementes. Resultado semelhante foi obtido para *Mimosa bimucronata* (Fabaceae) por Menezes e Rossi [64], que descrevem a redução para 0% na emissão da raiz primária das sementes, quando submetidas ao fogo na superfície do solo, contudo na profundidade de 2cm não foi afetada.

Na profundidade de 2cm, a temperatura entre 50 a 55°C não foi eficiente para promover o rompimento do tegumento e aumentar a taxa de germinação das sementes de *G. ulmifolia* var. *tomentosa*, contudo 90% das sementes se mantiveram viáveis nesta profundidade. Penman e Towerton [65] afirmam que entre 2 e 5 cm de profundidade raras às vezes é possível registrar temperaturas que induzem a germinação de espécies adaptadas a incêndios florestais. Por outro lado, Auld e Denham [18] encontraram maior porcentagem de plântulas de *Acacia suaveolens* (Fabaceae) e duas espécies de Grevillea (Proteaceae) emergidas na camada de 0-5cm do solo após passagem do fogo. Para as sementes de *S. virgata* enterradas na profundidade de 2cm o calor de 50 a 55°C foi eficiente para romper o tegumento e, assim, estimular a germinação, e ainda manter a viabilidade das sementes, evidenciando a função de isolante térmico do solo (Bradstock e Auld [20]). As consequências ecológicas dessas respostas da *S. virgata* podem mostrar a sua capacidade de germinar, preferencialmente, em resposta as sementes enterradas em

locais onde o aquecimento do solo poderá ser proveniente da passagem fogo sobre o banco de sementes ou abertura de um clareira a um grau maior do que em locais sombreados.

O fogo pode interferir na competição interespecífica e intraespecífica da vegetação. Ao remover a biomassa vegetal, promove o recrutamento de plântulas por aumento da luz e nutrientes (Parker e Kelly [66]) como avaliado por Miyanishi e Kellman [62] observaram para *Miconia albicans* (Melastomataceae) e *Clidemia sericea* (Melastomataceae), na Guatemala o fogo aumentou o estabelecimento de plântulas através da remoção da serrapilhiera e exposição do solo a luz, porém as plântulas são sensíveis ao fogo até (43 – 75 mm), e que as frequências do fogo devem ser longas o suficiente para que as plântulas desenvolvam resistência ao fogo. Em contrapartida o fogo prejudica o recrutamento de plântulas de algumas espécies como encontrado em Franco et al [67] para *Dalbergia miscolobium* (Fabaceae), o fogo é fator de mortalidade para as plântulas no primeiro ano de vida, porém após este período apresentam alta taxa de sobrevivência ao fogo; além disso, o fogo teria um efeito negativo direto no crescimento das plantas através da queima das folhas, mas que poderia ter um efeito positivo indireto através da diminuição da competição devido à redução na densidade de árvores (Hoffman [68]), eliminando espécies características do cerrado e sensíveis ao fogo como, *Emmotum nitens* (Icacinaceae), *Ocotea pomaderroides* (Lauraceae) e *Alibertia edulis* (Rubiaceae) (Hoffmann e Moreira,[69]), e se frequentes, anuais ou bienais, tendem a favorecer a dominância e expansão de algumas espécies herbáceas e subarbustivas em detrimento das espécies arbóreas modificando a estrutura da vegetação (Moreira [70], Gottsberger e Silberbauer-Gottsberger [71]; Castellani e Stubblebine [72]), afirmam que na fase inicial de uma sucessão florestal decorrente de uma perturbação por fogo pode favorecer o estabelecimento de espécies de plantas invasoras de pequeno porte e de árvores e arbustos secundários favorecido pelo aumento da luminosidade causado pela abertura de clareiras e este processo é complementado pela brotação de troncos e de raízes que resistiram ao fogo. A espécie *S. virgata* é bem comum na área ripária do Pantanal, e dominante, deve se não só ao seu banco de sementes no solo persistente em área submersa (Pott e Pott, [28]), e a germinação de sementes enterradas após passagem do fogo, mas capacidade moderada de competir com gramíneas e reabroto da cepa após fogo (Carpanezzi e Fowler, [31]), o que garanti a rápida ocupação do espaço após a perturbação (Kruger [73]; Whelan [74]). Para a *G. ulmifolia* var. *tomentosa* o banco de sementes se mostrou resistente ao fogo quando enterradas, porém as sementes não mostraram a germinação

significativamente estimuladas, dessa forma o mecanismo de rebrota favoreceria o seu estabelecimento mais rapidamente após o fogo do que via sementes, já que a planta aumenta com a perturbação, rebrota após o corte até de raiz (Pott e Pott, [28]).

A rebrota após a distúrbio antrópica ou natural é reconhecida como uma estratégia de estabelecimento de diferentes espécies e mecanismo comum na dinâmica natural de regeneração (Whitmore [75], Kinsman [76]). Hoffman [77] afirma que a vantagem da reprodução vegetativa em detrimento da sexuada vem do custo da produção, a prole proveniente da reprodução vegetativa atinge tamanhos maiores do que das plântulas da mesma idade e são mais resistentes a estresse ambiental, e a tolerância ao fogo seria atingida mais rápida pelos brotos do que pelas plântulas.

3.3.1. Dormência x tamanho das sementes

Considerando o tamanho reduzido das sementes, a temperatura do solo no qual a semente pequena é submetida ao aquecimento, a transferência de calor para a superfície da semente através do tegumento para embrião seria mais rápida nestas, se comparada às sementes maiores (Stephan et al. [78]), nas quais o centro se aquece mais lentamente que os tecidos externos (Butler e Dickinson [79]). A menor resistência ao calor apresentado pelas sementes de *G. ulmifolia* var. *tomentosa* pode estar relacionado ao seu menor tamanho, resultando no aquecimento mais rápido do tegumento e, consequentemente, do interior da semente. Entretanto, estudo de Hanley et al. [80] revela que esta relação pode ser controversa. Avaliando o efeito do choque térmico em sementes de oito espécies do oeste da Austrália, demonstraram que as espécies com sementes menores tiveram maior porcentagem de emissão da raiz primária após a exposição a temperaturas mais elevadas do que as espécies de sementes maiores. Contudo, estudos mais aprofundados neste assunto são necessários, abordando maior número de espécies de variados ecossistemas e habitats.

Por outro lado, além do tamanho da semente, a impermeabilidade do tegumento é importante para sementes no banco de sementes do solo, por ser a forma comum de limitação para germinar prontamente no período pós-fogo. A impermeabilidade do tegumento está normalmente associada à presença de uma ou mais camadas impermeáveis de células, dispostas em paliçada, com espessas paredes secundárias lignificadas, sendo os macroesclereídeos as células mais comuns (Baskin e Baskin, [81]). Por exemplo, em Fabaceae e Malvaceae a sua resistência a entrada de água é conferida

pela testa, que apresenta uma camada de células paliçádicas com paredes secundárias espessas e lignificadas, composta por células esclereídeos, impregnadas com substâncias de natureza hidrofóbicas péctitas e lignina (Cardoso, [82]). Além da impermeabilidade a água, estruturas que envolve o embrião podem interferir nas trocas gasosas. As sementes de *S. virgata* além do tegumento rígido é constituído por um endosperma espesso que envolve o embrião e tem um aspecto gelatinoso e semitransparente quando hidratado (Araújo et al [83]), o que lhe confere maior resistência as trocas gasosas para o embrião. O tegumento das sementes de *G. ulmifolia* var. *tomentosa* se mostrou menos duro a entrada de água visto que sua germinação no controle foi 33, 5%. Enquanto para as sementes de *S. virgata* sua germinação no controle foi quase nula.

