

Alelopatia do eucalipto sobre a cultura do milho

Fabio Canalle¹; Jéssica Patrícia Borges da Silva²

Resumo: O eucalipto é amplamente utilizado em sistemas integração lavoura-pecuária-floresta e pode causar efeitos alelopáticos no controle de espécies invasoras, no crescimento de fungos e bactérias do solo e também no desenvolvimento de culturas, sobretudo de milho. O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito do extrato de diferentes órgãos do eucalipto no desenvolvimento inicial do milho. O experimento foi realizado no Laboratório de Fitopatologia e Armazenamento de Sementes do Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG, situado no município de Cascavel – PR, em setembro de 2022. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições e cinco tratamentos (água destilada, extrato de folha fresca e seca, casca e raízes de eucalipto) totalizando 20 unidades amostrais. Os extratos foram preparados com 10 g dos diferentes órgãos do eucalipto. Avaliou-se os parâmetros comprimento de raiz e de parte aérea e peso seco das plântulas. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância utilizando o software de análises estatísticas SISVAR 5.8 (FERREIRA, 2018). Houve significância estatística para os parâmetros de porcentagem de enraizamento, comprimento de raiz e massa seca com a utilização dos extratos de eucalipto em comparação à testemunha. A utilização de água destilada (testemunha) e extrato de folhas frescas de eucalipto proporcionaram crescimento de raiz e parte aérea de plântulas superior ao extrato de raiz. Plântulas de milho do tratamento testemunha apresentaram massa seca superior às plântulas submetidas ao extrato de raiz de eucalipto. Conclui-se que o extrato de eucalipto, especialmente da raiz, apresenta potencial alelopático para a cultura do milho.

Palavras-chave: efeito alelopático; germinação; plântulas.

Eucalyptus allelopathy on corn crop

Abstract: Eucalyptus is widely used in crop-livestock-forest integration systems and can cause allelopathic effects in the control of invasive species, in the growth of fungi and bacteria in the soil and also in the development of crops, especially corn. The objective of this work is to evaluate the effect of extracts from different eucalyptus organs on the initial development of corn. The experiment was carried out at the Laboratory of Phytopathology and Seed Storage of the Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG, located in the municipality of Cascavel - PR, in September 2022. A completely randomized design (DIC) was used with four replications and five treatments (water distilled water, fresh and dry leaf extract, bark and roots of eucalyptus) totaling 20 sample units. The extracts were prepared with 10 g of different eucalyptus organs. The parameters of root and shoot length and seedling dry weight were evaluated. The collected data were submitted to analysis of variance using the statistical analysis software SISVAR 5.8 (FERREIRA, 2018). There was statistical significance for the parameters of rooting percentage, root length and dry mass with the use of eucalyptus extracts compared to the control. The use of distilled water (control) and fresh eucalyptus leaf extract provided superior root and shoot growth compared to the root extract. Corn seedlings from the control treatment showed higher dry mass than seedlings submitted to eucalyptus root extract. It is concluded that the eucalyptus extract, especially the root, has allelopathic potential for corn.

Key-words: allelopathic effect; germination; seedlings.

¹ Acadêmico de Agronomia do Centro Universitário Assis Gurgacz – Pr. fabiocanalle12@hotmail.com

² Bióloga. Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais (UNIOESTE). Professora do Curso de Agronomia do Centro Universitário Assis Gurgacz – PR. jessicapatricia@fag.edu.br

Introdução

O Brasil é considerado referência mundial no setor florestal por conta de suas práticas de manejo e de sua elevada competitividade neste mercado, segundos dados da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2013). Além disso, é evidente que muitas dessas florestas plantadas são fundamentais para o desenvolvimento econômico do país, como é o caso do eucalipto que ocupa, no território nacional, uma área plantada de aproximadamente 5,1 milhões de hectares (MENDES; TREICHEL; BELING, 2016).

As espécies do gênero *Eucalyptus* são amplamente utilizadas nos sistemas de reflorestamento, principalmente por conta de sua fácil adaptabilidade em diferentes regiões, seu potencial produtivo especialmente na área da celulose e madeira (ALVES; TOLEDO; GUSMAN, 1999) e outras características específicas que propiciam sua utilização em sistemas que integram a lavoura, a pecuária e a floresta (FERREIRA *et al.*, 2008).

