



ALELOPATIA DE *Eucalyptus* spp. NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CULTURAS AGRÍCOLAS

SILVA, João Paulo¹; ROCHA, Karla Borelli²; ROCHA, José Henrique Tertulino²

RESUMO (ALELOPATIA DE *Eucalyptus* spp. NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CULTURAS AGRÍCOLAS) - A integração lavoura e floresta busca o consórcio de espécies florestais com culturas agrícolas, no entanto sabe-se pouco sobre mecanismos alelopáticos de espécies de eucalipto. Dessa forma, objetivou-se avaliar o percentual de germinação de sementes de milho, feijão e girassol semeadas em solos coletados sob 5 espécies de eucalipto, a fim de constatar a existência de efeito alelopático devido à presença de compostos no solo. Verificou-se que o fator floresta não influenciou na altura das plântulas recém germinadas e na germinação, sendo assim, não foi encontrado efeito alelopático. Conclui-se que as espécies de eucalipto estudadas podem ser utilizadas nos sistemas de integração lavoura e floresta.

Palavras Chave: Integração lavoura floresta, Sistemas agroflorestais, sustentabilidade.

ABSTRACT (ALLELOPATHY OF *Eucalyptus* spp. IN SEED GERMINATION OF AGRICULTURAL CULTURES) - The crop integration and forest seeks the consortium of forest species with agricultural products, however, know little about the allelopathic mechanism of eucalyptus species. The aim of this study was to evaluate the percentage of seed germination of corn, beans and sunflower seeds in soils collected under 5 eucalyptus species, in order to verify the existence of an allelopathic effect due to the presence of non-soil compounds. The effect was not found, it was not found in allelopathic and it is concluded that as studied eucalyptus species can be used in crop and forest integration systems.

Keywords: Integration crops forest, Agroforestry systems, sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da degradação ambiental, pequenos e médios produtores estão cada vez mais aperfeiçoando técnicas em sistemas mais conservacionistas de

produção. Um dos sistemas conservacionista é a integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF). ILPF é definido como uma estratégia de produção sustentável que integra, na mesma área, atividades agrícolas, pecuária e florestais,

¹ Engenheiro florestal, Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral- FAEF. E-mail: jpsfloresta@gmail.com. ²Docentes do curso de Engenheiro Florestal, Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral-FAEF, karlaborelli0@gmail.com; rocha.jht@gmail.com

em cultivo consorciado, em sucessão ou rotação. Busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica da atividade agropecuária. Desta forma, o sistema ILPF, que tem como objetivo a intensificação do uso da terra, fundamenta-se na integração espacial e temporal dos componentes do sistema produtivo, para atingir patamares cada vez mais elevados de qualidade do produto, qualidade ambiental e competitividade (BALBINO et al., 2011).

O ILPF é um sistema de produção que possibilita o consórcio de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (EMBRAPA, 2011). Entretanto, quando mal planejado este sistema pode resultar em perdas de produtividade (SOUZA; CARDOSO, 2013). De acordo com Taiz e Zeiger (2004), os vegetais podem liberar alguns metabólicos primários e secundários a partir de folhas, raízes e serapilheira em decomposição no ambiente, impedindo dessa forma a germinação ou desenvolvimento de outras plantas, sendo este processo denominado alelopatia. O uso de espécies arbóreas em sistemas ILPF que possuem algum tipo de alelopatia pode prejudicar ou inviabilizar a produção agrícola e pecuária.

Pouco se sabe sobre a existência de algum mecanismo alelopático em espécies de eucalipto. Desta forma, objetivou-se com o trabalho verificar se existe algum efeito alelopático no solo de cinco espécies de eucalipto sobre três culturas agrícolas com potencial de uso em sistema ILPF. Para isso avaliou-se o percentual de germinação de sementes de milho, feijão e girassol semeadas em solos coletados sob 5 espécies de eucalipto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em uma casa de vegetação no viveiro florestal do campus Vulcano I pertencente à Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral- FAEF localizada em Garça/SP. O viveiro encontra-se sob as coordenadas 22°13'31" S e 49°40'21" W a 600 metros de altitude. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é o Cfa, com precipitação média anual de 1.320 mm e temperatura média anual de 20,7 °C (ALVARES et al., 2013). O relevo é ondulado e o solo classificado como Argissolos Vermelho-Amarelo distrófico de textura arenosa sobre média (PRADO, 2003).