3.4. Formação de plântulas

O aumento no número de plântulas anormais com estresse das altas temperaturas e o fogo foi evidenciado neste trabalho. Sementes que emitiam a raiz primária e não formavam plântulas normais dessecavam ou foram infectadas por microorganismos ou simplesmente mostraram alguma deformação no crescimento, sendo avaliadas como plântulas anormais baseado em Brasil [37].

Dentro do ciclo de vida das plantas com sementes, o recrutamento, o desenvolvimento e a sobrevivência das plântulas são eventos cruciais para o crescimento e/ou manutenção das populações, sendo que os fatores luz, temperatura e umidade estão entre os principais fatores que interferem no crescimento das plântulas (Melo et al.[16]). A temperatura é importante, devido as espécies estarem adaptadas a diferentes temperaturas, havendo uma ampla faixa ótima de temperatura em que pode ocorrer a germinação [31]. Blum e Sinmena [84] avaliando cultivares de trigo, afirmam que o estresse provocado por altas temperaturas reduz a eficiência da conversão das reservas do endosperma em tecidos da plântula, devido à grande perda de carboidratos pelo processo de respiração, e como as vias metabólicas são catalisadas por enzimas, tem sua ação afetada pela temperatura. Com isso, taxas de crescimento e acúmulo de matéria seca, além de diversos outros processos, irão variar com a temperatura, como a respiração que é extremamente responsiva à temperatura, restringindo o acúmulo de reservas, taxas de crescimento, e a própria sobrevivência da planta (Pedreira et al. [85]).

Sendo assim, altas temperaturas resultam em alta taxa de respiração na maioria das sementes, como também em plântulas, e aquelas que não são capazes de suprir a perda de carbono via altas taxas de respiração, terminam por dessecar (Melo et al. [16]), resultando em plântulas anormais ou mesmo inviabilidade da semente. Para as duas espécies estudadas, evidenciou que o estresse provocado pelos tratamentos térmicos e sob o fogo impediu o desenvolvimento normal de algumas plântulas, o que na natureza, pode influenciar no recrutamento e estabelecimento das espécies em ambiente pós-fogo.

4.5. Secagem das sementes

As sementes das duas espécies tiveram seus teores de água reduzidos com o aumento da temperatura nos tratamentos térmicos e dos períodos de exposição a valores críticos, resultando em maior porcentagem de sementes mortas. A redução do teor de água, no processo de secagem, ocorre através da movimentação da água decorrente de uma diferença de pressão e vapor d'água entre a superfície da semente a ser seca e o ar que a envolve (Andrade et al. [86]). Consequentemente, as sementes sofrem mudanças físicas, provocadas por gradientes de temperatura e umidade, que ocasionam expansão, contração e alterações na densidade e porosidade do tegumento (Garcia et al. [87]). De acordo com Marcos Filho [88] afirma o teor de água nas sementes é importante para a manutenção da integridade dos sistemas de membranas, pois sementes muitas secas, com teores de água inferiores a 11% são mais sensíveis a injúrias quando sujeitas à ambientes com diferentes potenciais hídricos das sementes e dos substratos, por ocorrer a entrada rápida de água nas sementes, ocasionando danos às membranas, ruptura da estrutura celular e a liberação de exsudados, como açucares, ácidos orgânicos, aminoácidos e etc., reduzindo o desempenho fisiológico das sementes. A lixiviação de solutos, ocorre devido à transição imediata da fase gel para líquido cristalino dos fosfolipídios da membrana, durante a embebição (Corrêa e Junior [89]), não havendo tempo hábil para a reorganização das membranas, de modo que, as membranas não conseguem agir como barreiras antilixiviação durante os estágios iniciais de embebição (Marcos filho [88]), aumentando a suscetibilidade à penetração de microrganismos (Carvalho e Nakagawa [90]). Nos tratamentos térmicos, onde a taxa de sementes mortas foi alta e sob fogo a 0cm e fruto-fogo, as sementes após embeberem em água no teste de germinação, provavelmente ocorreu danos nas membranas, e liberação de exudatos devido a diferença de potencial hídrico, pois sofreram infestação por microorganismos mais rapidamente do

que nos outros tratamentos testados. Ademais, houve redução da de plântulas normais evidenciando que o dano térmico pode, comprovado pela análise de germinação e pela presença de plântulas anormais, reduzir a porcentagem e a velocidade de germinação, prejudicando a viabilidade das sementes.

4. Conclusão

Nesta condição, em campo, para as sementes de *S. virgata* a passagem do fogo aumentará as taxas germinativas e recrutamento de plântulas e ainda haverá, no banco de sementes do solo, sementes resistentes ao fogo, aguardando condições propícias para germinarem. Para a *G. ulmifolia* var. *tomentosa* o efeito do fogo sobre as sementes foram prejudiciais, ocasionando inviabilidade das sementes, não sendo um mecanismo mais adequando para descrever a tolerância da espécie ao fogo. Contudo é possível que as sementes enterradas no solo ou encerradas nos frutos possam resistir à queimadas e manter um banco de sementes viável no solo.

5. Considerações finais

Tratamentos sob fogo em frutos e enterrados mantiveram as sementes viáveis para as duas espécies. O estímulo a germinação se deu no tratamento a 2cm para *S. virgata*. As altas temperaturas em estufa não foram eficientes na superação da dormência e estímulo a germinação para as duas espécies estudadas.

A secagem das sementes em altas temperaturas, nas condições estudadas, em geral, reduziu drasticamente o teor de água, próximo a valores críticos, para as duas espécies, aumentando a porcentagem de sementes mortas.

Os frutos das duas espécies funcionaram como protetores das sementes, visto que, mantiveram parte das sementes viáveis e a germinação foi acelerada em sementes de *S. virgata*.

Em geral o solo revelou ser um bom isolante térmico para as sementes das duas espécies por conservá-las viáveis em torno de 90% de sementes submetidas ao fogo enterradas a 2cm.

As sementes de *S. virgata* quando enterradas a 2cm ou no interior do fruto são mais tolerantes ao fogo do que as sementes de *G. ulmifolia* var. *tomentosa*.

As sementes que permaneceram duras (dormentes) após passagem do fogo, na verdade são aquelas que sobreviveram ao fogo e poderão germinar posteriormente. O que demonstra capacidade da espécie de sobreviver à passagem do fogo, mantendo no banco de sementes viáveis e dormentes.

