

PRODUÇÃO DO MILHO SOB SOMBREAMENTO DE EUCALIPTO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

Arystides Resende Silva¹, Agust Sales², Carlos Alberto Costa Veloso¹ e Eduardo Jorge Maklouf Carvalho¹

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Amazônia Oriental. Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n, Bairro Marco, Caixa Postal, 48, CEP 66095-100 Belém, PA. E-mail: arystides.silva@embrapa.br, carlos.veloso@embrapa.br, eduardo.maklouf@embrapa.br.

²Universidade do Estado do Pará, curso de Engenharia Florestal. Rodovia PA-125, s/n, Bairro Angelim, CEP 68625-000, Paragominas, PA. E-mail: agustsales@hotmail.com.

RESUMO: O sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) é caracterizado por permitir o uso potencialmente mais sustentável do solo em função da exploração agrícola e florestal. Seu está relacionado com alguns fatores, como o cultivo de espécies tolerantes ao sombreamento e práticas de manejo que permitam a sua produtividade. Objetivou-se avaliar a influência dos renques de eucalipto sobre o desenvolvimento da cultura do milho em consórcio com forragem no sistema iLPF. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 4 repetições. As parcelas foram compostas no sistema iLPF: sendo amostrado em três distâncias a 2,5 m do renque florestal, a 5 m e a 10 m. Avaliou-se a altura de planta e espiga, a produção de grãos e estande de plantas. As variáveis altura de planta e altura de espiga não apresentam diferença significativa em função da distância entre os renques de árvores. Não foi verificado influência das distâncias entre os renques de eucalipto e as linhas da cultura em relação à produtividade de grãos. O sombreamento dos renques de eucalipto com três anos de cultivo não provocou impacto negativo no desenvolvimento da cultura do milho em consórcio com forragem.

PALAVRAS-CHAVE: cultivos florestais, produção de grãos, sistemas integrados.

MAIZE PRODUCTION UNDER EUCALYPTUS SHADING IN INTEGRATION SYSTEM CROP-LIVESTOCK-FOREST

ABSTRACT: The Crop-Livestock-Forest integration system (iLPF) is characterized by allowing the use potentially more soil sustainable in function of the exploration agricultural and forestry. The success of this system is related with some factors, as the cultivation of species tolerant to shading and handling practices that allow their productivity. Aimed up evaluate the influence of eucalyptus lines on the development of maize intercropped with forage in iLPF system. The experimental design utilized was a randomized block, with four replications. The plots were composed in iLPF system: being shown in three distances 2.5 m rows forest, 5 m and 10 m. We evaluated the plant height and tenon, grain productivity and stand of plant. The variables height of plant and height of tenon not present significant difference in function on the distance between the lines of trees. There was no influence of the distances between the lines of eucalyptus and the lines of the culture in relation to grain productivity. The shade of eucalyptus rows with three years of cultivation did not cause negative impact on the development of maize intercropped with forage.

KEY WORDS: forest crops, grain production, integrated systems.

INTRODUÇÃO

O sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) é caracterizado por cultivar diversas espécies de plantas perenes, arbóreas ou herbáceas em associação com cultivos agrícolas e com animais. Esse sistema permite uma forma de uso potencialmente mais sustentável do solo em função da exploração agrícola e florestal, proporcionando produção mais eficiente de alimento e madeira (Balbino et al., 2011).

O sistema iLPF otimiza as interações biológicas entre os cultivos agrícolas, árvores e animais e reduz os efeitos da erosão hídrica mantendo os teores de matéria orgânica quando comparado com outras aplicações agrícolas (Molua, 2005; Aguiar et al., 2010). O cultivo de árvores aumenta o consumo de água das chuvas, porém, promove maior retenção de água no solo, aumenta o potencial de sequestro de carbono (Albrecht & Kandji, 2003; Wang et al., 2011;) e auxilia no controle da temperatura e umidade local.

O sucesso desses sistemas está relacionado com alguns fatores, como o cultivo de espécies tolerantes ao sombreamento e práticas de manejo que permitam a sua produtividade. A cultura do milho em consórcio com forragem, principalmente as do gênero *Brachiaria*, apresenta destaque no sistema iLPF em função desta cultura exercer domínio sobre as forrageiras e por possibilitar colheita mecanizada tanto para grãos quanto para silagem (Souza et al., 2008; Nascimento & Carvalho, 2011), contudo, pode apresentar declínio na produtividade nas áreas mais próximas das copas das árvores (Mendes, 2013).

