

Efeito do extrato pirolenhoso sobre a germinação de espécies do Cerrado brasileiro

Anderson Cleiton José^{1*}, Raniere José de Andrade², Wilson Vicente Souza Pereira³, Natália Cristina Nogueira da Silva⁴, José Marcio Rocha Faria⁵.

Resumo

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro e tem como característica a vulnerabilidade à ocorrência de fogo. O fogo tem grande influência sobre a germinação de sementes e o estabelecimento de plantas, tendo sido estudado por diversos pesquisadores. O objetivo deste trabalho foi analisar o efeito do extrato pirolenhoso, um subproduto da cadeia de produção do carvão, sobre a germinação de sementes de espécies do Cerrado. O extrato foi obtido pela destilação da fumaça da queima de madeira de eucalipto, sendo diluído em água a 50, 500, 5000 e 50000 vezes. Sementes de *Eugenia dysenterica*, *Anadenanthera colubrina*, *Handroanthus serratifolius* e *Stryphnodendron adstringens* foram submetidas à embebição nas diluições acima mencionadas, bem como embebição em água destilada como controle. Foram avaliadas a percentagem e velocidade de germinação. Baixas concentrações do extrato estimularam a germinação de sementes de *E. dysenterica* enquanto concentrações mais altas resultaram na inibição da germinação em *H. serratifolius*. Para *A. colubrina* e *S. adstringens*, não houve efeito do extrato. Conclui-se que a resposta ao extrato pirolenhoso durante a germinação é dependente da espécie.

Palavras-chave: Ácido pirolenhoso. Espécies florestais. Fogo. Sementes.

Effect of pyroleginous extract on seed germination of Brazilian Cerrado species

Abstract

Cerrado is the second larger Brazilian biome, and has as a characteristic the high susceptibility to fire. There is a large influence of the fire on the seed germination and seedling establishment, being this effects studied by many researchers. This paper aimed to analyze the effect of the pyroligneous extract on the germination of four seeds from Brazilian Cerrado species. The extract was obtained by

¹Engenheiro Florestal, Doutor em Engenharia Florestal. Professor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras.

*Autor para correspondência (acjose@posgrad.ufla.br)

²Engenheiro Florestal pela Universidade Federal de Lavras.

³Biólogo, Doutor em Engenharia Florestal. Pós-Doutorando (PNPD Institucional/CAPES) do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras

⁴Engenheira Florestal, Mestre em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras

⁵Engenheiro Florestal, Doutor em Biologia de Sementes. Professor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras

Recebido para publicação em 23 de dezembro de 2015

Aceito para publicação em 06 de abril de 2016

the distillation of the smoke from burning *Eucalyptus* wood. The extract was diluted at 50, 500, 5000 and 50000 times. Seeds of *Eugenia dysenterica*, *Anadenanthera colubrina*, *Handroanthus serratifolius* and *Stryphnodendron adstringens* were submitted to the imbibition in these diluted extracts using water as a control. The percentage and speed of germination were evaluated on isolated experiments for each species. Low extract concentrations stimulate the germination of *E. dysenterica* seeds while high concentrations inhibit germination of *H. serratifolius*. The germination of seeds of *A. colubrina* and *S. adstringens* there was not influenced by the extract. It was concluded that the response of seeds during germination in the presence of pyrolygneous extract is species dependent.

Keywords. Pyrolygneous acid. Forest species. Fire, Savannah

Introdução

Além de ser um dos maiores biomas brasileiros, o Cerrado ainda abriga uma grande diversidade de espécies endêmicas. Este bioma foi identificado como um dos mais ricos e ameaçados ecossistemas do mundo, sendo então considerado um “hotspot” da biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2006). A influência do fogo sobre a fitofisionomia do Cerrado é complexa e pouco conhecida. Hallé *et al.* (1978), menciona que depois da perturbação causada pelo fogo, pode haver uma etapa de imigração de espécies, com um aumento no número de indivíduos e área basal, seguido por uma fase de homeostase, com um equilíbrio entre imigração, recrutamento e mortalidade de mudas.

