

Consortação de Culturas com o Eucalipto no Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta¹

Maria Celuta Machado Viana², Ramon Costa Alvarenga³, Maria Helena Tabim Mascarenhas², Geraldo Antônio Resende Macedo², Edilane Aparecida Silva⁴, Karina Toledo da Silva², Pedro César de Oliveira Ribeiro⁵

¹Projeto de pesquisa financiado pela FAPEMIG

²EPAMIG Centro Oeste, bolsista FAPEMIG, C.P.295, Sete Lagoas-MG. mcv@epamig.br; mhtabimm@epamig.br, geraldomacedo@epamig.br, karinatoledo@epamig.br, ³Embrapa Milho e Sorgo, C.P. 285, Sete Lagoas-MG. ramon@cnpms.embrapa.br, ⁴EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba, Uberaba, edilane@epamig.br, ⁵Acadêmico da UFSJ, Sete Lagoas, MG, bolsista PIBIC/FAPEMIG, pedroagroufsj@yahoo.com

RESUMO – O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) tem sido amplamente utilizado nos últimos anos para recuperar o potencial produtivo de áreas degradadas de culturas e pastagens. O experimento foi conduzido na EPAMIG/Prudente de Moraes com o objetivo de avaliar a influência de diferentes arranjos espaciais de eucalipto na produção de das culturas de feijão, sorgo e milho cultivado no sistema iLPF. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas com três repetições. Os plantios do feijão, sorgo e milho foram feitos entre as faixas do eucalipto nos arranjos (3 x 2) + 20 m, (2 x 2) + 9 m e 9 x 2m e em monocultivo, a pleno sol. Para o feijão e o sorgo, não houve diferença nas produtividades obtidas no sistema consorciado e em monocultivo. No entanto, estas produções são inferiores em função da menor área física ocupada pelas culturas no sistema de ILPF. As maiores produtividades foram registradas nas linhas centrais de plantio para o feijão e milho. Para todas as culturas foi observado influência dos arranjos espaciais do eucalipto sobre as produtividades, com maiores produções no arranjo (3 x 2) + 20 m.

Palavras-chave: arranjos, feijão, milho, sorgo, sistema agrossilvipastoril

Introdução

A integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) vem se consolidando como uma tecnologia economicamente viável para a recuperação e renovação de pastagens degradadas nos Cerrados. Essa tecnologia propicia, além da formação ou recuperação das pastagens, a produção de grãos e/ou silagem juntamente com a exploração do eucalipto para fins energéticos ou madeireiros.

Um requisito fundamental para o sucesso da iLPF está relacionado com a escolha das espécies que irão compor o sistema. As lavouras e forrageiras devem ser produtivas, parcialmente tolerantes ao sombreamento e adaptadas às condições edafoclimáticas do local de implantação. Isto se torna mais relevante em se tratando de áreas de cerrado, com características particulares de solos ácidos de baixa fertilidade e estação seca bem definida e

prolongada. As culturas do feijão (SILVA et al., 2006), do sorgo (VIANA et al., 2010) e do milho (VIANA et al., 2011, MACEDO et al., 2006,) atendem a estes requisitos, além de consorciarem bem com as forrageiras do gênero *Brachiaria*, por fecharem rapidamente o solo, causando redução da luz disponível para a forrageira, diminuindo sua taxa de crescimento.

Em relação aos arranjos espaciais, o plantio mais adensado do eucalipto, nos espaçamentos de 3 x 2m e 3 x 3m, a partir de certa idade, apresentam limitações para o cultivo de lavouras tendo em vista a competição por água e nutrientes e pela redução na disponibilidade lumínica. No entanto, em arranjos mais amplos, as lavouras podem se estabelecer nas faixas de plantio, na entrelinha do eucalipto (OLIVEIRA et al., 2007).

