



IMPACTOS DO SOMBREAMENTO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FOTOSSINTÉTICAS DA BRACHIARIA BRIZANTHA CV. XARAÉS EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

Odilene de Souza Teixeira¹, Ana Karina Dias Salman², Pedro Gomes Cruz², Nislene Molina Guerreiro e Paula³, Henrique Nery Cipriani²

¹ UNIR, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, RO

² Embrapa Rondônia, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Porto Velho, RO

³ ADAF - Agência de Defesa Agropecuária e Florestal do Estado do Amazonas, Humaitá, AM

Resumo

Investigou-se o impacto do sombreamento de *Eucalyptus grandis* sobre as características fotossintéticas da pastagem *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, em sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) e lavoura-pecuária-floresta (ILPF). O estudo foi desenvolvido na Embrapa Rondônia, em uma área de 10 hectares (ha), dividida em dois tratamentos: i) sistema de integração lavoura-pecuária (5 ha), e; ii) sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (5 ha). No sistema de ILPF, as árvores foram arranjadas em sete fileiras com quatro linhas de eucalipto, com distância de 3,0 x 3,0 m entre as plantas. A pastagem foi composta pelo capim-Xaraés consorciada com milho. Para avaliação das características fotossintéticas da pastagem utilizou-se as a interceptação luminosa (IL), o índice de área foliar (IAF) e o ângulo foliar (AF). Os dados foram submetidos a análise de variância e teste F pelo procedimento PROC MIXED e as médias comparadas pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de significância. Os resultados evidenciam que as médias de índice de área foliar ($2,80 \pm 0,22$ vs. $2,58 \pm 0,22$) e do ângulo foliar ($47,21 \pm 1,94$ vs. $44,34 \pm 1,94$) foram semelhantes para os sistemas ILP e ILPF, respectivamente. Contudo, a interceptação luminosa reduziu do pré-pastejo para o pós-pastejo no sistema ILPF. Na média geral, a interceptação luminosa foi menor para o sistema ILPF ($81,89 \pm 1,72$) do que para o ILP ($88,86 \pm 1,72$) ($P < 0,05$). Portanto, ressalta-se que o sombreamento auferido pela copada das árvores no ILPF restringiu a capacidade fotossintética do capim-Xaraés, o que torna-se um alerta, pois pode acarretar em consequências negativas para a produtividade da pastagem.

Palavras-chave: componente arbóreo, *Eucalyptus grandis*, índice de área foliar, interceptação luminosa, sistemas integrados de produção

INTRODUÇÃO

A produção agroalimentar intensiva e sustentável é pautada como substancial para as emergentes mudanças na agricultura e na pecuária, com vistas a preservação dos recursos naturais e mitigação dos impactos ambientais resultantes da atividade humana. Nesse contexto, os sistemas agropastoril e agrossilvipastoril são alvos de pesquisas no Brasil (Salton et al., 2014; Costa et al., 2017; Reis et al., 2021), pois são percebidos como alternativas aos moldes convencionais da exploração agropecuária, com o objetivo de conservar a riqueza natural existente no País, ao mesmo tempo que busca sustentar a elevada produção de alimento, a qual possui exímia importância para a segurança alimentar global.

No entanto, dentre as inúmeras vantagens dos sistemas integrados de produção, evidencia-se que a sua adoção é restrita devido a complexidade operacional e o conhecimento técnico exigido para que o sistema seja implantando de forma adequada (Serra et al., 2012; Bieluczyk et al., 2021). Nesse contexto, o componente arbóreo, do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, é o mais desafiador na busca pelo equilíbrio entre os elementos, uma vez que seu arranjo espacial na pastagem deve proporcionar conforto térmico aos animais (Martins et al., 2021), sem prejudicar a capacidade fotossintética da pastagem, que pode ocorrer em resposta a redução da interceptação luminosa auferida pelo sombreamento (Pezzopane et al., 2020a).

Diante do exposto, ressalta-se que os estudos das diferentes forrageiras para os sistemas de integração são necessários, já que a tolerância e o potencial de adaptação ao sombreamento divergem entre elas (Kichel et al., 2012). Portanto, a presente pesquisa objetivou avaliar o impacto do sombreamento de *Eucalyptus grandis* sob as características fotossintéticas da pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, em sistemas de integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta.

MATERIAIS E MÉTODOS

A experimentação foi conduzida na unidade experimental da Embrapa Rondônia, no município de Porto Velho, no estado de Rondônia. Para isso, utilizou-se uma área de 10 hectares (ha), dividida entre os sistemas de integração lavoura-pecuária (5 ha) e integração lavoura-pecuária-floresta (5 ha). No sistema de ILPF, as árvores foram arranjadas em sete fileiras com quatro linhas de *Eucalyptus grandis*, com distância de 3,0 x 3,0 m entre as plantas. No início do período experimental, as médias do diâmetro do caule à altura do peito e da altura total das árvores eram de 11,9 cm e 13,8 m, respectivamente, e a cobertura da copa era de 61%.