Os Sistemas de Integração Lavoura, Pecuária e Floresta (ILPF) integram, em uma mesma área, componentes arbóreos às pastagens e/ou às lavouras, com o objetivo fundamental de integrar os componentes do sistema produtivo com vistas à elevação da qualidade dos produtos, da qualidade ambiental e da competitividade dos produtores. Além disso, a ILPF tem como estratégia o aumento da produtividade em conciliação com a preservação dos recursos naturais e com a maximização de efeitos benéficos no meio ambiente (EMBRAPA, 2018).

É importante ressaltar ainda que, nesse tipo de sistema, a lavoura pode ser cultivada durante a fase inicial da floresta ou então em conjunto com o componente arbóreo em ciclos pré-definidos. Serra, Almeida e Laura (2012) destacam que a escolha da cultura a ser cultivada varia conforme as características ambientais da região de implantação do sistema e, afirmam ainda que, em grande parte das regiões brasileiras, principalmente no Centro-Oeste, as culturas de soja, milho e sorgo, por exemplo, podem ser utilizadas de forma amplamente satisfatória.

Contudo, é importante recordar que, de acordo com os estudos de Taiz e Zeiger (2004), algumas culturas utilizadas no sistema ILPF podem interferir na germinação e no desenvolvimento das plantas por conta da liberação de metabólitos, sejam eles primários ou secundários, pelas folhas, pelas raízes ou pelos restos vegetais que se encontram em decomposição e que são capazes de interagir com o meio ambiente ocasionando o chamado efeito alelopático.

Segundo Anaya (1999), o termo alelopatia refere-se aos processos bioquímicos envolvendo metabólitos produzidos por plantas, por bactérias, por algas ou por fungos, e que podem influenciar, positiva ou negativamente, no desenvolvimento de sistemas agrícolas e/ou biológicos. Alguns pesquisadores, como Pereira, Sbrissia e Serrat (2008), afirmam que a

alelopatia pode ser considerada como um processo de toxicidade ou autotoxicidade, ou seja, um processo no qual determinada planta ou micro-organismo produz compostos químicos, chamados de aleloquímicos, que prejudicam o desenvolvimento de outra ou da própria espécie. Os aleloquímicos são produzidos por todas as partes dos vegetais (RODRIGUES; PAISSINI; FERREIRA, 1999) e derivam, normalmente, das vias metabólicas no acetato, do chiquimato ou da combinação dessas vias (DIAS *et al.*, 2005). Entre esses compostos, pode-se destacar os ácidos de cadeia curta, os compostos fenólicos, os alcalóides, os terpenos, as lactonas, os derivados de cumarinas entre outros, que podem ser excretados pela raiz e, assim, atingir o solo e a água, ou ainda ser liberados no ar (DIAS *et al.*, 2005).

Segundo Ferreira, Souza e Faria (2007), os aleloquímicos apresentam diferentes ações na fisiologia vegetal, especialmente sobre a divisão e alongamento celular, sobre a produção dos hormônios responsáveis pelo crescimento, sobre a permeabilidade das membranas, e sobre processos metabólicos essenciais, como fotossíntese, respiração, síntese de proteínas e metabolismo de ácidos graxos.

O eucalipto é uma espécie utilizada nos sistemas ILPF que apresenta efeitos alelopáticos no controle de espécies invasoras, no desenvolvimento de culturas, no crescimento de bactérias e fungos no solo e também na sucessão de espécies vegetais (DEL MORAL; WILLIS; ASHTON, 1978; ALMEIDA, 1991; MOURA; MARQUES; GONÇALVES, 1996). Segundo Anaya (1999), substâncias como taninos, flavonoides e terpenoides já foram isolados de espécies de eucalipto e o extrato dessas plantas evidenciou fitotoxicidade para um grande número de espécies testadas, dentre as quais o milho, um dos grãos mais produzidos a nível mundial (CONAB, 2017).

Pesquisas foram realizadas com o intuito de identificar o potencial alelopático de espécies que compõe sistemas agroflorestais e silvipastoris, objetivando a identificação de propriedades vegetais que possam ser utilizadas como uma alternativa ao uso de herbicidas e inseticidas no controle de ervas daninhas, de insetos e de disseminação de doenças (FERREIRA; AQUILA, 2000; DELA BRUNA, 1985) e, também a possibilidade de desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas capaz de exercer alelopatia sobre as plantas invasoras (ROSADO *et al.*, 2009).