Objetivou-se neste trabalho avaliar a influência de diferentes arranjos estruturais sobre a produção do feijão, do sorgo forrageiro e do milho cultivado no sistema de integração lavoura pecuária-floresta na região central de Minas Gerais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na EPAMIG, Prudente de Moraes, MG (19°27'15'' S e 44°09'11'' W, e 732 m de altitude) no período de novembro de 2010 à junho 2011 em uma área de eucalipto implantada em junho de 2008, no sistema de integração lavoura pecuária-floresta. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, textura argilosa.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas foram distribuídas os arranjos espaciais para o eucalipto em linhas duplas: (3 x 2) + 20m, (2 x 2) + 2 m, e em linha simples: 9 x 2 m. As subparcelas consistiram no local de amostragem: sob a projeção da copa do eucalipto e no centro da faixa em cada arranjo. As culturas utilizadas para compor o sistema foi o clone de eucalipto GG100 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*), a cultivar pérola de feijão, o sorgo forrageiro BRS 610 e o híbrido de milho BRS 3060 e a forrageira *Brachiaria decumbens* cv Basilisk. A área útil de cada subparcela foi constituída de 3 linhas de 4 m lineares. Na época de plantio das lavouras, o eucalipto estava com 29 meses de idade e altura média de 15,4 m. Em área adjacente ao experimento foi feito o plantio das culturas em monocultivo, a pleno sol. O milho e o sorgo foram semeados em novembro/2010, no sistema de plantio direto utilizando-se semeadora mecanizada para plantio consorciado, com 3 linhas de milho/sorgo espaçadas em 70 cm e 9 linhas de capim espaçadas em 23 cm. O plantio foi feito mantendo uma distância mínima de 1,5 m do eucalipto. O feijão foi plantado em janeiro de 2011 no espaçamento de 0,50 m, na densidade de 15 sementes/m. A adubação de plantio para estas culturas consistiu de 350 kg/ha 08-28-16 + Zn. Para o milho e sorgo foi feita adubação de

cobertura utilizando 100 kg/ha de nitrogênio (parcelado em duas aplicações). Foram feitos todos os tratos culturais e silviculturais necessários para cada cultura, respeitando-se as suas respectivas recomendações técnicas.

O sorgo e o milho foram colhidos para ensilagem com teor de matéria seca na planta variando de 25 a 34%. A amostragem foi realizada em uma área de 3 linhas x 4 m, retirando-se uma amostra da planta inteira para determinação de matéria seca. As amostras foram pesadas e secas em estufa com circulação forçada de ar, por 72 horas a 65°C e posteriormente foram moídas em moinho tipo Willey, acondicionadas em recipientes de vidro e determinados os teores de matéria seca (MS) a 105°C, segundo AOAC (1995). Foi avaliada a altura da planta, diâmetro do colmo, teor de matéria seca (MS), a produtividade e a produção corrigida para a área efetivamente ocupada pelo milho em cada arranjo (Tabela 1).

Os dados foram submetidos à análise de variância e testes de média, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Resultados e Discussão

A interação entre os arranjos espaciais de plantio do eucalipto e o local de amostragem (centro e sob a copa das árvores) foi significativa ($P < 0,01$) para a produtividade e produção do feijão corrigida para área ocupada pela cultura no sistema de iLPF (Tabela 2). Nas avaliações realizadas no centro da faixa foram observadas diferenças na produção de feijão nos diversos arranjos, com valores muito superiores no espaçamento mais amplo (20 m). Pode-se observar que a produtividades do feijão neste espaçamento foi semelhante àquela obtida no plantio desta cultura em monocultivo, conduzida a pleno sol. Produtividades semelhantes às obtidas neste trabalho foram relatadas por Silva et al. (2006) para o feijão cultivado no sistema de integração lavoura-pecuária, na região de Viçosa. Não houve diferença nas produções de feijão no arranjo de 9 m com linha dupla e simples. Somente no espaçamento de 20 m foi observado diferença entre a amostragem realizada no centro da faixa e sob a copa das árvores. Neste arranjo, a produtividade do feijão foi apenas 25,79% daquela obtida no centro da parcela. Este resultado pode ser explicado pela maior competição por luz, água e nutrientes existente na área de influência do eucalipto, sob a sua copa, o que pode ter afetado o desenvolvimento do feijão neste sistema. À exceção do feijão colhido no centro da faixa de 20 m as produções foram muito baixas. Além do sombreamento causado pelo eucalipto com idade de 29 meses e medindo em torno de 15 m outro fator que pode ter contribuído está relacionado com a distribuição de chuvas no período experimental (Figura 1)