O fogo apresenta um importante papel como agente de perturbação e tem função na organização do ecossistema. Além da redução da biomassa e mortalidade de plantas estabelecidas, o efeito sobre a germinação das sementes presentes no solo tem sido evidenciado recentemente. Esse efeito tem sido observado especialmente em espécies que produzem sementes com tegumento impermeável. Nestas, o fogo causa danos no tegumento permitindo a embebição e germinação (BARGMANN *et al.*, 2014; KEELEY ; FOTHERINGHAM, 1998).

Além dos danos físicos causados pelo fogo, foi observado que compostos presentes na fumaça podem atuar como estimulantes da germinação de sementes (ÇATAV *et al.*, 2012). A composição química do extrato pirolenhoso é variável, dependendo do material utilizado na queima. Mas em geral, é relatada a presença de óxidos de nitrogênio, em especial NO₂ (KEELEY; FOTHERINGHAM, 1998), cuja ação estimulante na germinação foi reportada (Lamattina *et al.*, 2003). Além disso foi relatada presença de etileno e amônia (VAN STADEN *et al.*, 1995). A par-

tir da queima de *Passerina vulgaris* e *Themeda lrandra*, Van Staden *et al.* (1995), observaram 12 compostos, sendo alguns presentes só em uma das espécies enquanto outros apareciam em ambas, além de outros componentes não identificados pelos autores. Em extratos obtidos de *Leucaena leucocephala*, *Azadirachta indica*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Hevea brasiliensis* e *Dendrocalamus asper*, Souza *et al.* (2012), encontraram 63 substâncias em quantidade variável dependendo da espécie. Dentre estes foram encontrados ácido acético, metanol, n-propanol, fenol, guaiacol, eugenol e siringol.

O extrato aquoso da fumaça ou extrato pirolenhoso, tem sido testado em várias espécies, sendo evidenciado o efeito estimulante em algumas espécies presentes em áreas de ocorrência de fogo (KEELEY; FOTHERINGHAM, 1998; CROSTI *et al.*, 2006; BROWN *et al.*, 2003). A resposta ao extrato pirolenhoso, no entanto, não tem sido observada apenas em espécies adaptadas à ocorrência do fogo, mas também em outras tais como a *Lactuca sativa* (Drewes *et al.*, 1995), *Oryza sativa* (DOHERTY; COHN, 2000), *Avena fatua* (ADKINS;PETERS, 2001) e *Carica pappaya* (CHUMPOOAM *et al.*, 2012). Também já foram realizados estudos evidenciando o efeito estimulatório do extrato pirolenhoso em *Jacaranda copaia*, *Ochroma pyramidale* e *Cordia goeldiana* (FERRAZ *et al.*, 2013).

A rápida germinação é vantajosa uma vez que permite a rápida colonização e aumento das vantagens na competição com outras espécies (DE LUIS *et al.*, 2008; SPARG *et al.*, 2005). Sendo assim, espécies cuja germinação seja estimulada pelo fogo (seja pelos efeitos físicos causados no tegumento ou pelos efeitos químicos da fumaça) possuirão vantagem sobre as demais no estabelecimento no ambiente após a ocorrência de um incêndio. Além disso, como observado por Sparg *et al.* (2005), os compos-

tos presentes na fumaça atuam além da germinação, podendo auxiliar no desenvolvimento e vigor da plântula, o que é vantajoso para a espécie ao competir no ambiente.

Anadenanthera colubrina (anjico), *Eugenia dysenterica* (cagaita), *Handroanthus serratifolius* (ipê amarelo) e *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão) são espécies arbóreas do Cerrado brasileiro. As quatro espécies tem importância destacada pela sua aplicação na recuperação de áreas degradadas além da possibilidade do uso de sua madeira (REGO et al., 2011; RODRIGUES et al., 2007; DUARTE et al., 2006; SILVEIRA et al., 2013; PEREIRA; POLO, 2011; SILVA et al., 2011; FELFILI et al., 1999; MARTINS; NAKAGAWA, 2008). Sendo destacado ainda o uso alimentício dos frutos de *E. dysenterica* (SILVEIRA et al., 2013) e o uso medicinal de *S. adstringens* (MARTINS; NAKAGAWA, 2008). Dentre essas espécies, apenas *S. adstringens* apresenta dormência, sendo caracterizada tegumentar e, conforme Floriano (2004), esta pode ser superada pelo tratamento de imersão em H_2SO_4 .