O experimento foi conduzido em blocos casualizados no esquema fatorial 6x3, sendo utilizado 5 espécies de

eucalipto + uma área controle e 3 espécies agrícolas em 4 repetições, utilizando 3600 sementes. O tratamento controle consistiu de uma área de cultivo agrícola sem a interferência de espécies arbóreas. As espécies de eucalipto testadas foram *Eucalyptus cloeziana*, *E. paniculata*, *E. pilularis*, *E. camaldulensis* e *E. urophylla* x *grandis* (clone H13) com 12 anos de idade, plantados em uma área adjacente ao viveiro.

Amostras de solo dessas espécies foram coletadas na camada de 0-10 cm para realização do estudo com auxílio de uma pá de corte. O solo foi coletado direto sem nenhum tipo de raspagem superficial. Diversas amostras simples foram coletadas em caminhamento de zigue-zague e unidas para formar uma amostra composta. Após a coleta, as amostras foram homogeneizadas e passadas em uma peneira de 2 mm, durante o peneiramento foi removido os resíduos vegetais de serapilheira e raízes.

As amostras foram acondicionadas em bandejas de alumínio de 2.000 ml as quais foram semeadas com 50 sementes de girassol (*Helianthus annuus*), milho (*Zea mays*) e feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*), e mantidas na casa de vegetação. Para a irrigação, utilizou-se água destilada para que não houvesse interferência no experimento. Essas espécies foram

selecionadas por serem frequentemente utilizadas na região de Garça/SP por pequenos e grandes produtores, sendo testadas em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

Foi avaliada semanalmente a taxa de germinação, para o cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE) proposto por Maguire (1962; Eq. 1) e a altura média das plântulas germinadas em cm, por um período de 21 dias.

$$IVE = N_1/DQ + N_2/D_2 + \dots + N_n/D_n \text{ (Eq.1)}$$

IVE = índice de velocidade de emergência;
N = números de plântulas verificadas no dia da contagem;
D = números de dias após a semeadura em que foi realizada a contagem.

Ao término desses dias, as sementes germinadas foram lavadas em água corrente para que não restassem resíduos de solo em suas raízes. Após a lavagem as plântulas foram acomodadas em sacos de papel, e levadas em estufa de circulação de ar a 65 °C até atingirem massa constante, para a pesagem e obtenção da massa seca das plantas.

Além do teste de germinação, nos povoamentos florestais onde foram coletadas as amostras de solo para realização do experimento foi medido o índice de área foliar (IAF) da floresta e a biomassa de plantas daninhas. O IAF foi

estimado atribuindo notas, segundo a escala proposta por Hakamada et al. (2016). Para isso foi feito caminhamento nas áreas dos eucaliptos e o posicionamento em quatro pontos de observação por espécie no centro das entrelinhas, precisamente no

meio das duas plantas, de acordo com as metodologias de Deliberali et al. (2016). Foi atribuído notas de acordo com a escala de referência proposta por Hakamada et al. (2016; Figura 1).