Alguns fatores podem influenciar na produtividade do milho, como água, temperatura, radiação solar e luminosidade. A luminosidade é o fator mais importante a ser notado em sistemas integrados em que as espécies arbóreas já apresentem porte adiantado, pois interceptam parte da radiação incidente, reduzindo a luminosidade onde o milho vai ser cultivado. A absorção de elementos minerais pelas plantas não está relacionada diretamente com a luz, porém, o sombreamento das árvores sobre os cultivos afeta processos biológicos passíveis de alterar a sua composição mineral, como a fotossíntese, transpiração e respiração, entre outros (Clark, 1981; Mendes, 2013).

Diante dessas considerações, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do sombreamento de eucalipto no desenvolvimento da cultura do milho BRS 1030 em consórcio com *Brachiaria ruziziensis* em sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Vitória, município de Paragominas, PA (altitude de 89 metros a 02°57'29,47" S de latitude e 47°23'10,37" W de longitude). O clima da região é do tipo Aw, pela classificação de Koppen. A temperatura média anual varia entre 23,3°C a 27,3°C e a umidade relativa do ar apresenta média anual de 81%. A precipitação média anual é de 1743 mm. Os dados meteorológicos referentes ao período de realização do experimento estão descritos na Figura 1.

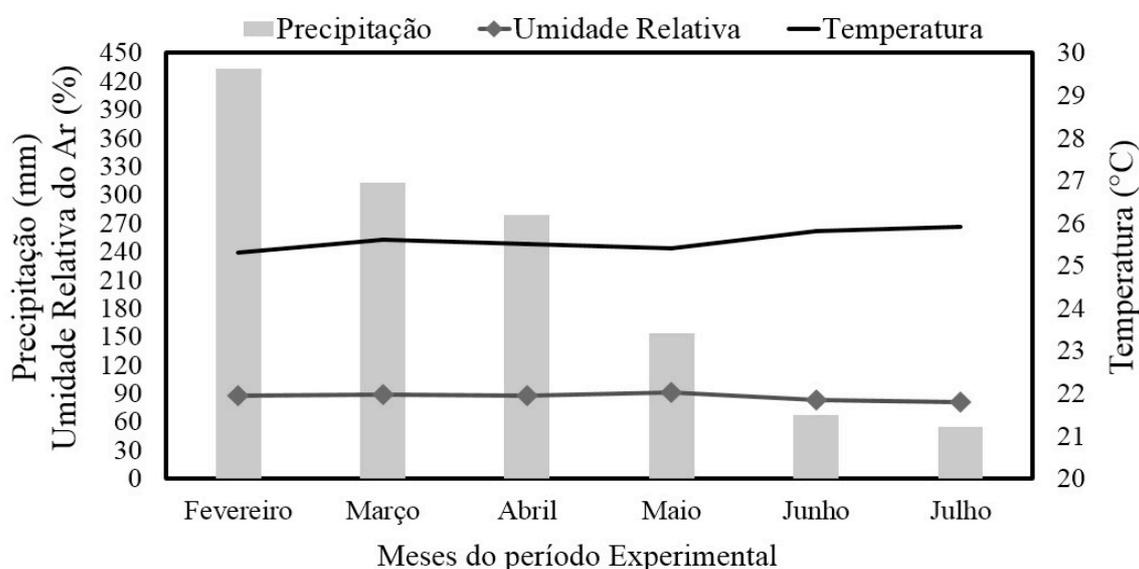


Figura 1. Dados Meteorológicos durante a realização do experimento, Paragominas-Pa, 2012
Fonte: Inmet (2015)

O solo foi classificado como Latossolo Amarelo textura argilosa (EMBRAPA, 2006), sendo os atributos químicos e granulométricos analisados antes da implantação do experimento nas camadas 0-10 e 10-20 cm, utilizando a metodologia da EMBRAPA (1997), exceto a matéria orgânica (MO) que foi determinada através do método de Walkley & Black, descrito em Black (1965) (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos¹ químico e granulométricos da área experimental nas profundidades 0-10 e 10-20 cm, Fazenda Vitória, Paragominas-PA, 2012

Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	M.O. dag.kg ⁻¹	P Mg.kg ⁻¹	Ca	Mg	K	Al	H+Al	Areia	Silte	Argila
				cmolc.dm ⁻³				g.kg ⁻¹			
0-10	5,88	2,54	5,67	3,88	1,22	0,46	0,10	3,74	56	284	660
10-20	6,27	1,82	9,17	4,80	1,13	0,24	0,10	2,34	43	232	725

¹Análises realizadas no laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental. MO = Matéria Orgânica; P = Fósforo; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; K = Potássio; Al = Alumínio; H+Al = Hidrogênio + Alumínio.