Considerando os efeitos benéficos do extrato pirolenhoso sobre a germinação de sementes em algumas espécies, bem como a importância das espécies selecionadas para este trabalho. Objetivou-se testar o efeito do extrato pirolenhoso sob a germinação de sementes de *Eugenia dysenterica*, *Anadenanthera colubrina*, *Stryphnodendron adstringens* e *Handroanthus serratifolius*, espécies típicas do Cerrado brasileiro, que apresentam importância econômica local e são muito empregadas em programas de recuperação de áreas degradadas.

Material e métodos

O extrato pirolenhoso foi obtido pela recuperação dos gases da carbonização de eucalipto em forno à 500°C, doado pela empresa V&M Florestal. O extrato bruto foi destilado em evaporador a 100°C, sendo descartados os 10% iniciais e finais do destilado. O extrato obtido foi armazenado em condições ambientes, no escuro, em frasco de vidro até o momento do uso. Para aplicação nas sementes, o extrato foi diluído 50, 500, 5000 e 50000 vezes em água destilada.

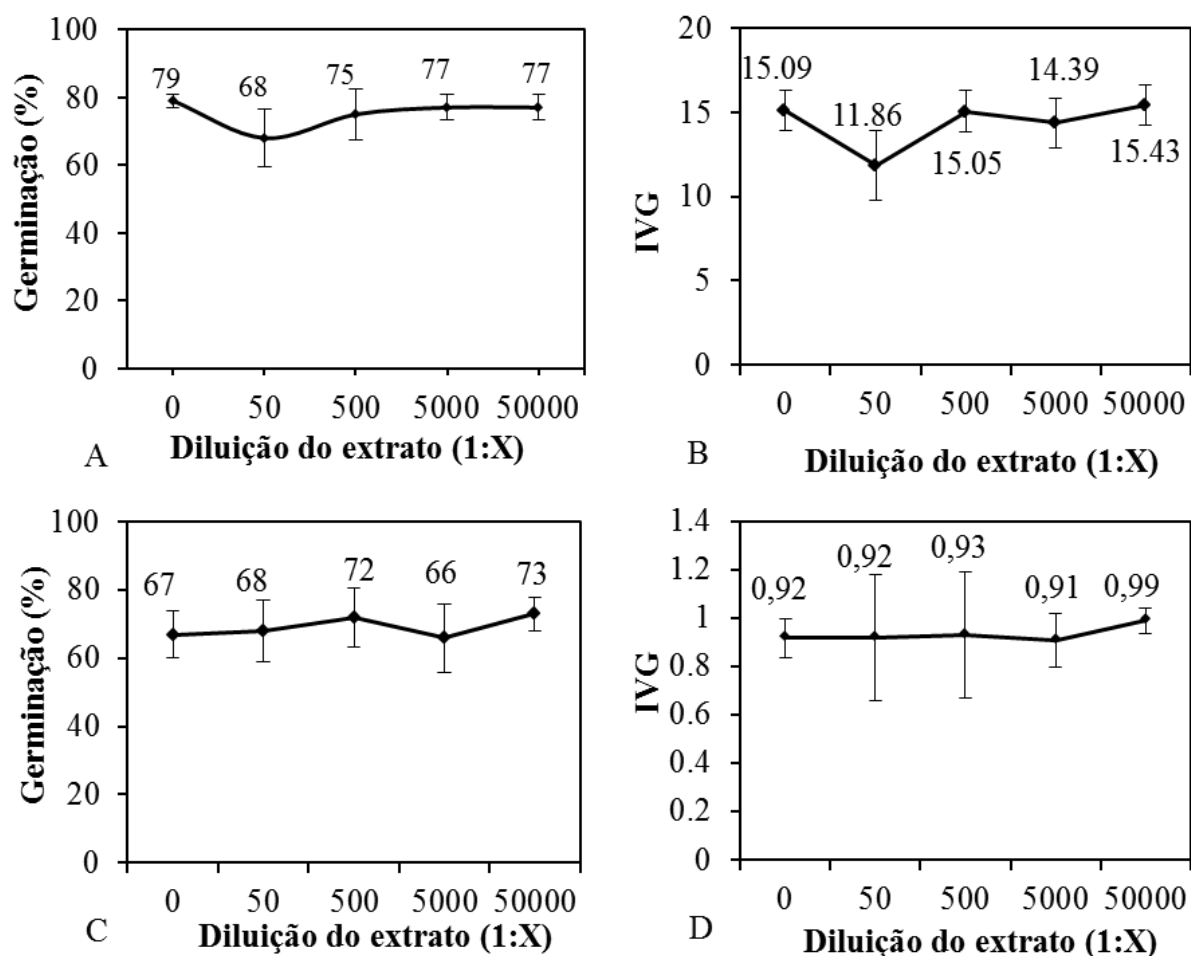
Para realização dos testes, todas as sementes foram previamente tratadas por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 1% por cinco minutos para desinfestação superficial, sen-