Para a cultura do sorgo não foi observado significância ($P < 0,05$) nos diferentes tratamentos para altura de planta e teor de matéria seca. Para o diâmetro de colmo foram detectadas diferenças ($P < 0,05$) entre os arranjos espaciais e entre a amostragem realizada no centro e sob a copa das árvores (Tabela 3). Foram observados acréscimos de 100% no diâmetro do colmo nas plantas de sorgo conduzidas no maior espaçamento (20 m) em relação àquelas que se desenvolveram no arranjo mais adensado (2 x 2)+9 m. Não houve diferença entre o diâmetro das plantas conduzidas sob o arranjo de 9 m, em linha simples e duplas. O diâmetro das plantas de sorgo coletadas no centro de cada faixa (1,08 cm) foi maior do que o observado para as plantas conduzidas sob a copa do eucalipto (0,81 cm).

As produtividades e a produção do sorgo forrageiro apresentaram significância ($P < 0,05$) para os arranjos espaciais. As maiores produtividades de forragem de sorgo e sua corrigida para a área de ILPF foram obtidas no espaçamento mais amplo (20 m), não havendo diferença entre a linha dupla e simples de eucalipto, no espaçamento de 9 m (Tabela 3). Estes resultados demonstram a influência do arranjo espacial sobre as produtividades da cultura de sorgo. A produtividade de forragem de sorgo na faixa de 20 m foi semelhante àquelas obtidas no cultivo a pleno solo. Ao considerarmos a produção do sorgo na área ocupada pela cultura, no sistema fica evidente a superioridade do sistema em monocultivo em função da menor área física ocupada pela cultura (Tabela 2).

De modo geral as produtividades do sorgo forrageiro foram muito baixas, em parte devido ao veranico que ocorreu em janeiro e fevereiro, contribuindo para a redução na produtividade tanto no sistema integrado com o eucalipto quanto no plantio a pleno sol. Nos meses de janeiro e fevereiro a precipitação ficou bem abaixo da média histórica, correspondendo a reduções de mais de 50% no volume de chuva (Figura 1). A redução na disponibilidade hídrica na fase de florescimento e enchimento de grãos está diretamente relacionada com a produtividade da cultura. Pode-se observar que mesmo o sorgo que é uma cultura mais tolerante ao estresse hídrico foi afetado pela redução na disponibilidade de água. No ano anterior nesta mesma área também foram registradas baixas produtividades em função de veranico em épocas críticas para a cultura do sorgo (VIANA et al., 2010). Comparando os resultados obtidos em 2010 com os relatados neste trabalho pode-se observar uma redução nas produtividades nos espaçamentos mais adensados.

Para o milho colhido no estágio de ensilagem foi observada interação significativa ($P < 0,05$) entre o arranjo espacial do eucalipto e o local de amostragem (centro da faixa e sob a copa) para a altura, produtividade e produção de milho (Tabela 4). O teor de matéria seca (MS) foi significativo para as amostras coletadas no centro da faixa e sob a copa do eucalipto.

No arranjo mais adensado, (2 x 2)+9 m, os teores de MS foram menores sob a copa do eucalipto (23,34%) em relação aqueles observados no centro da faixa (31,84%). Não houve influência dos arranjos espaciais do eucalipto e do local de amostragem sobre o diâmetro do colmo. Na amostragem realizada no centro da faixa, a uma distancia maior das linhas de eucalipto, observou-se maior altura das plantas de milho nos arranjos de (3 x 2)+20 m e 9 x 2 m, o que pode ser explicado pela maior luminosidade incidente no centro das faixas e também a uma menor competição por água e nutrientes com o eucalipto. Somente no maior espaçamento foi observado diferença entre a altura das plantas amostradas no centro e sob a copa do eucalipto (Tabela 4). Resultado semelhante foi relatado por Macedo et al. (2006), no município de Paracatu.