Os efeitos protetores podem manter a viabilidade das sementes em momentos de estresse em ambiente natural, como a ocorrência de incêndios ou fogo antrópico, para posterior germinação e recrutamento, quando as condições ambientais estejam mais favoráveis.

6. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela bolsa concedida, ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Áreas Úmidas (INAU) pelo financiamento das coletas e equipamentos, ao laboratório de Sementes da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), aos professores Geraldo Damasceno e Arnildo Pott pelas dicas e ideias para o trabalho, e a todos do Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal - UFMS.

7. Referencias

- [1] V.F. Silva, A.T. Oliveira-Filho, N.Venturin, W.A.C. Carvalho, J.B.V. Gomes, Impacto do fogo no componente arbóreo de uma floresta estacional semidecídua no município de Ibituruna, *Acta Botanica Brasilica* 19 (2005) 701–716.
- [2] I. Heringer, A.V.A. Jacques, Adaptação das plantas ao fogo: enfoque na transição floresta – campo, *Ciência Rural* 31 (2001) 1085-1090.
- [3] L. M. Coutinho, Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. II - As queimadas e a dispersão de sementes em algumas espécies anemocóricas do estrato herbáceo subarbustivo, *Bol. Botânica Univ. S. Paulo* 5 (1977) 57-64.
- [4] J.E. Keely, C.J. Fotheringham, Role of fire in regeneration from seed. in: M. Fenner, (Ed.) *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*, CAB International, Oxon, U.K, 2000, 311-330.
- [5] P. Cirne, H.S. Miranda, Effects of prescribed fire on the survival and release of seeds of *Kielmeyera coriacea* (Spr.) Mart. (Clusiaceae) in savannas of Central Brazil, *Brazilian Journal of Plant Physiology* 20 (2008) 197-204.
- [6] T.S Judd, Seed survival in small myrtaceous capsules subjected to experimental heating, *Oecologia* 93 (1993) 576-581.
- [7] T.S. Judd, Do small Myrtaceous seed-capsules display specialized insulating characteristics which protect seed during fire? *Ann. Bot.* 73 (1994) 33-38.
- [8] B.B. Lamont, D.C. Le Maitre, R.M. Cowling, N.J. Enright, Canopy seed storage in woody plants, *Botanical Review* 57 (1991) 277-317.
- [9] L. C. Ribeiro, M. Pedrosa, F. Borghetti, Heat shock effects on seed germination of five Brazilian savanna species, *Plant Biology* 15 (2012) 1-6.
- [10] T.D. Auld, A.J. Denham, How much seed remains in the soil after a fire?, *Plant Ecology* 187 (2006) 15 -24.
- [11] I.B. Schmidt, A.B. Sampaio, F. Borghetti, Efeitos da época de queima sobre a reprodução sexuada e estrutura populacional de *Heteropterys pteropetala* (Adr Juss.) Malpighiaceae em áreas de Cerrado sensu stricto submetidas a queimas bienais, *Acta Botanica Brasilica* 19 (2005) 927–934.
- [12] J.M.H. Herranz, P. Ferrandis, J.J. Martinez-Sánchez, Influence of heat on seed germination of seven Mediterranean Leguminosae species, *Plant Ecology* 136 (1998) 95-103.
- [13] C.T. Rizzini, Influência da temperatura sobre a germinação de diásporos do Cerrado. *Rodriguésia* 41(1976) 341–383.

- [14] T.D. Auld, A.J. Denham, How much seed remains in the soil after a fire? *Plant Ecology* 187(2006)15–24.
- [15] A. Leone, C. Perrotta, B. Maresca. Plant tolerance to heat stress: current strategies and new emergent insightin: L. S. di Toppi, B. Pawlik-Skowronska (Ed.), *Abiotic stresses in plants*, Kluver Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 2003, pp 1-22.
- [16] F.P.L Melo, A.V.A. Aguiar Neto, M. Tabarelli, Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: A.G. Ferreira, F. Borghetti, *Germinação: do básico ao aplicado*, Porto Alegre: Artmed, 2004, pp. 238-250.
- [17] D.C. Odion, F.W. Davis, Fire, soil heating, and the formation of vegetation patterns in Chaparral, *Ecol. Monogr.*, 70 (2000) 149–69.
- [19] M. Pickup, K.L. McDougall, R.J. Whelan, Fire and flood: Soil-stored seed bank and germination ecology in the endangered Carrington Falls Grevillea (*Grevillea rivularis*, Proteaceae), *Austral Ecology* 28 (2003) 128–136.
- [20] R.A. Bradstock, T.D. Auld, Soil temperatures during experimental bushfires in relation to fire intensity: consequence for legume germination and fire management in south-eastern Australia, *J. Appl. Ecol.* 32 (1995) 76–84.
- [21] B.M.C Neves, e H.S. Miranda, Efeitos do fogo no regime térmico do solo de um campo sujo de Cerrado. In: Miranda, H.S.; Saito, C.H. e Dias, B.F.S. (Orgs.), *Impactos de Queimadas em Áreas de Cerrado e Restinga*, Universidade de Brasília, Brasília, 1996, p. 20-30.
- [22] J.S.V. Silva, M.M. Abdon, Delimitação do Pantanal Brasileiro e Suas Sub-Regiões, *Pesq. Agropec. Bras.* 33 (1998) 1703-1711.
- [23] J. Adámoli, O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os Cerrados. Discussão sobre o conceito de “Complexo do Pantanal”, in: *Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica*, Teresina, 1982, pp. 109-119.
- [24] A.K.M. Oliveira, Pantanal – origens e características gerais, in: A.K.M. Oliveira, S.J.A. Garnés, S. Favero, Ed. Meio ambiente e produção interdisciplinar: sociedade, natureza e desenvolvimento, Campo Grande, 2008, pp. 11-25.
- [25] S. M. A. Crispim, B. M. A. Soriano, Regeneração de Espécies Herbáceas Nativas Pós-queima em Área de Reserva, Sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS. Circular técnica, 2003.
- [26] E. L. Cardoso, S. M.A. Crispim, W. B. Júnior, Efeitos da Queima na Produção e Valor Nutritivo da Matéria Seca em Área de *Andropogon bicornis*, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, EMBRAPA, 2003, pp. 1517-1981