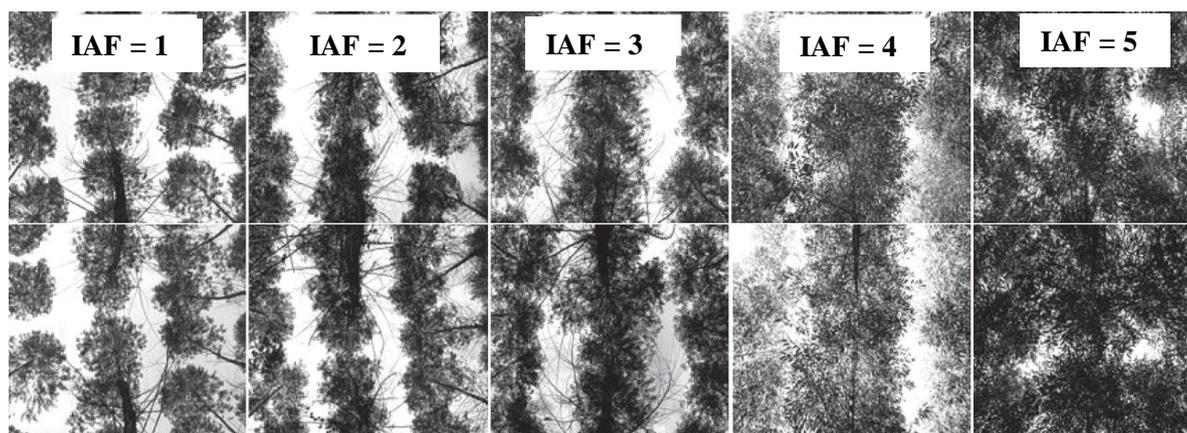


Figura 1- Escalas utilizadas para estimativa visual do IAF (HAKAMADA et al., 2016).

A biomassa de plantas daninhas foi medida utilizando um gabarito quadrado de madeira de 50x50cm, segundo a metodologia adaptada de Pinotti, Sales e Barbosa (2009). Foram coletados 4 amostras por espécies distribuídos aleatoriamente dentro de cada povoamento. Após a coleta o material foi acomodado em sacos de papel e levado a estufa para a obtenção da massa seca.

Os dados foram submetidos à análise de normalidade (Teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias (Teste de Box-Cox). Atendendo as pressuposições, os dados foram submetidos ao teste F e quando significativo ($p < 0,05$) comparados entre si pelo teste de

comparações de médias (teste de Tukey a 5% de probabilidade). Utilizou-se o programa estatístico SISVAR para as análises.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Germinação das culturas agrícolas

Após a implantação do experimento, verificou que no terceiro dia as sementes de girassol e feijão, iniciaram sua germinação e o milho teve sua germinação iniciada no quarto dia. Todas as sementes estavam germinadas no quinto dia após a semeadura. O fator floresta não influenciou na altura das plântulas em nenhuma das épocas avaliadas (Tabelas 1 e

2). As maiores alturas foram observadas para o milho, seguidas pelo feijão e por último o girassol. Poeiras e Carmo (2007), ao analisarem o efeito da serapilheira de *E. grandis* na germinação de feijão guandu também não encontraram efeito alelopático na germinação e no desenvolvimento inicial das plântulas de feijão.

O maior percentual de germinação (em média 92%) foi observado para o feijão, não diferindo do milho (em média 89%). O girassol apresentou o menor percentual de germinação, sendo em média de 83%. A espécie florestal não influenciou na germinação das culturas.

Tabela 1 – Altura (cm) das plântulas aos 7 e 14 dias após a semeadura (DAS) em solos coletados em uma área agrícola e sob cinco espécies de eucalipto.

Floresta	Altura 7 DAS			p=<0,001	Altura 14 DAS			p=<0,001	
	Milho	Girassol	Feijão		Milho	Girassol	Feijão		
<i>E. cloeziana</i>	6,5	4,9	5,9		17,3	11,7	14,1		
<i>E. paniculata</i>	6,0	4,5	6,4		15,8	10,4	13,9		
<i>E. pilularis</i>	5,4	4,8	6,0		15,0	13,7	12,5		
<i>E. camaldulensis</i>	6,6	4,0	7,0		16,0	11,8	14,5		
<i>E. urophylla</i> x <i>grandis</i>	6,0	5,4	6,2		16,0	11,7	15,0		
Controle	6,7	3,9	6,7		14,7	9,5	12,5		
p=0,951	A	B	A	p=0,501	0,214	A	C	B	0,087

¹ Probabilidade do teste F entre culturas agrícolas; ² Probabilidade entre espécies de eucalipto; ³ Probabilidade de interação cultura x eucalipto; ⁴ Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Altura (cm) das plântulas aos 21 dias após a semeadura (DAS) e percentual de germinação em solos coletados em uma área agrícola e sob cinco espécies de eucalipto.