O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito do extrato de diferentes órgãos do eucalipto no desenvolvimento inicial do milho.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Fitopatologia e Armazenamento de Sementes, localizado no Centro Universitário Assis Gurgacz, em Cascavel, no Paraná, em

setembro de 2022.

O experimento foi constituído de um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades amostrais. Os tratamentos utilizados foram: Tratamento 1 (T1) – água destilada; Tratamento 2 (T2) – extrato aquoso de folhas frescas de eucalipto; Tratamento 3 (T3) – extrato de folhas secas de eucalipto; Tratamento 4 (T4) – extrato de casca de eucalipto; Tratamento 5 (T5) – extrato aquoso de raízes de eucalipto.

A variedade de milho utilizada para este experimento foi o Brevant 2688 safra 22/, material adquirido na Cooperativa Lar. O eucalipto utilizado para obtenção do extrato foi coletado numa área de reflorestamento da própria cooperativa no município de Diamante D'Oeste e a retirada das partes do eucalipto foram feitas manualmente com o auxílio de um facão.

Os extratos de cada tratamento foram preparados através da trituração de 10 gramas das referidas partes da planta em 100 mL de água destilada, utilizando-se liquidificador. Em seguida, os extratos foram filtrados em béqueres identificados com o tratamento e, em cada um deles foram adicionadas 100 sementes para a embebição por 20 minutos. As sementes do tratamento testemunha foram embebidas em água destilada. Após esta etapa, as sementes de cada tratamento foram distribuídas em caixas de germinação (caixa Gerbox). As repetições de cada tratamento foram compostas por uma caixa Gerbox com duas folhas de papel germinativo sobre as quais foram acondicionadas 25 sementes de milho.

Em cada caixa de germinação, após distribuição das sementes, foi adicionado o volume (mL) de água destilada equivalente à 2,5 vezes o peso do papel germinativo, conforme recomendação das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os tratamentos foram armazenados em câmara de germinação (B.O.D. – Demanda Biológica de Oxigênio) regulada com um fotoperíodo de 24 horas e temperatura constante à 25°C durante nove dias, distribuídas aleatoriamente conforme sorteio, a fim de realizar uma distribuição aleatória dos tratamentos.

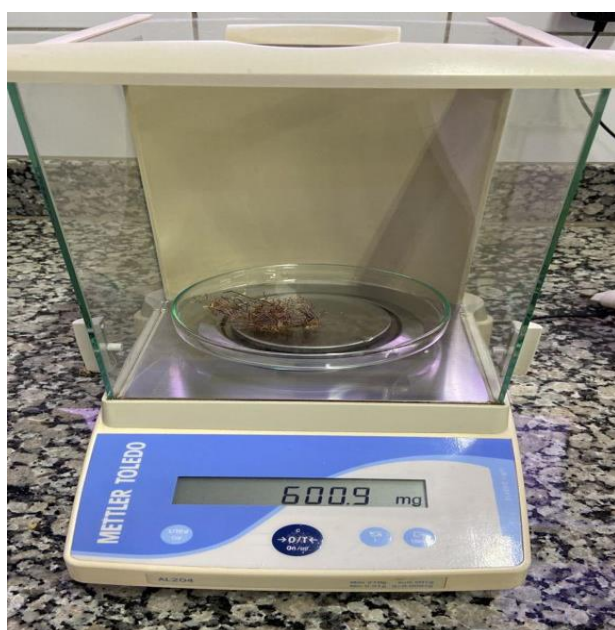
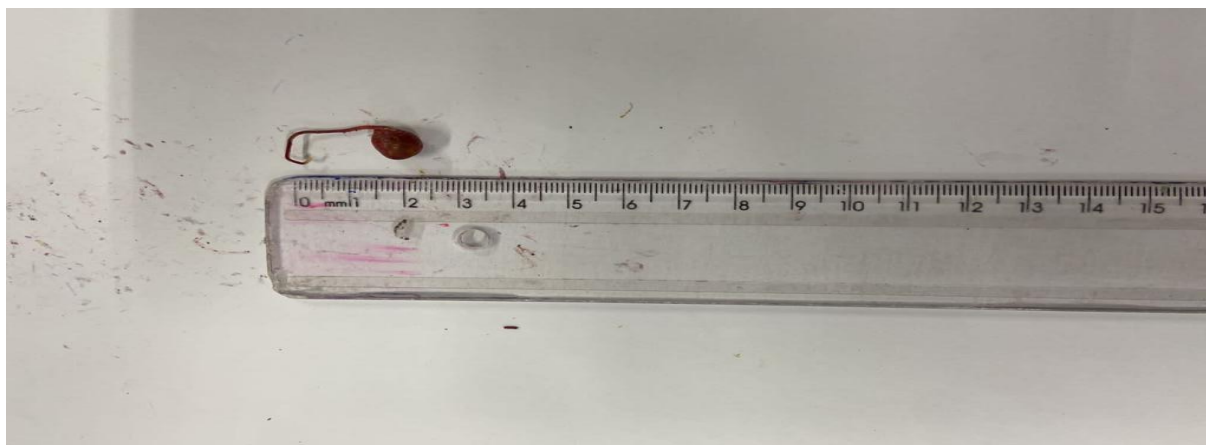
No nono dia foi avaliada a porcentagem de germinação de cada repetição, comprimento de radículas, comprimento da parte aérea e obtido o peso seco das plântulas.