- [27] V. C. de Souza, P. F. M. Agra, L. A. de Andrade, I. G. de Oliveira, L. S. de Oliveira, Germinação de sementes da invasora *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. sob efeito de luz, temperatura e superação de dormência, Semina: Ciências Agrárias 31 (2010) 889-894.
- [28] K.G. Kissmann, D. Groth, Plantas infestantes e nocivas, Tomo II, ed. BASF, São Paulo, 1999, pp. 947-950.
- [29] A. Pott, V.J. Pott, Plantas do Pantanal, ed. Embrapa, Brasília, 1994.
- [30] E.A. Veasey, J.C.T. Freitas, E.A. Schammass, Variabilidade da dormência de sementes entre e dentro de espécies de *Sesbania*, Scientia Agrícola 57 (2000) 299-304.
- [31] A.A. Carpanezzi, J.P.A Fowler, Quebra da dormência tegumentar de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., Colombo: Embrapa, 1997, p.1-2. (Comunicado Técnico, 14).
- [32] P. E. de M. Silva, E. F. Santiago, D. de M. Daloso, E. M. da Silva, J. O. Silva, Quebra de dormência em sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., Idesia 29 (2011) 39-45.
- [33] B. de C. Vieira, S.M.S. Oliveira, F.A.O. Silveira, Efeito da luz e escarificação na germinação de *Sesbania virgata* (Fabaceae) sob condições artificiais de armazenamento, in: Congresso de Ecologia do Brasil, 8, 2007, Caxambu- MG. Anais, Caxambu-MG: SBE, 2007, pp.1-2.
- [34] H. Lorenzi, Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, Ed Plantarum, Nova Odessa, 2002, p. 343.
- [35] S. de P. Sobrinho, A. G. de Siqueira, Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam. – Sterculiaceae), Revista Brasileira de Sementes, 30 (2008) 114-120.
- [36] J.C. Araújo Neto, I.B. Aguiar, Germinative pretreatments to dormancy break in *Guazuma ulmifolia* Lam. Seeds, Scientia Forestalis 58 (2000) 15-24.
- [37] Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009, p. 399.
- [38] J. C. A. Neto, I.B. de Aguiar, V.M. Ferreira, T.de J.D. Rodrigues, Temperaturas cardeais e efeito da luz na germinação de sementes de mutamba, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 6 (2002) 460-465.
- [39] J.D. Maguire, Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor, Crop Science 2 (1962) 176-177.
- [40] L. F. G. Labouriau, A Germinação de sementes, Washington: Organização dos Estados Americanos, 1983, 174p.

- [41] V. N. Camargos, M. L. M. de Carvalho, D. V. de Araújo, F. H. L. Magalhães, Superação da Dormência e Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de *Sesbania virgata*, Ciênc. Agrotec. 32 (2008) 1858-1865.
- [42] F.C.M. Piña-Rodrigues, S.R.T. Valentini, Aplicação do teste de tetrazólio em sementes, in: Instituto Florestal, Manual técnico de sementes florestais, São Paulo, 1995. pp. 61-73. (Série registros, 1).
- [43] J.C. Araújo Neto, I.B. Aguiar, Germinative pretreatments to dormancy break in *Guazuma ulmifolia* Lam. Seeds, Scientia Forestalis 58 (2000) 15-24.
- [45] T.D. Auld, e M.A. O'Connell, Predicting patterns of post-fire germination in 35 eastern Australian Fabaceae, Australian Journal of Ecology 16 (1991) 53-70.
- [46] Bradstock R.A., Gill A.M., Hastings S. M. e MOORE P.H.R. 1994. Survival of serotinous seedbanks during bushfires: comparative studies of Hakea species from southeastern Australia. Australian Journal of Ecology 19: 276–282
- | [47] P. Mucunguzi, H. O-riem-oryga, 1995. Effects of heat and fire on the germination of *Acacia sieberiana* DC and *Acacia gerrardii* Benth. in Uganda. Journal of Tropical Ecology 12: 1-11.
- [48] M.E Hanley, M. Fenner, G. Ne'eman, Pregermination heat shock and seedling growth of fire-following Fabaceae from four Mediterranean-climate regions. Acta Oecologica 22(2001).315-320
- [49] O. Reyes, L. Trabaud, Germination behaviour of 14 Mediterranean species in relation to fire factors: smoke and heat, Plant Ecology 202(2009) 113-121.
- [50] M.E. Hanley, B.B. Lamont, Heat pre-treatment and the germination of soil- and canopy-stored seeds of south-western Australian species. Acta Oecologica 21(2000) 315-321.
- [51] P.R.Williams, R.A. Congdon, A.C. Grice, P.J. Clarke, Fire-related cues break seed dormancy of six legumes of tropical eucalypt savannas in north-eastern Australia. Austral Ecology 30 (2005) 79-9.
- [52] M. Gashaw, A. Michelsen, Influence of heat shock on seed germination of plants from regularly burnt savanna woodlands and grasslands in Ethiopia, Plant Ecology 159(2002) 83-93.
- [53] A.M. Maluf, Estudo da herdabilidade de capacidade germinativa e da dormência de sementes de *Senna multijuga*. Pesq. agropec. bras. 28 (1993) 1417-1423.
- [57] S. I. Higgins, W. J. Bond e W. S. W. Trollope. 2000. Fire, resprouting and variability: a recipe for grass-tree coexistence in savanna. Journal of Ecology 88:213–229.
- [58] M. Sankaran, J. Ratnam, e N. P. Hanan, Tree-grass coexistence in savannas revisited: insights from an examination of assumptions and mechanisms invoked in existing models, Ecology Letters 7 (2004) 480–490.

- [59] A. M. Gill, Fire and the Australian flora: a review, *Australian Forestry* 38 (1975)4–25.
- [60] H.S. Miranda, M.M.C. Bustamante, A.C. Miranda.. The fire factor. in: P.S.Olivera and R.J. Marquis, editors. *The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, New York, New York, USA, 2002, pp. 51-68
- [62] K. Miyanishi, M. Kellman, The role of fire in the recruitment of two neotropical savanna shrubs, *Miconia albicans* and *Clidemia sericea*, *Biotropica*, 18(1986) 3 224-230.
- [63] W.A. Hoffmann, The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna, *Journal of Ecology* 84(3)(1996) 383– 393.
- [64] L.C.C.R. de Menezes e M.N. Rossi, Seed germination after fire: a study with a plant inhabiting non-fire-prone areas, *International Journal of Exp. Botany* 80 (2011)153-160.
- [66] Parker, V.T. e Kelly, V.R. Seed banks in California chaparral and other Mediterranean climate shrublands. In: Leck, M.A.,Paker, V.T. e Simpson, R.T. (eds.) *Ecology of seed banks*. pp. 232–255. Academic Press, San Diego, CA, US. 1989.
- [67] A.C. Franco, M.P. Souza, e G.B. Nardoto, Estabelecimento e crescimento de *Dalbergia miscolobium* Benth. em áreas de campo sujo e cerradão no DF. In *Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga*.Brasília, DF, 1996, p.84-92.
- [68] W.A. Hoffmann, Direct and indirect effects of fire on radial growth of cerrado savanna trees, *Journal Tropical Ecology* 18(1)(2002) 137–142.
- [69] Hoffmann, W.A. & Moreira, A.G. 2002. The role of fire in population dynamics of woody plants. Pp. 159-177. In: Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. (Eds.). **Cerrados of Brazil**. New York, Columbia University Press.
- | [70] A.G. Moreira, Effects of fire protection on savanna structure in central Brazil. *Journal of Biogeography* 27(2000)1021-1029.
- [71] Gottsberger, G. & Silberbauer-Gottsberger, I. 2006. Life in the cerrado: a South American tropical seasonal vegetation. Vol. 1. origin, structure, dynamics and plant use. Reta Verlag. 277p. Livro impress.
- [72] T.T. Castellani, e W.H. Stubblebine, Sucessão secundária em mata tropical mesófila após perturbação por fogo, *Revista Brasileira de Botânica* 16 (1993)181-203.
- [73] F.J. Kruger, Effects of fire on vegetation structure and dynamics, in: *Ecological effects of fire in South African ecosystems* (P.V. Booyens & N.M. Tainton, eds.). Springer-Verlag, Berlin, 1984, p.220-243.
- [74] J. Whelan, 1995. *The ecology of fire*. Cambridge University Press, Cambridge.