Floresta	Altura 21 DAS			p=<0,001	Germinação (%)			p=0,018	
	Milho	Girassol	Feijão		Milho	Girassol	Feijão		
<i>E. cloeziana</i>	30,6	21,0	21,8		88	82	97		
<i>E. paniculata</i>	26,5	20,3	23,0		96	82	97		
<i>E. pilularis</i>	23,8	22,0	24,2		80	88	97		
<i>E. camaldulensis</i>	24,4	17,9	23,2		87	86	98		
<i>E. urophylla</i> x <i>grandis</i>	30,3	20,7	22,6		94	84	84		
Controle	26,3	16,4	20,6		93	77	80		
p=0,062	A	C	B	0,113	0,540	A	B	A	0,128

¹ Probabilidade do teste F entre culturas agrícolas; ² Probabilidade entre espécies de eucalipto; ³ Probabilidade de interação cultura x eucalipto; ⁴ Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3 – Índice de velocidade de emergência (IVE) e massa seca de milho, girassol e feijão semeadas em solos coletados em uma área agrícola e sob cinco espécies de eucalipto.

Floresta	IVE			p<0,001	Massa seca (g)			p=0,1308
	Milho	Girassol	Feijão		Milho	Girassol	Feijão	
<i>E. cloeziana</i>	11,0	10,2	12,1		15,78	6,64	15,57	
<i>E. paniculata</i>	10,8	11,1	15,1		18,6	8,09	19,24	
<i>E. pilularis</i>	8,8	12,4	15,1		14,82	6,84	18,73	
<i>E. camaldulensis</i>	10,3	13,5	15,2		16,31	6,81	16,70	
<i>E. urophylla</i> x <i>grandis</i>	10,0	11,8	12,5		24,31	7,38	14,74	
Controle	11,1	12,9	12,8		24,43	6,10	14,31	
p=0,303	A	C	B	0,288	p=0,986		p=0,968	

¹ Probabilidade do teste F entre culturas agrícolas; ² Probabilidade entre espécies de eucalipto; ³ Probabilidade de interação cultura x eucalipto; ⁴ Médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O IVE foi em média de 14 para o feijão, 12 para o milho e 10 para o girassol, não sendo observado efeito do fator floresta (Tabela 3). Não foi observada diferença no percentual e velocidade da germinação e no desenvolvimento inicial das plântulas semeadas em solos coletados sob as cinco espécies de eucalipto quando comparado ao solo coletado em área de cultivo agrícola. Este fato indica que nenhuma das espécies de eucalipto em análise apresentaram algum efeito alelopático sob as culturas avaliadas. Desta forma, as espécies de eucalipto estudadas, podem ser utilizadas em sistemas de integração lavoura, pecuária e floresta.

A maior massa seca das plântulas foi para o milho, apresentando média de 19,0 g, seguido do feijão com 16,6 g e o girassol com 7,0 g. Após análise dos dados, não foi encontrado influência da floresta em relação às culturas agrícolas e sua interação (cultura x eucalipto).