A pastagem foi composta pela cultivar *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés consorciada com milho, na qual, utilizou-se cinco kg de sementes viáveis do capim, semeadas entre as fileiras de milho a 5 cm de profundidade e com espaçamento de 45 cm. O milho safrinha (híbrido LG 6038 PRO) foi semeado no espaçamento de 90 cm com 55.000 plantas/ha. A utilização da pastagem pelos animais foi realizada pelo método de lotação intermitente, com período fixo de ocupação de 10 dias, seguido de 30 dias de descanso. O pastejo foi efetuado por novilhas Girolando, com $380,6 \pm 43,1$ kg de peso corporal e as médias da taxa de lotação foram de 0,86 e 0,83 unidade animal (UA/ha) no ILP e ILPF, respectivamente.

Na sequência, a interceptação luminosa (IL), o índice de área foliar (IAF) e o ângulo foliar da pastagem foram mensurados com o instrumento LI-COR modelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln, NE, EUA). As medidas de IL foram realizadas ao entardecer, considerando 10 pontos representativos do dossel forrageiro, em cada piquete. Para cada mensuração foi realizado uma leitura acima e cinco leituras abaixo do dossel forrageiro (Sbrissia e Silva, 2008). Após as coletas e a tabulação dos dados, esses foram submetidos à análise de variância e teste F pelo procedimento PROC MIXED, com medidas repetidas no tempo, utilizando o método multivariado da máxima verossimilhança restrita (REML), com médias comparadas pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A compreensão dos efeitos da sombra sobre as características fotossintéticas da pastagem auxilia no entendimento sobre a adaptação das espécies forrageiras nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, visto que a tolerância a baixa luminosidade difere entre os genótipos e isso pode inferir na produtividade de biomassa e sustentabilidade do sistema (Guenni et al., 2018). Corroborando com essa premissa, observa-se que a sombra ocasionou alterações na pastagem de capim-Xaraés, visto que a interceptação luminosa reduziu do pré-pastejo para o pós-pastejo no sistema ILPF, assim como, esse atributo foi menor no pós-pastejo em ILPF, quando equiparado com o ILP. Consequentemente, a média geral da interceptação luminosa foi inferior para o sistema ILPF ($81,89 \pm 1,72$) do que para o ILP ($88,86 \pm 1,72$) (Tabela 1) ($P < 0,05$). Diante desses resultados, evidencia-se que o capim-Xaraés quando submetido a sombra apresentou limitação na capacidade de interceptar a luz solar, o que provavelmente pode ter comprometido o seu crescimento, já que a retenção de luz está estritamente relacionada com a eficiência fotossintética da planta (Guenni et al., 2018) e, consequentemente, com o acúmulo de massa de forragem (Geremia et al., 2018).

Na sequência, verifica-se que, de modo contraditório ao esperado, as médias de índice de área foliar ($2,80 \pm 0,22$ vs. $2,58 \pm 0,22$), assim como o ângulo foliar ($47,21 \pm 1,94$ vs. $44,34 \pm 1,94$) foram semelhantes para os sistemas ILP e ILPF, respectivamente (Tabela 1) ($P > 0,05$). Em tese, esperava-se o capim-Xaraés no ILPF apresenta-se modificações no índice de área foliar e no ângulo foliar, com o intuito de aumentar a captação de luz, o que constataria a sua adaptação a sistemas sombreados. Logo, se tais fenômenos fossem verificados, provavelmente não ocorreria a menor interceptação luminosa, visto que as alterações estruturais compensariam a menor luminosidade recebida por ocasião da sombra. Essa concepção foi averiguada com a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk em sistema de integração pecuária-floresta, com árvores plantadas em espaçamento de 3,0 x 3,0 m entre as plantas, na qual as plantas modificaram a arquitetura foliar para beneficiar a incidência luminosa (Paciullo et al., 2007).

Tabela 1. Índice de área foliar (IAF), interceptação luminosa (IL) e ângulo foliar (AF) do capim-Xaraés no pré e pós-pastejo em áreas de integração lavoura-pecuária (ILP) e lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

Variáveis	ILP	ILPF	Médias
Índice de Área Foliar*			
Pré-pastejo	2,73±0,32	3,24±0,32	2,98±0,23
Pós-pastejo	2,88±0,30	2,07±0,30	2,47±0,22
Média	2,80±0,22	2,58±0,22	
Interceptação luminosa			
Pré-pastejo	88,33±2,62	88,27±2,62A	88,30±1,85A
Pós-pastejo	89,40±2,22a	75,51±2,22Bb	82,46±1,56B
Média	88,86±1,72a	81,89±1,72b	
Ângulo foliar			
Pré-pastejo	47,18±3,48	45,61±3,48	46,40±2,46
Pós-pastejo	47,25±1,70	43,06±1,70	45,15±1,20
Média	47,21±1,94	44,34±1,94	

Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas na linha e maiúsculas na coluna) não diferem entre si, pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de significância. ± EP = Erro-Padrão. *Transformação para log10.