O critério para avaliação foram plântulas germinadas com raiz maior que 2 cm, sendo utilizado uma régua para obter os dados coletados. Para obtenção dos dados de peso seco, as plântulas de cada repetição foram acomodadas em sacos de papel previamente identificados e conduzidos a estufa para secagem à 60 °C até peso constante. Posteriormente as amostras foram pesadas em balança de precisão para determinação do peso seco.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk, análise de

variância (ANOVA) e quando significativo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com o auxílio do programa estatístico SISVAR 5.8 (FERREIRA, 2018).





Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância expressos na Tabela 1 demonstram que houve significância estatística para os parâmetros de porcentagem de enraizamento, comprimento de raiz e massa seca com a utilização dos extratos de eucalipto em comparação ao tratamento testemunha (água destilada)

Tabela 1 – Análise de variância para os parâmetros de porcentagem comprimento de raiz (CR) e parte aérea (CPA) e massa fresca de plântulas.

Tratamentos	CR (cm)	CPA (cm)	MS (g)
T1 – Testemunha	7,567 a	1,747 a	0,692 a
T2 – Folha fresca	7,582 a	1,560 a	0,650 ab
T3 – Folha seca	5,857 ab	1,045 ab	0,327 ab
T4 – Caule	6,200 ab	1,325 ab	0,455 ab
T5 – Raiz	3,312 b	0,800 b	0,247 b
Média geral	6,104	1,295	0,4745
CV (%)	25,30	26,20	42,70
P-valor	0,0084	0,0087	0,0275
DMS	3,373	0,7413	0,4425

Nota: CV = coeficiente de variação, P-valor = nível descritivo do teste, DMS = diferença mínima significativa; médias seguidas de mesma letra não se diferem estatisticamente ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

As raízes e parte aérea das plântulas de milho apresentaram maior comprimento (cm) quando utilizado água destilada e extrato de folha fresca de eucalipto, ao contrário, notou-se redução do crescimento dos órgãos das plântulas com uso do extrato de raiz de eucalipto. O extrato de folha seca e caule de eucalipto proporcionaram o crescimento de raiz e parte aérea estatisticamente semelhante aos demais tratamentos.

Lino e colaboradores (2020) avaliaram o efeito alelopático do extrato de folhas frescas do eucalipto nas concentrações de 25, 50 e 100 % sobre a germinação de sementes do milho e não observaram inibição na germinação das sementes dessas culturas .

De acordo com estudo realizado por Rafael Silveira da Luz e colaboradores, avaliaram nas primeiras contagens de germinação, IVG, massa seca e raízes, onde foi analisado um possível efeito alelopático, aumentando a concentração de extrato de eucalipto sobre o milho, o efeito foi observado pela velocidade de germinação com a germinação final. Com isso diversas espécies de eucaliptos produziam substâncias inibidoras, capazes de interferir no crescimento, quanto na atividade microbiana do solo em outras plantas (LUZ *et al.*, 2013).

Barreto e colaboradores avaliaram os efeitos alelopáticos do extrato das folhas frescas de eucalipto e observaram influência desta cultura na germinação do milho (BARRETOS, *et al.*, 2021). O mesmo efeito foi observado por Marcossi e colaboradores (2016).