3.2 Biomassa de plantas daninhas

Apesar de não ter sido observado efeito alelopático das espécies de eucalipto avaliadas, grande diferença na infestação de plantas daninhas foi observado. A maior biomassa de plantas daninhas foi observada no *E. camaldulensis* e a menor no híbrido (Tabela 4). A diferença na infestação de plantas daninhas mesmo não havendo efeito alelopático se deve as diferenças no IAF (Tabela 4) e consequentemente a disponibilidade de radiação no sub-bosque. Quanto menor o IAF maior a quantidade de luz que ultrapassa o dossel. Segundo Pitelli e Karam (1988), quanto maior a ocorrência de plantas daninhas em uma área, maior será a quantidade de indivíduos que irão competir pelos mesmos recursos do meio, e, portanto mais intensa a disputa sofrida pela cultura.

Foi encontrada diferença estatística entre os IAF (p=0,0001) e o *E. paniculata*

foi a espécie com maior nota (Figura 2 e Tabela 4). Segundo Deliberali et al. (2016), o IAF é importante índice, pois representa

a habilidade das espécies vegetais em deter luz e energia.

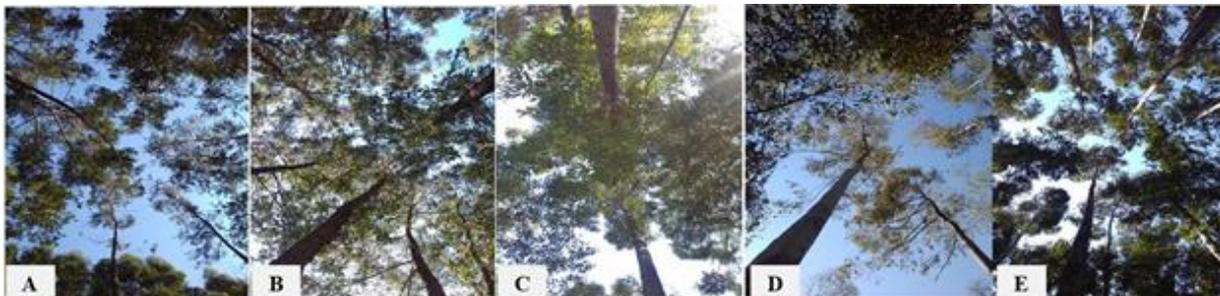


Figura 2- Estimativa do IAF em A: *Eucalyptus cloeziana*, B: *E. paniculata*, C: *E. pilularis*, D: *E. camaldulensis* e E: *E. urophylla x grandis*.

Tabela 4 – Média de massa seca de plantas daninhas (PD) e do IAF de cinco espécies de eucalipto.

Floresta	Massa seca de PD ———kg ha ⁻¹ ———	IAF
<i>E. cloeziana</i>	1933 ab	1,6 b
<i>E. paniculata</i>	1877 ab	4,4 a
<i>E. pilularis</i>	1721 ab	2,2 b
<i>E. camaldulensis</i>	2134 a	1,0 b
<i>E. urophylla x grandis</i>	547 b	1,8 b
	p=0,034	p=0,0001

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

De acordo com Pereira et al. (2014), dentre os fatores que afetam o crescimento das plantas, a luz é o único que não pode ser acumulado para uso posterior, isso significa que a interceptação da luz pelo dossel é definido pelo IAF, altura das plantas e características foliares relacionados à absorção de luz (KROPFF; VAN LAAR, 1993). Como o *E. urophylla x grandis* (clone H13), apresentou rápido fechamento de copa e a iluminação solar é menor, conseqüentemente acarretou o menor índice de plantas daninhas (Tabela 4). Segundo Souto e Aronovich (1992)

quanto maior o sombreamento, maior será a perda de matéria seca das gramíneas. Castro et al (1999) e Andrade et al (2002), afirmam que a matéria seca das gramíneas, são maiores em condição de alta luminosidade.

Os resultados mostraram que as espécies de *Eucalyptus* estudadas não liberam agentes inibidores no solo. Entretanto, as diferenças no IAF e conseqüentemente na quantidade de radiação disponível no sub-bosque indicam que diferentes arranjos de plantio devem ser considerados para diferentes espécies

de eucalipto em sistema ILPF para que a produtividade das culturas e/ou pastagem não seja prejudicada. Além do IAF, o ângulo de inserção foliar (não medido neste estudo) deve ser considerado, visto que esta variável também influencia fortemente na quantidade de luz interceptada pelo dossel.