do posteriormente lavadas em água corrente. Uma vez que as sementes de *E. dysenterica*, *A. colubrina* e *H. serratifolius* não requerem tratamentos germinativos prévios, as mesmas foram submetidas ao tratamento com o extrato pirolenhoso logo após a desinfestação. Para tal, as sementes foram embebidas nas respectivas soluções do extrato pirolenhoso por duas horas. Porém, sementes de *S. adstringens*, foram imersas em solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) por uma hora para superação da dormência tegumentar, seguida de lavagem em água. As sementes de *S. adstringens*, foram então submetidas à embebição no extrato por 16 horas. O período que as sementes foram mantidas em contato com a solução de extrato pirolenhoso para embebição foi determinado em pré-testes, quando foi construída a curva de embebição para cada espécie (dados não apresentados).

Após a embebição inicial em solução de extrato pirolenhoso, as sementes foram transferidas para rolos de papel umedecidos com água destilada e incubadas em BOD a 25°C com fotoperíodo de 12 horas. A germinação foi mensurada diariamente pela contagem de sementes apresentando radícula superior a dois milímetros. Com base nesses dados foram calculados o percentual e a velocidade de germinação. Todos os experimentos foram conduzidos em DIC sendo considerados quatro tratamentos (EPL nas diluições de 50, 500, 5000 e 50000 vezes), com quatro repetições de 25 sementes cada, sendo utilizado como controle sementes imersas em água pura ao invés do EPL. Os dados submetidos à ANOVA e teste de Tukey a 5% de probabilidade quando observado efeito significativo do extrato pirolenhoso sobre a germinação das sementes. As análises foram realizadas usando o *software* R for Windows (R Development Core Team, 2012).