As plântulas provenientes das sementes que foram submetidas à embebição apenas com água destilada (tratamento testemunha) apresentaram valores de massa seca estatisticamente superior às plântulas do tratamento com extrato de raiz de eucalipto (0,247 g). A utilização de extrato de folhas frescas e secas e caule de eucalipto proporcionaram valores de massa seca estatisticamente semelhantes aos tratamentos com água destilada e extrato de raiz.

A quantidade de massa acumulada pelo vegetal é um atributo relevante para a avaliação do crescimento, uma vez que quanto maior o acúmulo de massa maior o potencial de ocupação da cultura, tornando indisponíveis recursos para plantas infestantes (LAMEGO, 2010).

Lino e colaboradores (2020) observaram aumento da massa seca de plântulas de milho proporcionou ao aumento da concentração do extrato obtido das folhas frescas de eucalipto.

Os efeitos de toxidez de óleos de eucalipto desenvolvem inicial da cultura do milho, causando murcha, tombamento, necrose, seca total da planta e redução da massa seca e do comprimento da parte aérea das plantas de milho. Com isso, as plantas alelopáticas possuem um potencial que é utilizado na agroecossistema, como sendo uma alternativa para o cultivo, diminuindo assim a incidência de plantas invasoras e diminuindo o uso de herbicidas químicos (BORSATTI, 2021).

Todas as culturas têm qualidade em assimilar as substâncias alelopáticas, ressaltando algumas espécies que possuem uma maior sensibilidade nos compostos presentes no extrato, ajudando a retardar ou inibir a germinação e a Índice de Velocidade de Germinação (IVG), fortalecendo ou causando uma queda nas sementes em emergência no dia (SILVA & SARAIVA, 2018).

A alelopatia é muito importante no tratamento e rotação de cultura de uma área agrícola. As reações alelopáticas das plantas daninhas e cultivadas possibilitam aprimorar o sistema agrícola, através da implementação e prática no processo de semeadura e plantio adequado na rotação de culturas (RODRIGUES, 2016).

Conclusão

Conclui-se que o extrato de eucalipto, sobretudo o obtido através das raízes, apresenta potencial alelopático para a cultura do milho.

Referências

- ABRAF. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico ABRAF 2013**: ano base 2012. Brasília: ABRAF, 2013. 142p.
- ALMEIDA, F.S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p. 221-236, 1991.
- ALVES, P.L.C.A.; TOLEDO, R.E.B.; GUSMAN, A.B. Allelopathic potential of *Eucalyptus* spp. In: ALVES, P.L.C.A.; TOLEDO, R. E. B.; GUSMAN, A.B. (Orgs.). **Allelopathy Update-Basic and Applied Aspects**. 2. ed. New Delhi: Oxford & IBH, 1999. pp.131-148.
- ANAYA, A.L. Allelopathy as a tool in the management of biotic resource in agroecosystems. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.18, n.6, p. 679-739, 1999.
- BARRETO, L.G.S.; GUGÉ, R.M.A.; ROCHA, J.A; CASTRO FILHO, M.N. de.; NASCIMENTO, F.M. Efeito alelopático dos extratos de folhas de *Eucalyptus globulus* Labill. e de *Mimosa caesalpiniaeifolia* Benth sobre a germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Scientia Vitae**. Volume 11. número 33. ano 8. abr./maio/jun. 2021.
- BORSATTI, M. **Potencial de controle do azevém (*Lolium multiflorum*) com óleos essenciais**. UFFS – Universidade Federal da Fronteira Sul. Chapecó-SC, 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de Safra Brasileira: grãos**. Décimo segundo levantamento. Brasília: Conab, 2017.
- DEL MORAL, R.; WILLIS, R.J.; ASHTON, D.H. Supression of costal healt vegetation by *Eucalyptus baxteri*. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v.26, p. 203-219, 1978.
- DELLA BRUNA, E. **A serapilheira de eucalipto: efeitos de componentes antibacterianos e de nutrientes na decomposição**. 1985. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1985.
- DIAS, J.F.G.; CÍRIO, G.M.; MIGUEL, M.D.; MIGUEL, O.G. Contribuição ao estudo alelopático de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss., Celastraceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v.15, n.3, p. 220-223, 2005.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-ilpf/nota-tecnica>>. Acesso em; 20 abr. 2018.
- FERREIRA, A.G.; AQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da Ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Porto Alegre, n.12, ed. Especial, p.175-204, 2000.
- FERREIRA, L.R.; VIANA, R.G.; AGNES, E.L.; SANTOS, L.D.T. Integração Lavoura pecuária em pequenas propriedades formação de pastagem via consórcio milho-braquiária. In: EMBRAPA. (Org.). **Estratégia de manejo visando à melhoria da pecuária de leite familiar do Norte de Minas e do Vale do Jequitinhonha**. Juiz de Fora: Embrapa, 2008, pp. 45-85.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises estatísticas – Sisvar 5.8**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2018.