A implantação do sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) foi realizada em fevereiro de 2009, ocupando uma área de 4,05 ha com cultivo de milho (BRS 1030) em consórcio com *Brachiaria ruziziensis* e interposto com eucalipto (*Eucalyptus urophylla*). Para o arranjo espacial das árvores empregou-se o plantio em renques, cada um com 2 linhas, no espaçamento 3x3 m. A distância entre renques foi de 22 m, o que totalizou 20% por ha da área ocupada pelas faixas dos renques e densidade de 267 árvores.ha⁻¹. No plantio do eucalipto foi aplicado 300g de fosfato Arad e 100g de super fosfato simples por cova. A adubação de cobertura foi realizada em maio de 2009, após o coroamento das mudas, com 60 g de uréia e 40g de KCl por planta. No período de 2009 a 2011 realizou-se cultivos anuais de milho (2009/2010), soja (2010/2011) e milho (2011/2012), todos consorciados com *Brachiaria ruziziensis* e intercalado com eucalipto (*Eucalyptus urophylla*).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 4 repetições, em esquema de parcela subdividida com três parcelas (distâncias do renque florestal) e cinco subparcelas (variáveis da cultura). As parcelas foram compostas no sistema iLPF: sendo amostrado em três distâncias a 2,5 m do renque florestal, a 5 m e a 10 m. As subparcelas foram compostas por cinco variáveis analisada: a altura (m) de planta e espiga do milho; teor de umidade dos grãos (%); produtividade de grãos em kg.ha⁻¹; estande de plantas (número de plantas.ha⁻¹).

O milho (BRS 1030) foi semeado no mês fevereiro de 2012 em linhas com espaçamento de 0,60 m, após aplicação de glifosato, com adubação de base de 330 kg.ha⁻¹ da formulação 10-28-20. Em março e maio, foram realizadas adubações de cobertura com 200 kg.ha⁻¹ (Uréia + KCl, 2:1) e 180 kg (Uréia + KCl, 2:1), respectivamente. Em maio de 2012, foi semeada a *Brachiaria ruziziensis* (20 kg.ha⁻¹). A colheita do milho foi realizada mecanicamente em julho de 2012.

A avaliação do milho ocorreu através da coleta de amostras em três linhas de 5 metros lineares por faixa (área útil da parcela 10,5 m²), onde determinou-se: a altura (m) de planta e espiga do milho; teor de umidade dos grãos (%); produtividade de grãos em kg.ha⁻¹; estande de plantas (número de plantas.ha⁻¹).

Os resultados foram submetidos à análise de variância através do programa estatístico SISVAR® e quando significativo às médias foram comparadas pelo teste de Tukey p<0,05 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis altura de planta e altura de espiga não apresentam diferença significativa em função da distância entre os renques de árvores, sendo 2,60 m a média para altura de planta com valor mínimo de 2,43 m para o tratamento 5 m e valor máximo de 2,70 m para o tratamento 2,5 m. A altura de espiga obteve média de 1,39 m, sendo o valor mínimo 1,32 m para o tratamento 5 m e valor máximo de 1,45 m para o tratamento 2,5 m (Tabela 2).

Tabela 2 - Características agronômicas e produtivas do milho BRS 1030 em sistema iLPF, nas distâncias 2,5, 5 e 10 m em relação à linha de plantio do eucalipto, Paragominas - PA (2012)

Tratamento*	Altura		Umidade colheita (%)	Produtividade			Estande (planta.ha ⁻¹)
	planta (m)	espiga (m)		(kg.ha ⁻¹)	(saca.ha ⁻¹)	(kg.planta ⁻¹)	
2,5 m	2,70	1,45	31,7	5.139,48	85,5	0,13	38.938
5 m	2,43	1,32	32,5	5.507,28	91,7	0,15	36.947
10 m	2,65	1,40	34,7	5.580,45	93,2	0,11	50.664
CV (%)	12,87	11,65	5,72	15,38	15,49	15,44	18,16

Médias na coluna não diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

*Distância em relação ao renque de eucalipto.