Resultados

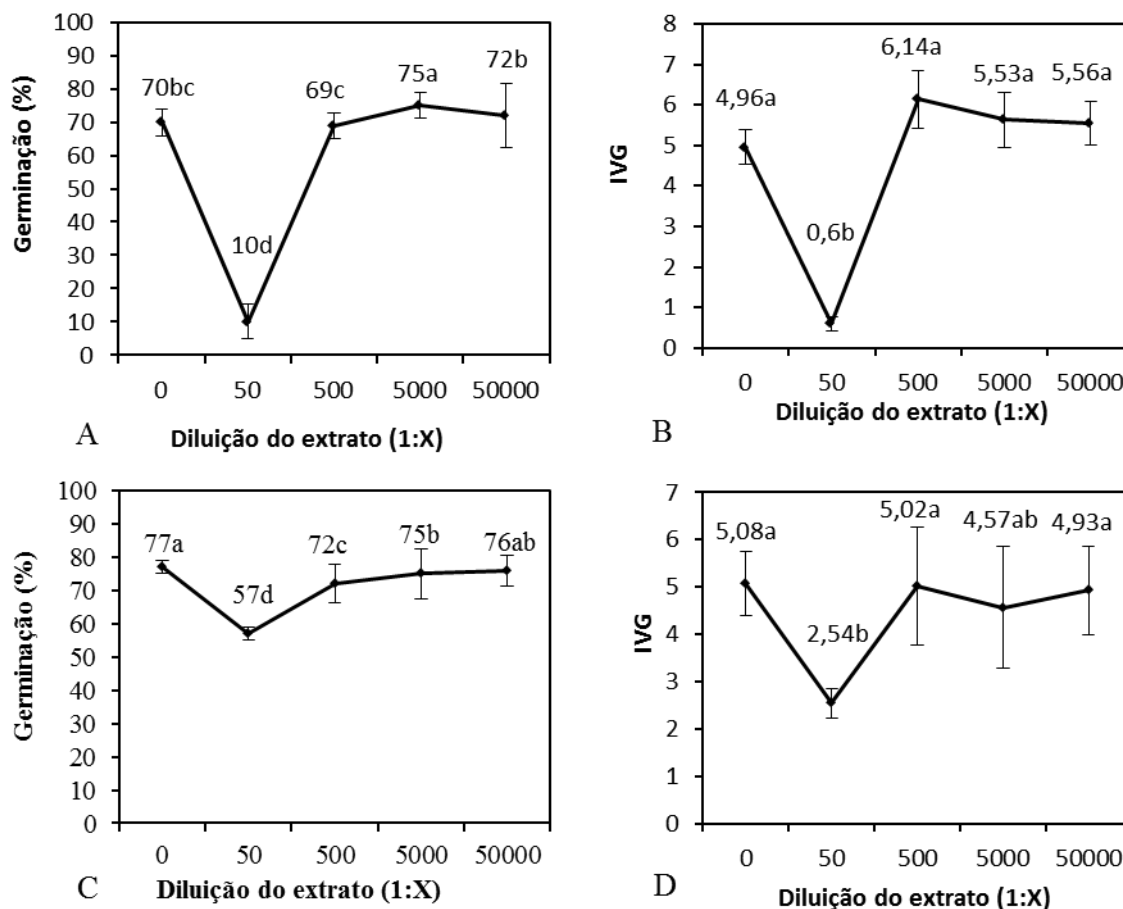
Não foi observado efeito significativo do extrato pirolenhoso sobre a porcentagem e velocidade de germinação de sementes de *A. colubrina* e *S. adstringens* (GRAFICO1).

Gráfico 1 - Germinação e IVG de sementes de *A. colubrina* (A e B) e *S. adstringens* (C e D).

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Sementes de *E. dysenterica* e *H. serratifolius* tiveram a germinação reduzida quando submetidas à concentração mais alta do extrato pirolenhoso (GRÁFICO 2). Para *E. dysenterica* o maior percentual de germinação foi obtido quando as sementes foram submetidas ao tratamento com o EPL diluído em 5000 vezes, não havendo diferença estatística entre as diluições

de 500 e 50000 vezes e o controle. Já para *H. serratifolius*, apesar da redução no percentual de germinação quando submetidas ao EPL diluído em 50 vezes, esse valor foi ainda superior a 50%, não havendo superioridade de nenhuma das demais diluições quando comparadas com o controle.

Gráfico 2 - Germinação e IVG de sementes de *E. dysenterica* (A e B) e *H. serratifolius* (C e D).

Letras iguais indicam ausência de efeito significativo das concentrações do extrato pirolenhoso pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Discussão

No presente trabalho, foi observado efeito inibitório da concentração mais alta do extrato em sementes de *E. dysenterica* e *H. serratifolius*. O efeito inibitório de altas concentrações do extrato pirolenhoso já foi reportado em várias espécies. Arruda *et al.* (2012) observaram que independente do material queimado para geração do extrato, altas concentrações inibem a germinação das sementes. Porém, segundo os autores, a concentração que resulta em inibição da germinação é dependente da espécie estudada e também do tipo de material usado como fonte do extrato. A exemplo, para papaia (*Carya papaya*) foi observado que, nas condições testadas por CHUMPOOAM *et al.* (2012), altas concentrações do extrato pirolenhoso resultaram em redução dos percentuais germinativos, enquanto que testando-se extrato em baixa con-

centração, resultados inversos foram obtidos.