FERREIRA, M.C.; SOUZA, J.R.P.; FARIA, T.J. Potenciação alelopática de extratos vegetais na germinação e no crescimento inicial de picão-preto e alface. **Ciência e agrotecnologia**, v.31, n.4, p. 1054-1060, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n4/17.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

LAMEGO, F.P. Impacto da morfologia vegetal na competição de plantas. In: VIDAL, R.A. (Organizador). **Interação negativa entre plantas: inicialismo, alelopatia e competição**. Porto Alegre: Editora Evangraf, 2010. p. 111-128.

LINO, V.V.R.; SOUSA, G.O.; COSTA, N.B.; OLIVEIRA, A.B.C. de.; LEITE, M.R.P. Efeito alelopático do extrato aquoso de *Eucalyptus urophylla* em sementes de milho e feijão-caupi. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e335985724, 2020.

LUZ, R.S. da.; SANTOS, T.B. dos.; BURLET, J.P.; BARBOSA, G.F.; MATIAS, R.; BONO, J.A.M.; PEDRINHO, D.R.; CAVALHEIRO, C. Efeito alelopático de *Eucalyptus urograndis* H13 na germinação e desenvolvimento inicial do milho. 2013.

MARCOSSI, I.S.F. dos.; et al. **Efeito alelopático do extrato de folhas de (*Eucalyptus urophylla*) sobre a germinação de sementes de milho**. XXXI Congresso Nacional de milho e sorgo. Bento Gonçalves – RS. 2016.

MENDES, L.; TREICHEL, M.; BELING, R.R. **Anuário brasileiro da silvicultura 2016**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2016. 60p.

MOURA, V.T.L.; MARQUES, M.S.; GONÇALVES, L.M.B. Nodulação e crescimento de leguminosas cultivadas em solos coletados sob eucaliptal e sob Mata Atlântica: relação com os outros efeitos alelopáticos do *Eucalyptus*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, p. 399-405, 1996.

PEREIRA, B.F.; SBRISIA, A.F.; SERRAT, B.M. Alelopatia intra-específica de extratos aquosos de folhas e raízes de alfafa na germinação e no crescimento inicial de plântulas de dois materiais de alfafa: crioulo e melhorado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 561-564, 2008.

RODRIGUES, B.N.; PASSINI, T.; FERREIRA, A.G. Research on allelopathy in Brazil. In: REIGOSA, M. (Org.). **Allelopathy Update: International Status**. New York: Narwal Science Publish, 1999. pp. 307-323.

RODRIGUES, N.C. **Alelopatia no manejo de plantas daninhas**. UFSJ - Universidade Federal de São José Del-Rei. Sete Lagoas: 2016.

ROSADO, L.D.S.; RODRIGUES, H.C.A.; PINTO, J.E.P.B.; CUSTÓDIO, T.N.; PINTO, L.B.B.; BERTOLUCCI, S.K.V. Alelopatia do extrato aquoso e do óleo essencial de folhas do manjerição "Maria Bonita" na germinação de alface, tomate e melissa. **Revista brasileira de plantas medicinais**, Botucatu, v.11, n.4, p. 47-56, 2009.

SERRA, A.P.; ALMEIDA, R.G.; LAURA, V.A. Fundamentos técnicos para implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com eucalipto. In: BUNGENSTAB, D. J (Ed.). **Sistemas de Integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012, pp. 50-72.

SILVA, R.R. da.; SARAIVA, T.S. Efeitos alelopáticos de extrato aquoso de serrapilheira de um clone do eucalipto (Gerdau GG100). **Revista Agroveterinária, Negócios e Tecnologias**, Coromandel, v. 3, n. 1, p. 42-56, jan./jun. 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 254p.