As variáveis altura de planta e espiga obtiveram coeficiente de variação (CV) de 12,87% e 11,65%, respectivamente, e 15,38% para a produção de grãos (kg.ha⁻¹). A precisão experimental calculada pelo CV foi considerada dentro da normalidade, pois de acordo com BRASIL (2012), na cultura do milho só devem ser considerados os experimentos cujos coeficientes de variação experimental (CV) sejam inferiores ou iguais a 20%.

Corroborando com Ramella et al. (2013), onde obteve resultados de CV inferiores a 20% para estas variáveis na cultura, sendo CV de 3,21% (altura de planta), 6,24% (altura de espiga) e 5,49% (produtividade de grãos), em estudo onde avaliou-se a influência de quatro densidades de semeadura de *Brachiaria brizantha* na modalidade de consorciação com a cultura do milho.

Na comparação da produtividade, não foi verificado influência das distâncias entre os renques de eucalipto e as linhas da cultura em relação à produtividade de grãos (kg.ha⁻¹ e saca.ha⁻¹). A produção de grãos por indivíduo foi de 0,13, 0,15 e 0,11 kg.planta⁻¹ para os tratamentos 2,5 m, 5 m e 10 m, respectivamente (Tabela 2).

No período da colheita do milho as árvores de eucalipto apresentavam altura média (11,82 m) cerca de 355% superior à altura média do milho, indicando que os renques de árvores exerceram sombreamento sobre as linhas de plantio do milho. Porém, essa similar produtividade de grãos provavelmente está relacionada em função das árvores de eucalipto

possuir copa aberta e folhas subopostas e alternadas, lanceoladas e que se estreitam abruptamente em uma ponta curta (Seln & Mitlöhner, 2011), ocasionando sombreamento falhado.

No estudo de Mendes (2013), onde o milho foi avaliado no sistema agrossilvipastoril em diferentes distâncias das árvores, ocorreu queda na produtividade à medida que se aproximava das linhas do plantio florestal, entretanto, as árvores apresentavam altura média de 9 m e 30 cm de DAP exercendo alto sombreamento visto que a espécie utilizada (*Cordia oncocalyx*) possui características de copa densa e folhas oblongas que medem cerca 25 cm de comprimento e 9 cm de largura.

As diferenças no tamanho da copa e no índice de área foliar das espécies arbóreas utilizadas podem ter influenciado os diferentes resultados entre os estudos, visto que o milho não suporta sombreamento (Kho, 2000; Reynolds et al., 2007). Segundo Ding & Su (2010), o declínio no rendimento das plantas sombreadas, quando comparadas com às completamente expostas ao sol, está relacionada às alterações na radiação fotossintética ativa incidente, à temperatura do ar e à concentração de CO₂.

Pariz (2011), avaliando o consórcio de milho com diferentes forrageiras, obteve produtividade de grãos de 5.419 kg.ha⁻¹ com população de 55.000 planta.ha⁻¹ para o consórcio de milho com *Brachiaria ruziziensis*, rendimento similar ao obtido no presente estudo.

Ressalta-se que a produtividade média de grãos (5.409 kg.ha⁻¹) obtida neste trabalho foi superior à produtividade média de grãos estadual e nacional na safra 2014/15 (2.841 e 5.208 kg.ha⁻¹, respectivamente) (CONAB, 2015). Esta maior produtividade pode estar relacionada aos altos volumes de precipitações ocorridas no período de cultivo (Figura 1), pois permitiram bom desempenho dos cultivos em função da diminuição na competição por água (Bergamaschi et al., 2004).

Os renques de eucalipto agregaram valor à área visto que essa espécie florestal possui bom desenvolvimento nestes sistemas, rápido crescimento e idades de corte, além de diversificar a renda do produtor (Martha Jr. et al., 2011) e auxiliar no manejo racional do solo reduzindo a necessidade de abertura de novas áreas.