- [75] T.C. Whitmore, Canopy gaps and two major groups of forest trees, *Ecology* 70 (1989) 536-538.
- [76] S. Kinsman, Regeneration by fragmentation in tropical montane forest shrubs, *American Journal of Botany* 77 (1990) 1626-1633.
- [77] W.A. Hoffmann, Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction, *Journal of Applied Ecology* 35(3) (1998) 422–433.
- [78] K. Stephan, M. Miller, M. B. Dickinson, First-order Fire effects on herbs and shrubs: Present knowledge and process modeling needs, *Fire Ecology* 6 (2010) 95-114.
- [79] B.W., Butler, M.B. Dickinson, Tree injury and mortality in fires: developing process-based models, *Fire Ecology* 6 (2010): 55-79.
- [80] M.E. Hanley, Seed size and germination response: a relationship for fire-following plant species exposed to thermal shock, *Oecologia* 134 (2003) 18-22.
- [81] BASKIN, C.C. e BASKIN, J.M. 1998. Seeds Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academic Press, California. 666p.
- [82] V.J.M. Cardoso, Dormência: estabelecimento do processo, in: A.G. Ferreira, F.E. Borghetti, Germinação: do Básico ao Aplicado, Porto Alegre, Artmed, 2004, pp. 97-108.
- [83] E. C. de Araújo, A.V.R. Mendonça; D. G. Barroso, K. R. Lamônica, R. F. da Silva, Caracterização morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., *Revista Brasileira de Sementes*, 26 (2004)105-110.
- [84] A. Blum, B. Simena, Wheat seed endosperm utilization under heat stress and its relation to thermotolerance in the autotrophic plant, *Field Crops Research* 37 (1994) 185 – 191.
- [85] C.G.S Pedreira, L.G Nussio, S.C. da Silva, Condições Edafo-climáticas para Produção de *Cynodon* spp, in: Anais do 15º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. FEALQ,1998, p. 85-113,
- [86] E.T. de Andrade, P.C. Correa, L.P. Teixeira, R. G. Pereira, J. de F. Calomeni, Cinética de secagem e qualidade de sementes de feijão, *Engevista* 8 (2006) 83-95.
- [87] D.C. Garcia, A.C.S.A. Barros, S. T. Peske, N. L. de Menezes, A secagem de sementes, *Ciência Rural* 34 (2004) 603-608.
- [88] J. Marcos Filho, *Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas*, Piracicaba: Fealq, 12, 2005.
- [89] P.C. Corrêa, P.C.A. Júnior, Uso do teste de condutividade elétrica na avaliação dos danos provocados por diferentes taxas de secagem em sementes de feijão, *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* 1 (1999) 21-26.

- [90] N.M. Carvalho, J. Nakagawa, Sementes: ciência, tecnologia e produção. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988.

Anexos



Fig.1.a) Recipiente metálico, fundo, preenchido com solo seco onde foi realizado os experimentos; **b)** Serrapilheira colocada em estufa a 60°C por 15 min; **c)** Sementes de *G. ulmifolia* var. *tomentosa* dispostas sobre a superfície da terra (0cm), e enterradas a 2cm de profundidade do solo sob filme plástico (**d**).



Fig. 2.a) Filme plástico posicionado abaixo das sementes de *S.virgata* com solo sendo colocado acima das sementes no tratamento a 2cm; **b)** Álcool em gel sobre a serrapilheira, circundando a área a ser queimada do material vegetal; **c)** Queima de material vegetal sobre as sementes.



Fig.3.a) Medição das temperaturas do solo após o fogo; **b)** Separação de sementes de *G.ulmifolia* var. *tomentosa* do solo após o tratamento com fogo; **c)** Material vegetal sobre os frutos de *G.ulmifolia* var. *tomentosa*; **d)** Após a queima dos fruto de *G.ulmifolia* var. *tomentosa*

Anexos

Tabela 1. Resultado da determinação do teor de água, teste de germinação em sementes de *S. virgata* não tratadas (controle), escarificadas com lixa (lixa) e submetidas a altas temperaturas por diferentes períodos.

Tratamentos	Teste de Germinação																		
	Teor de água (%)		% Emissão da radícula		Plântulas normais		Plântulas anormais		Sementes duras		Sementes mortas		Índice de velocidade		Tempo médio (dias)				
Média	*D.P																		
Controle	19,1	1,3	5,5 b		3,0 b		2,5 a		86,0 b		8,5 a		0,4 c		0,2 c		40,7 b		29,4 b
Lixa	19,1	1,3	98,0 a		89,5 a		8,5 bc		0,0 a		2,0 ac		47,2 a		19,8 a		4,2 a		9,3 a
65±5°C-5min	17,6	0,4	10,5 bd		7,0 bc		3,5 ac		72,5 bd		17,0 ac		1,6 c		0,6 c		22,3 b		28,2 b
65±5°C-10min	16,2	4,1	2,5 bef		1,5 bd		1,0 a		73,5 bd		24,0 ad		0,2 c		0,0 c		21,8 b		0,0 a
65±5°C-15min	13,9	2,4	4,0 bef		0,0 bd		4,0 ac		60,0 cd		36,0 bde		0,4 c		0,0 c		25,3 b		0,0 a
65±5°C-20min	13,4	2,1	3,0 bef		0,5 bd		2,5 a		54,0 cde		43,0 be		0,4 c		0,0 c		13,4 b		5,0 a
85±5°C-5min	11,9	0,7	0,0 cf		0,0 bd		0,0 a		49,5 c		50,5 be		0,0 c		0,0 c		0,0 a		0,0 a
85±5°C-10 min	11,5	1,6	0,0 cf		0,0 bd		0,0 a		35,5 c		64,5 bg		0,0 c		0,0 c		0,0 a		0,0 a
85±5°C-15min	10,5	1,6	0,0 cf		0,0 bd		0,0 a		33,0 c		67,0 bg		0,0 c		0,0 c		0,0 a		0,0 a
85±5°C-20min	10,3	0,1	0,0 cf		0,0 bd		0,0 a		27,0 c		73,0 bg		0,0 c		0,0 c		0,0 a		0,0 a
105±5°C-5 min	11,3	0,3	0,0 cf		0,0 bd		0,0 a		24,0 c		76,0 bg		0,0 c		0,0 c		0,0 a		0,0 a
105±5°C-10 min	10,0	0,5	0,0 cf		0,0 bd		0,0 a		0,5 a		99,5 b		0,0 c		0,0 c		0,0 a		0,0 a
105±5°C-15 min	10,7	0,3	0,0 cf		0,0 bd		0,0 a		0,0 a		100,0 b		0,0 c		0,0 c		0,0 a		0,0 a
105±5°C-20 min	8,9	3,0	0,0 cf		0,0 bd		0,0 a		2,0 a		98,0 b		0,0 c		0,0 c		0,0 a		0,0 a
125±5°C-5min	9,5	0,1	0,0 cf		0,0 bd		0,0 a		0,0 a		100,0 b		0,0 c		0,0 c		0,0 a		0,0 a
125±5°C-10min	7,6	0,1	0,0 cf		0,0 bd		0,0 a		0,0 a		100,0 b		0,0 c		0,0 c		0,0 a		0,0 a
125±5°C-15min	6,8	0,3	0,0 cf		0,0 bd		0,0 a		0,0 a		100,0 b		0,0 c		0,0 c		0,0 a		0,0 a
125±5°C-20min	3,0	3,0	0,0 cf		0,0 bd		0,0 a		0,0 a		100,0 b		0,0 c		0,0 c		0,0 a		0,0 a
145±5°C-5min	3,7	2,2	0,0 cf		0,0 bd		0,0 a		0,0 a		100,0 b		0,0 c		0,0 c		0,0 a		0,0 a
145±5°C-10min	3,3	0,4	0,0 cf		0,0 bd		0,0 a		0,0 a		100,0 b		0,0 c		0,0 c		0,0 a		0,0 a
145±5°C-15min	2,5	0,2	0,0 cf		0,0 bd		0,0 a		0,0 a		100,0 b		0,0 c		0,0 c		0,0 a		0,0 a
145±5°C-20min	1,9	0,9	0,0 cf		0,0 bd		0,0 a		0,0 a		100,0 b		0,0 c		0,0 c		0,0 a		0,0 a