As espécies estudadas no presente trabalho apresentaram diferentes respostas à aplicação do extrato. Duas delas (*A. colubrina* e *S. adstringens*) foram indiferentes à aplicação do extrato pirolenhoso, enquanto que as outras duas apresentaram leve aumento na germinação quando submetidas à concentração mais baixa, havendo redução na mesma em concentrações maiores do extrato (sendo a redução menor em *H. serratifolius* do que em *E. dysenterica*).

No presente estudo, pode-se observar que uma resposta germinativa das sementes à aplicação do extrato pirolenhoso. Essa variação dependente da espécie já foi apresentada em diversos estudos. ÇATAV *et al.* (2012) observaram efeito positivo do extrato sobre a germina-

ção de sementes de *Sarcopoterium spinosum* e *Satureja thymbra* enquanto que para *Cistus salviifolius*, *Calicotome villosa* e *Lavandula stoechas* não houve diferenças nos percentuais germinativos quando comparados ao controle. Para espécies da Floresta Amazônica, FERRAZ *et al.* (2013), também observaram respostas diferenciadas ao extrato pirolenhoso em função da espécie estudada, sendo a germinação estimulada em *Jacaranda copaia*, *Ochroma pyramidale* e *Cordia goeldiana*, e inibição em *Swietenia macrophyllae* ainda, indiferença para *Schizolobium amazonicum*, *Tabebuia serratifolia*, *Cariniana micrantha*, *Bellucia grossularioides*, *Enterolobium schomburgkii* e *Bertholletia excelsa*. Outros estudos também apresentaram resultados similares tais como MOJZES; KALAPOS (2014) com *Camelina microcarpa*, *Capsella bursa-pastoris*, *Descurainia sophia*, *Sisymbrium orientale* e *Plantago lanceolata* e *P. media* e também por SCHWILK; ZAVALA (2012) para *Coreopsis basalis*, *Coreopsis lanceolata*, *Coreopsis tinctoria*, *Echinacea angustifolia*, *Echinacea purpurea*, *Liatris mucronata*, *Liatris pycnostachya*, *Monarda citriodora*, *Salvia coccinea*, *Salvia farinacea*, *Salvia penstemonoides*, *Bouteloua curtipendula*, *Bouteloua eriopoda*, *Bouteloua gracilis*, *Penstemon cobaea*. Segundo BROWN; VAN STADEN (1997), variações na resposta à aplicação do extrato pirolenhoso estão relacionadas com a sensibilidade de cada espécie aos seus componentes.

ÇATAV *et al.* (2014) observaram que de sete espécies da família Lamiaceae oriundas do Mediterrâneo, *Lavandula stoechas*, *Origanum*

onites, *Phlomis bourgae* e *Satureja thymbra* tiveram aumento nos percentuais germinativos mesmo em altas concentrações do extrato. O aumento da germinação em resposta a altas concentrações do EPL não foi observado no presente trabalho, porém este aumento foi observado em *E. dysenterica* quando submetidas a concentrações baixas (diluição de 5000 vezes). Tal como observado para *A. colubrina* e *S. adstringens* no presente trabalho, também foi observado por ÇATAV *et al.* (2014) indiferença à aplicação do extrato em *Teucrium divaricatum*, mas o aumento de *Teucrium lamiifolium* no extrato em baixa concentração é uma evidencia de que mesmo entre espécies de uma mesma família há variações na resposta ao extrato pirolenhoso.

Conclusão

Nas condições do presente estudo, foi possível observar que a resposta germinativa de sementes à exposição ao extrato pirolenhoso é dependente da espécie.

Sementes de *A. colubrina* *S. adstringens* são indiferentes à aplicação ou não do extrato pirolenhoso.