CONCLUSÃO

O sombreamento dos renques de eucalipto com três anos de cultivo não provocou impacto negativo no desenvolvimento da cultura do milho em consórcio com forragem.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Sr. Thales Barros proprietário da fazenda Vitória, o Projeto iLPF, Projeto PECUS e ao Banco da Amazônia (BASA) e rede de fomento iLPF pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, A.; KANDJI, S.T. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.99, p.15-27, 2003.

AGUIAR, M.I.; MAIA, S.M.F.; XAVIER, F.A.S.; MENDONÇA, E.S.; ARAÚJO FILHO, J.A.; OLIVEIRA, T.S. Sediment, nutrient and water losses by water erosion under agroforestry systems in the semi-arid region in northeastern Brazil. **Agroforestry Systems**, v.79, p.277-289, 2010.

BALBINO, L.C.; CORDEIRO, L.A.M.; PORFIRIO DA SILVA, V.; MORAES, A.; 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, v.46, n.10, p.i-xii, out. 2011.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MÜLLER, A.G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 9, p. 831- 839, 2004.

BLACK, C.A. *Methods of Soil Analysis: Part 2 – Chemical and Microbiological Properties*. Madison: **American Society of Agronomy**, 1159p. 1965.

BRASIL. **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**. Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão para inscrição no registro nacional de cultivares – RNC. Disponível em: <http://www.cisoja.com.br/downloads/legislacao/anexo_PT_294_4.pdf. Acesso em: 14 set. 2012.

CLARK, R.B. Effect of light and water stress on mineral element composition of plants. **Journal Plant Nutrition**, v. 3, n. 5, p. 853-885, 1981.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento Safra Brasileira Grãos, v. 2 - Safra 2014/15**, n. 7 - Sétimo Levantamento, Brasília, p. 1-100, abr. 2015.

DING, S.; SU, P. Effects of tree shading on maize crop within a Poplar-maize compound system in Hexi Corridor oasis, northwestern China. **Agroforestry Systems**, v.80, p.117-129, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA), **Manual de métodos de análises do solo**. Centro Nacional de pesquisa em solos. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 2º ed. 212 p. 1997.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, nov./dez., 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Inmet). **Estações e dados/ Estações automáticas – gráficos**. 2015. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>. Acesso em: 02 fev. 2015.

KHO, R.M.A. general tree-environment-crop interaction equation for predictive understanding of agroforestry systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.80, p.87-100, 2000.

MARTHA JUNIOR, G.B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1117-1126, 2011.

MENDES, M.M.S. Desenvolvimento do milho sob influência de árvores de pau-branco em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.10, p.1342-1350, out. 2013.

MOLUA, E.L. The economics of tropical agroforestry systems: the case of agroforestry farms in Cameroon. **Forest Policy and Economics**, v.7, p.199-211, 2005.

NASCIMENTO, R.S.; CARVALHO, N.L. Integração lavoura-pecuária. **Monografias ambientais – REMOA/UFSM**, Santa Maria, v.4, n.4, p. 828-847, 2011.

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M.V.; BERGAMASCHINE, A.F.; MELLO, L.M.M.; LIMA, R.C.; Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.5, p.875-882, 2011.

RAMELLA, J.R.P.; BATTISTUS, A.G.; SILVA, C.; LIBARDI, K.D.C.; CASTAGNARA, D.D.; OLIVEIRA, P.S.R.; NERES, M.A. Influência do sistema lavoura-pecuária com Zea mays L. e Brachiaria brizantha nas variáveis produtivas da cultura do milho. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, n. 2, p.96-104, 2013.

REYNOLDS, P.E.; SIMPSON, J.A.; THEVATHASAN, N.V.; ANDREW, M.G. Effects of tree competition on corn and soybean photosynthesis, growth, and yield in a temperate tree-based agroforestry intercropping system in Southern Ontario, Canada. **Ecological Engineering**, v.29, p.362-371, 2007.

SELN, C.C.; MITLÖHNER, R. *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake: ecology and silviculture in Vietnam. **Bogor: CIFOR**, 2011. 26 p. Disponível em: <http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BCIFOR_1108.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2013.

SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; LIMA, C.V.S.; ANGHINONI, I.; MEURER, E.J.; CARVALHO, P.C.F. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema de integração lavoura-pecuária submetido a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 1273-1282, 2008.

WANG, Y.; ZHANG, B.; LIN, L.; ZEPP, H. Agroforestry system reduces subsurface lateral flow and nitrate loss in Jiangxi Province, China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.140, p.441-453, 2011.