*Desvio padrão; médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Resultado da determinação do teor de água, teste de germinação em sementes de *G.ulmifolia* var. *tomentosa* testemunha (controle), escarificadas com lixa (lixa), com ácido (ácido), e submetidas a temperaturas altas por diferentes períodos.

Tratamentos	Teste de Germinação										
	Teor de água (%)			% Plântulas normais		% Plântulas anormais		Índice de velocidade		Tempo médio (dias)	
	Média	*D.P	Emissão da raiz primária	Sementes duras	Sementes mortas	Emissão da raiz primária	Plântulas normais	Emissão da raiz primária	Plântulas normais		
Controle	30,8	1,6	33,5 b	33,5 b	0,0 a	32,0 b	34,5 a	2,0 b	1,4 b	48,0 a	56,6 a
Ácido	30,8	1,6	69,5 a	55,5 a	14,0 a	2,0 a	28,5 a	12,8 a	7,6 a	14,9 b	17,7 b
Lixa	30,8	1,6	1,5 c	1,5 c	0,0 a	0,0 a	98,5 b	0,4 b	0,0 b	3,5 b	24,0 b
65±5°C-5min	12,2	0,1	3,0 c	2,5 c	0,5 a	37,0 bc	60,0 cd	0,2 b	0,2 b	12,0 b	7,0 b
65±5°C-10min	10,3	0,1	1,0 c	0,0 c	1,0 a	20,5 bd	78,5 ce	0,2 b	0,0 b	7,0 b	0,0 b
65±5°C-15min	8,6	4,7	0,0 c	0,0 c	0,0 a	11,5 ad	88,5 beg	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
65±5°C-20min	7,3	0,0	0,5 c	0,5 c	0,0 a	8,0 ad	91,5 be	0,0 b	0,0 b	4,0 b	5,0 b
85±5°C-5min	10,5	0,0	2,0 c	0,5 c	1,5 a	34,5 b	63,5 c	0,2 b	0,0 b	20,8 b	5,5 b
85±5°C-10 min	9,8	0,1	1,0 c	1,0 c	0,0 a	33,0 b	66,0 c	0,2 b	0,2 b	7,0 b	10,0 b
85±5°C-15min	8,5	0,6	0,0 c	0,0 c	0,0 a	5,5 a	94,5 bf	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
85±5°C-20min	7,1	0,2	0,0 c	0,0 c	0,0 a	2,0 a	98,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
105±5°C-5 min	8,9	1,4	0,0 c	0,0 c	0,0 a	28,0 b	72,0 cg	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
105±5°C-10 min	8,0	1,0	0,0 c	0,0 c	0,0 a	5,0 a	95,0 bf	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
105±5°C-15 min	7,8	1,1	0,0 c	0,0 c	0,0 a	10,5 a	89,5 bf	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
105±5°C-20 min	6,1	1,3	0,0 c	0,0 c	0,0 a	11,0 a	89,0 bf	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
125±5°C-5min	7,4	0,5	0,0 c	0,0 c	0,0 a	2,0 a	98,0 bf	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
125±5°C-10min	5,1	0,1	0,0 c	0,0 c	0,0 a	3,0 a	97,0 bf	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
125±5°C-15min	2,8	0,2	0,0 c	0,0 c	0,0 a	2,0 a	98,0 bf	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
125±5°C-20min	2,8	0,5	0,0 c	0,0 c	0,0 a	3,5 a	96,5 bf	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
145±5°C-5min	6,6	0,3	0,0 c	0,0 c	0,0 a	3,0 a	97,0 bf	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
145±5°C-10min	5,2	0,8	0,0 c	0,0 c	0,0 a	4,0 a	96,0 bf	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
145±5°C-15min	2,3	0,9	0,0 c	0,0 c	0,0 a	2,5 a	97,5 bf	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
145±5°C-20min	2,5	0,5	0,0 c	0,0 c	0,0 a	2,0 a	98,0 bf	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b

*Desvio padrão; médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Resultado da determinação do teor de água, e do teste do tetrazólio realizado antes e ao final do teste de germinação (exceto as sementes escarificadas com lixa) e não resultaram em sementes duras), das sementes de *S. virgata* testemunha (controle), escarificadas com lixa(lixa), frutos submetidos ao fogo (fruto-fogo), sementes submetidas ao fogo sobre a superfície (0cm-fogo) e enterradas a 2cm (2cm-fogo).

Tratamentos	Teste de Germinação		Tetrazólio (%)			
	Média	*D.P	Antes	Inviável	Final	Inviável
Controle	19,1 a	1,3	95,0 a	5,0 a	97,0 a	3,0 a
**Lixa	19,1 a	1,3	95,0 a	5,0 a	-	-
Fruto-fogo	13,7 a	3,4	55,0 b	45,0 b	68,0 b	32,0 b
0 cm-fogo	16,5 a	1,4	7,0 c	93,0 c	23,0 c	77,0 c
2 cm-fogo	18,2 a	2,5	97,0 a	3,0 a	96,0 a	4,0 a

*Desvio padrão; ** No tratamento com lixa não foi realizado o tetrazólio no final;

***Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Resultado da determinação do teor de água, e do teste do tetrazólio realizado antes e ao final do teste de germinação (exceto as sementes escarificadas com lixa), das sementes de *G.ulmifolia* var. *tomentosa* testemunha (controle), escarificadas com lixa(lixa), frutos submetidos ao fogo (fruto-fogo), sementes submetidas ao fogo sobre a superfície (0cm-fogo) e enterradas a 2cm (2cm-fogo).