Sementes de *E. dysenterica* e *H. serratifolius* tem sua germinação reduzida quando tratadas com o extrato em alta concentração.

Houve aumento no percentual de germinação de sementes de *E. dysenterica* em resposta à baixa concentração do extrato pirolenhoso (diluição de 1:5000).

Referências

ADKINS, S. W.; PETERS, N. C. B. Smoke derived from burnt vegetation stimulates germination of arable weeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v.11, n.3, p.213–222, 2001. Disponível em < <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=703940&fulltextType=RA&fileId=S0960258501000228>>. Acesso em: 06 abr. 2016.

ARRUDA, Y. M. B. C.; FERRAZ, I. D. K.; ALBUQUERQUE, M. C. F. Fontes e concentrações de águas de fumaça na germinação de sementes no vigor de plântulas de tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p. 293-299, 2012. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362012000200018&lng=en&nrm=iso&tling=pt>. Acesso em: 06 abr. 2016.

BARGMANN, T.; MAREN, I. E.; VANDVIK, V. Life after fire: Smoke as a germination cues in ericads, herbs and graminoids of northern heathlands. **Applied Vegetation Science**, Lania, v.17, p.670-679, 2014. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/avsc.12106/abstract>>. Acesso em: 06 abr. 2016.

BROWN, N. A. C.; VAN STADEN, J. Smoke as a germination cue: a review. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.22, n.2, p.115–124, 1997. Disponível em <<http://link.springer.com/article/10.1023/A%3A1005852018644>>. Acesso em: 06 abr. 2016.

- BROWN, N. A. C. *et al.* Patterns in the seed germination response to smoke in plants from the Cape floristic region, South Africa. **South African Journal of Botany**, Pretoria, v.69, n.4, p.514–525, 2003. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629915302891>>. Acesso em: 06 abr. 2016.
- ÇATAV, S. S. *et al.* Germination response of five eastern Mediterranean woody species to smoke solutions derived from various plants. **Turkish Journal of Botany**, v.36, p.480–487, 2012. Disponível em <<http://journals.tubitak.gov.tr/botany/abstract.htm?id=12954>>. Acesso em: 06 abr. 2016.
- ÇATAV, S. S. *et al.* Smoke-enhanced seed germination in Mediterranean Lamiaceae. **Seed Science Research**, Wallingford, v.24, n.3, p.257–264, 2014. Disponível em <<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=9312963&fulltextType=RA&fileId=S0960258514000142>>. Acesso em: 06 abr. 2016.
- CROSTI, R. *et al.* Post-fire germination: the effect of smoke on seeds of selected species from central Mediterranean basin. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.221, p.306–312, 2006. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112705006018>>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- DE LUIS, M. *et al.* Temporal and spatial differentiation in seedling emergence may promote species coexistence in Mediterranean fire-prone ecosystems. **Ecography**, v.31, n.5, p.620–629, 2008. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.0906-7590.2008.05433.x/abstract>>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- DOHERTY, L. C.; COHN, M. A. Seed dormancy in red rice (*Oryza sativa*) XI: Commercial liquid smoke elicits germination. **Seed Science Research**, Wallingford, v.10, n.4, p.415–421, 2000. Disponível em <<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=695928&fulltextType=RA&fileId=S096025850000465>>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- DREWES, F. E.; SMITH, M. T.; VAN STADEN, J. The effect of a plant derived smoke extract in the germination of light sensitive lettuce seed. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.16, n.2, p.205–209, 1995. Disponível em <<http://link.springer.com/article/10.1007/BF00029542>>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- DUARTE, E. F. *et al.* Germinação e vigor de sementes de cagaita (*Eugenia dysenterica* MART. ex. DC.) em função de seu tamanho e tipo de coleta. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, p.173–179, 2006. Disponível em <<http://revistas.ufg.emnuvens.com.br/pat/article/view/2043/0>>. Acesso em: 06 abr. 2016.
- FELFILI, J. M. *et al.* Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado *sensu stricto* da Fazenda Água Limpa do Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, p.83–90, 1999. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84041999000100011>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- FERRAZ, I. D. K.; ARRUDA, Y. M. B. C.; STADEN, J. V. Smoke-water effect on the germination of Amazonian tree species. **South African Journal of Botany**, Pretoria, v.87, p.122–128, 2013. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629913002457>>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais**. Santa Rosa: ANORGS, 2004. 19 p. (Caderno Didático, 2).
- HALLÉ, F.; OLDEMAN, R.; TOMLINSON, P. **Tropical trees and forests: an architectural analysis**. New York: Springer-Verlag, 1978.
- KEELEY, J. E.; FOTHERINGHAM, C. J. Smoke-induced seed germination in California chaparral. **Ecology**, v.79, n.7, p.2320–2336, 1998. Disponível em <<http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/0012-9658%281998%29079%5B2320%3ASISGIC%5D2.0.CO%3B2>>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- LAMATTINA, L. *et al.* Nitric oxide: the versatility of an extensive signal molecule. **Annual Review of Plant Biology**, v.54, p.109–1036, 2003. Disponível em <<http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.arplant.54.031902.134752>>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J. Germinação de sementes de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville de diferentes origens submetidas a tratamentos para superação de dormência. **Revista Árvore**, v.32, p.1059–1067, 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622008000600011>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- MOJZES, A.; KALAPOPOS, T. Plant-derived smoke stimulates germination of four herbaceous species common in temperate regions of Europe. **Plant Ecology**, v.215, p.411–415, 2014. Disponível em <<http://link.springer.com/article/10.1007/s11258-014-0311-5>>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853–858, 2000. Disponível em <<http://www.nature.com/nature/journal/v403/n6772/abs/403853a0.html>>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- PEREIRA, F. J.; POLO, M. Growth and ion accumulation in seedlings of *Handroanthus serratifolius* (VAHL.) cultivadas em solução salina. **Scientia Forestalis**, v.39, p.441–446, 2011. Disponível em <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr92/cap06.pdf>>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- REGO, S. S. *et al.* Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.2; p.37–42, 2011. Disponível em <<http://revista.uft.edu.br/index.php/JBB/article/view/212>>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. 1ª ed., Austria: Vienna, 2012.