Por fim, ressalta-se que os resultados apresentados no presente estudo estão condicionados ao arranjo do componente florestal que foi utilizado, logo novas estratégias de plantios ou adição de manejos como a poda ou debaste (Pezzopane et al., 2020b) podem conferir diferentes desfechos. Nesse sentido, Geremia et al. (2018) demonstraram que a *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, quando manejada em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com distintos níveis de sombreamento das árvores, obteve modificações morfológicas, produtivas e qualitativas, sendo que os resultados mais satisfatórios foram encontrados para o sombreamento moderado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sombreamento do capim-Xaraés, quando submetido ao sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, ocasionou alterações nas características associadas à capacidade fotossintética dessa forrageira, quando comparado a pastagem à pleno sol. Diante do exposto, não se recomenda a utilização do capim-Xaraés na mesma combinação do componente arbóreo utilizado na presente pesquisa, com arranjo das árvores em sete fileiras com quatro linhas e distância de 3,0 x 3,0 m entre as planta. Entretanto, sugere-se que novas investigações sejam realizadas com diferentes densidades e disposições de linhas de árvores, visto que esses são os principais influenciadores na restrição da luminosidade.

REFERÊNCIAS

Bieluczyk, W.; Piccolo, M.C.; Pereira, M.G.; Lambais, G.R.; Moraes, M.T.; Soltangheisi, A.; Bernardi, A.C.C.; Pezzopane, J.R.M.; Bosi, C.; Cherubin, M.R. Eucalyptus tree influence on spatial and temporal dynamics of fine-root growth in an integrated crop-livestock-forestry system in southeastern Brazil. *Rhizosphere*, v. 19, 100415, 2021.

Costa, M.P.; Schoeneboom, J.C.; Oliveira, S.A.; Viñas, R.S.; Medeiros, G.A. A socio-eco-efficiency analysis of integrated and non-integrated crop-livestock-forestry systems in the Brazilian Cerrado based on LCA. *Journal of Cleaner Production*, v.171, p.1460-1471, 2018.

Guenni, O.; Romero, E.; Guédez, Y.; Guenni, L.B.; Pittermann, J. Influence of low light intensity on growth and biomass allocation, leaf photosynthesis and canopy radiation interception and use in two forage species of *Centrosema* (DC.) Benth. *Grass and Forage Science*, v.1, p-1-12, 2018.

Kichel, A.N.; Bungenstab, D.J.; Zimmer, A.H.; Soares, C.O.; Almeida, R.G. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e o progresso do setor agropecuário brasileiro. In: Bungenstab, D.J. *Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável*. Brasília: Embrapa, 2012. p.1-9.

Martins, C.F.; Fonseca-Neto, A.M.; Bessler, H.C.; Dode, M.A.N.; Leme, L.O.; Franco, M.M.; McManus, C.M.; Malaquias, J.V.; Ferreira, I.C. Natural shade from integrated crop-livestock-forestry mitigates environmental heat and increases the quantity and quality of oocytes and embryos produced in vitro by Gyr dairy cows. *Livestock Science*, v.244, 104341, 2021.

Paciullo, D.S.C.; Carvalho, C.A.B.; Aroeira, L.J.M.; Morenz, M.J.F.; Lopes, F.C.F.; Rossiello, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, p.573-579, 2007.

Pezzopane, J.R.; Bonani, W.L.; Bosi, C.; Rocha, E.L.F.; Bernardi, A.C.C.; Oliveira, P.P.A.; Pedroso, A.F. Reducing competition in a crop-livestock-forest integrated system by thinning eucalyptus trees. *Experimental Agriculture*, v.1, p.1-13, 2020b.

Pezzopane, J.R.M.; Bernardi, A.C.C.; Azenha, M.V.; Oliveira, P.P.A.; Bosi, C.; Pedroso, A.F.; Esteves, S.N. Production and nutritive value of pastures in integrated livestock production systems: shading and management effects. *Scientia Agricola*, v.77, 20180150, 2020a.

Reis, J.C.; Rodrigues, G.S.; Barros, I.; Rodrigues, R.A.R.; Garrett, R.D.; Valentim, J.F.; Kamoi, M.Y.T.; Michetti, M.; Wruck, F.J.; Rodrigues-Filho, S.; Pimentel, P.E.O.; Smukler, S. Integrated crop-livestock systems: A sustainable land-use alternative for food production in the Brazilian Cerrado and Amazon. *Journal of Cleaner Production*, v.283, 124580, 2021.

Salton, J.C.; Mercante, F.M.; Tomazi, M.; Zanatta, J.A.; Concenço, G.; Silva, W.M.; Retore, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. *Agriculture, Ecosystems*



and Environment, v.190, p.70-79, 2014.

Sbrissia, A.F.; Silva, S.C. Comparação de três métodos para estimativa do índice de área foliar em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, p.212-220, 2008.

Serra, A.P.; Bungenstab, D.J.; Almeida, R.G.; Laura, V.A.; Ferreira, A.D. Fundamentos técnicos para implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com eucalipto. In: Bungenstab, D.J. *Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável*. Brasília: Embrapa, 2012. p. 49-72.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Rondônia (FAPERRO, Porto Velho, Brasil; processo nº 0012427578201816.057/2018) e ao Fundo Amazônia (BNDES, Brasília, Brasil; convênio nº 15.2.0897.2 - CID 10200.160036.3) pelo financiamento do projeto.