Tratamentos	Teste de Germinação			Tetrazólio (%)		
	Média	*D.P	Viável	Antes	Viável	Final
Controle	30,8 a	1,6	90,0 a	10,0 a	87,0 b	13,0 b
Lixa	30,8 a	1,6	90,0 a	10,0 a	-	-
Ácido	30,8 a	1,6	90,0 a	10,0 a	100,0 a	0,0 a
Fruto-fogo	8,0 b	3,3	51,0 b	49,0 b	76,0 b	24,0 c
0 cm-fogo	12,4 b	1,2	2,0 c	98,0 c	0,0 c	100,0 d
2 cm-fogo	17,1 b	5,4	88,0 a	12,0 a	82,0 b	18,0 b

*Desvio padrão; ** No tratamento com lixa não foi realizado o tetrazólio no final

***Medias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

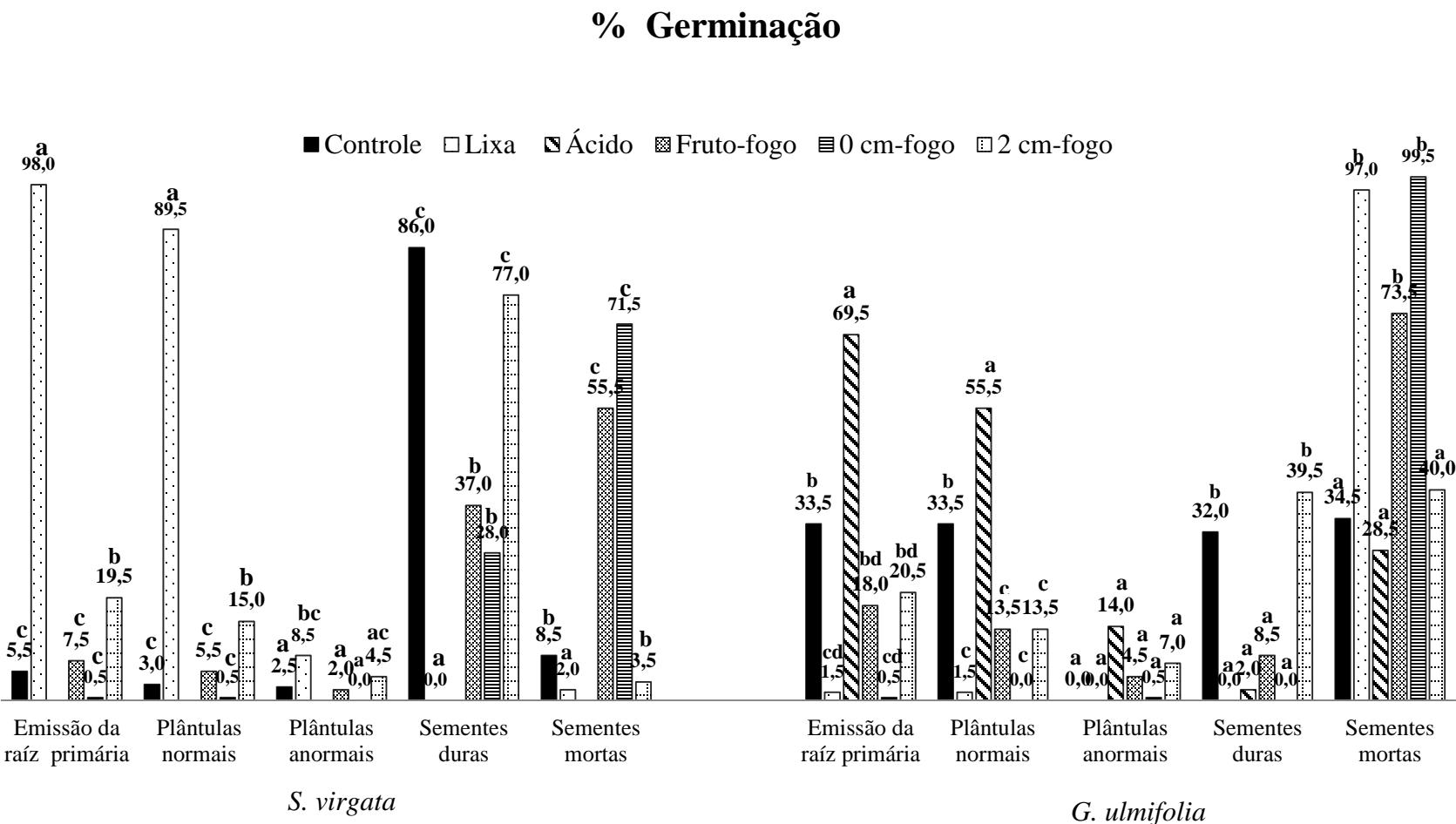


Fig.1. Resultado da porcentagem de germinação das sementes de *S. virgata* e *G. ulmifolia* var. *tomentosa* testemunha (controle), escarificadas com lixa(lixa), ácido, frutos submetidos ao fogo (fruto-fogo), sementes submetidas ao fogo sobre a superfície (0cm-fogo) e enterradas a 2cm (2cm-fogo). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