- RODRIGUES, A. C. C. *et al.* Efeito do substrato e luminosidade na germinação de *Anadenanthera colubrina* (Fabaceae, Mimosoideae). **Revista Árvore**, v.31, p.187-193, 2007. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622007000200001>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- SCHWILK, D. W.; ZAVALA, N. Germination response of grassland species to plant-derived smoke. **Journal of Arid Environments**, v.79, p.111-115, 2012. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196311003727>>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- SILVA, D. G. *et al.* Alterações fisiológicas e bioquímicas durante o armazenamento de sementes de *Tabebuia serratifolia*. **Cerne**, v. 17, p.1-7, 2011. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-77602011000100001&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- SILVA, J. F. *et al.* Spatial heterogeneity, land use and conservation in the Cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, v.33, p.536-548, 2006. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2699.2005.01422.x/full>>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- SILVEIRA, C. E. S. *et al.* Strategies of plant establishment of two Cerrado species: *Byrsonima basiloba* Juss. (Malpighiaceae) and *Eugenia dysenterica* Mart. ex DC (Myrtaceae). **Plant Species Biology**, v.28, p.130-137, 2013. Disponível em <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1442-1984.2012.00366.x/abstract;jsessionid=02FB17BD4DE5D33569277889388D95B2.d03t04>>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- SOUZA, J. B. G.; RÉ-POPPI, N.; RAPOSO JR., J. L. Characterization of pyroleguous acid used in agriculture by gas chromatography-mass spectrometry. **Journal of Brazilian Chemical Society**, v.23, p.610-617, 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-50532012000400005>. Acesso em: 06 de abr. 2016.
- VAN STADEN, J.; DREWES, F. E.; JÄGER, A. K. The search for stimulants in plant-derived smoke extracts. **South African Journal of Botany**, v.61, p.260-263, 1995. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629915305330>>. Acesso em: 06 de abr. 2016.