4. CONCLUSÃO

Não foi identificado efeito alelopático das espécies *Eucalyptus cloeziana*, *E. paniculata*, *E. pilularis*, *E. camaldulensis* e *E. urophylla* x *E. grandis* (clone H13) sob as culturas do milho, girassol e feijão.

5. REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A. ; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Estugarda, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANDRADE, C.M.S.; CARNEIRO, J.C.; VALENTIM, J.F. Efeito do sombreamento sobre as taxas de acumulação de matéria seca de quatro gramíneas forrageiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. 2002. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1 CD-ROM.
- BALBINO, L.C.; CORDEIRO, L.A.M.; PORFÍLIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de; MARTÍNEZ, G.B.; ALVARENGA, R.C.; KICHEL, A.N.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FRANCHINI, J.C.; GALERANI, P.R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, vol.46, n^o.10, p. i-xii, 2011.
- CASTRO C. R. T. de; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 919-927, 1999.
- DELIBERALI, I.; CARNEIRO. R.; MUNHOZ, J.; ALVARES, C.; SCHUMACHER, M. V.; STAPE, J.L. **Manual visual de determinação do Índice de Área Foliar (IAF) do Pinus**. Programa Cooperativo PPPIB: Produtividade Potencial do Pinus no Brasil. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318280390>. Acesso dia 24 de setembro de 2016.
- EMBRAPA, Marco Referencial: **integração, lavoura-pecuária-floresta**. Ed. BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A.O.; STONE, L.F. Brasília, 130p., 2011.
- FLORES, T.B.; ALVARES, C.A.; SOUZA, V.C.; STAPE, J.L. **Eucalyptus no Brasil: Zoneamento climático e guia para identificação**. IPEF, Piracicaba, 447 p., 2016.
- KROPFF, M.J.; VAN LAAR, H.H. **Modelling crop-weed interactions**. Manila: International Rice Research Institute, 1993.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, 1962. 176-177p.

PRADO, H. **Pedologia fácil: aplicações em solos tropicais**. 4 ed. Piracicaba, 284 p., 2013.

PINOTTI, E.B.; SALES, T. C.; MINATEL, L. F. C.; BARBOSA, R. Z. Levantamento e Controle de Plantas Daninhas em Laranja (*Citrus sinensis*). **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 1, p. 1 - 11 2009.

PITELLI, R.A.; KARAM, D. Ecologia de plantas daninhas e a sua interferência em culturas florestais. In: Seminário técnico sobre plantas daninhas e o uso de herbicidas em reflorestamento, 1, Rio de Janeiro, 1988. **Anais**, Rio de Janeiro, 1988, p.44-64.

POEIRAS, L. M.; CARMO, F. M. S. A serapilheira de *Eucalyptus grandis* W. HILL. Influencia o desenvolvimento das plantas e a nodulação radicular em algumas leguminosas. Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu. **Anais...** Caxambu, 2007.

SOUZA, V.M.; CARDOSO, S.B. Efeito alelopático do extrato de folhas de *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de *Lactuca sativa* l. (alface) e *Phaseolus vulgaris* l.(feijão). **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**, Avaré, vol. 03, n. 02, p. 1-6, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.449-484.

SOUTO, S. M.; ARONOVICH, S. **Sombreamento em forrageiras – aspectos microbiológicos**. CNPBS. Seropédica, RJ. 1992.

HAKAMADA, R.E.; NETO C. G.; LEMOS, C.C.Z.; SILVA, S.R.; OTTO, M.S.G.; HALL, K. B.; STAPE, J. L: Validation of an efficient visual method for estimating leaf area index in clonal *Eucalyptus* plantations, **Southern Forests: a Journal of Forest Science**. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2989/20702620.2016.1201641>. 2016.