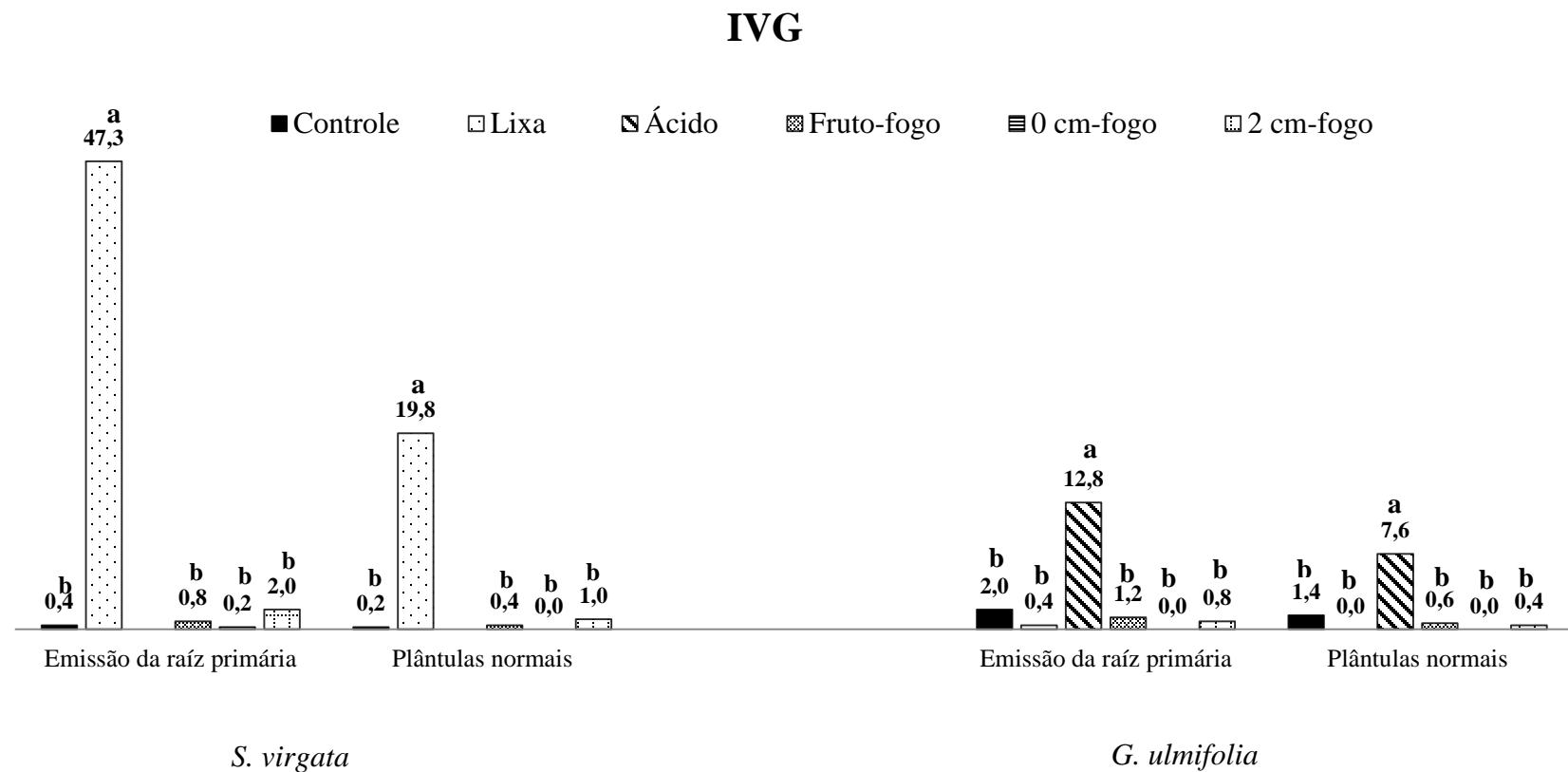


Fig.. Resultado do índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *S. virgata* e *G. ulmifolia* var. *tomentosa* testemunha (controle), escarificadas com lixa(lixa), ácido, frutos submetidos ao fogo (fruto-fogo), sementes submetidas ao fogo sobre a superfície (0cm-fogo) e enterradas a 2cm (2cm-fogo). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

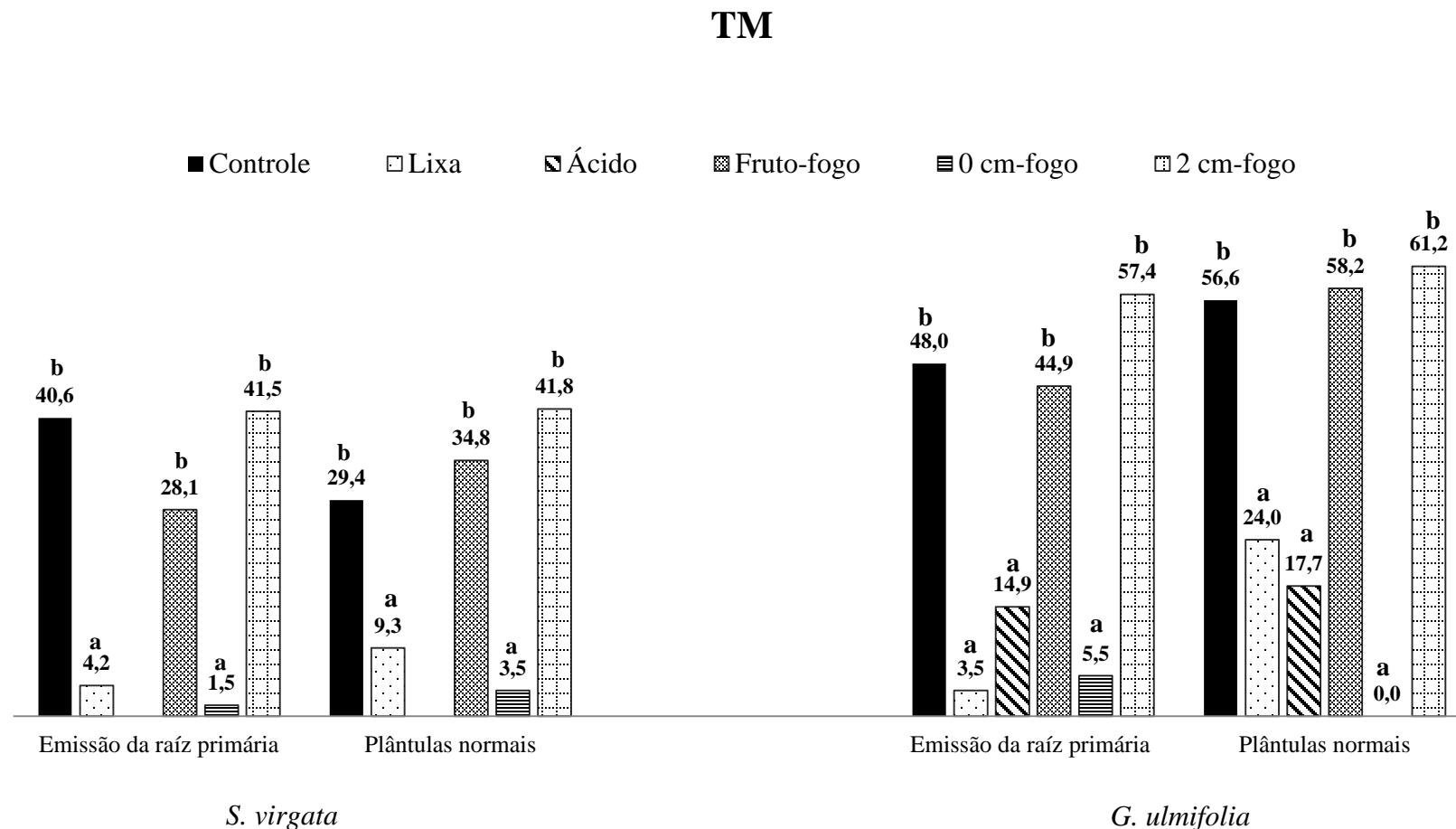


Fig. Resultado do tempo médio de germinação das sementes de *S. virgata* e *G. ulmifolia* var. *tomentosa* testemunha (controle), escarificadas com lixa (lixa), ácido, frutos submetidos ao fogo (fruto-fogo), sementes submetidas ao fogo sobre a superfície (0cm-fogo) e enterradas a 2cm (2cm-fogo). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.