A maior produtividade e produção do milho cultivado para ensilagem foram obtidas no centro da parcela, no espaçamento de (3 x 2) + 20 m e a menor no espaçamento de 9 m com linha dupla. Comparando estes dois arranjos, foram registrados reduções de 61,46% na produtividade de forragem do milho cultivado no espaçamento mais adensado (Tabela 4). De modo geral, os baixos valores médios de produtividade do milho obtidos nos arranjos mais adensados de eucalipto são reflexos da limitação dos fatores de produção para a cultura do milho, podendo-se citar luz, água e nutrientes (OLIVEIRA et al, 2007). Mesmo considerando a produtividade de milho no maior espaçamento (20 m) e no centro da faixa, os valores obtidos foram inferiores à produção de forragem do milho em monocultivo (Tabela 4). Macedo et al (2006), avaliando diferentes clones de eucalipto, idade de 24 meses, consorciado com o milho no espaçamento 10 x 4 m relataram maior rendimento de grão de milho nas linhas centrais de plantio e redução na produção de grãos nos sistemas consorciados em relação ao monocultivo de milho.

Outro fator a ser considerado está relacionado com os veranicos que ocorreram no ano agrícola 2010/2011. As precipitações pluviométricas nos meses de janeiro e fevereiro ficaram abaixo da média histórica registrada para a região (Figura 1). Este período coincidiu com o estágio de florescimento e enchimento de grãos, o que resultou em redução na produtividade do milho tanto no sistema consorciado como em monocultivo.

Conclusões

Os arranjos espaciais do eucalipto influenciam as produtividades e as produções obtidas no sistema ILPF das culturas de feijão, sorgo e milho, com maiores valores no arranjo (3 x 2) + 20 m. Este efeito pode ser atribuído ao sombreamento do eucalipto sobre as culturas agrícolas. No espaçamento mais amplo (20m) as maiores produtividades de feijão e de

forragem de milho são obtidas nas linhas centrais de plantio. Este comportamento não é observado para o sorgo forrageiro.

Agradecimentos

À FAPEMIG pelo financiamento do projeto de pesquisa e pela concessão da bolsa de produtividade científica e BIC institucional.

Literatura Citada

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST – AOAC. **Official methods of analysis**. 16 ed. Washington. 1995. 2v.

MACEDO, R. L. G., BEZERRA, R. G., VENTURIN, N., VALE, R. S. do, OLIVEIRA, T. K. de. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agrônômicas de milho cultivado em sistema silviagrícola. *Revista Árvore*, v. 30, n. 5, p.701-709, 2006.

OLIVEIRA, T. K. de; MACEDO, R. L. C.; VENTURIN, N.; BOTELHO, S. A.; HIGASHIKAWA, E. M.; MAGALHÃES, W. M. Radiação solar no sub-bosque de sistema agrossilvipastoril com eucalipto em diferentes arranjos estruturais. *Cerne*, v.13, n. 1, p. 40-50, 2007

SILVA, A.C.; CARNEIRO, J.E.S.; FERREIRA, L.R. and CECON, P.R.. **Consórcio entre feijão e *Brachiaria brizantha* sob doses reduzidas de graminicida**. *Planta daninha*, 2006, vol.24, n.1, p. 71-76. 2006.

VIANA, M. C. M. ; GUIMARAES, C. G. ; ALBERNAZ, W. M. ; MASCARENHAS, M.H.T. ; GONTIJO NETO, M. M. ; MACEDO, G.A.R. ; MACÊDO, G.A.R. ; FONSECA, R.F. Produção de forragem de sorgo, sob diferentes arranjos do eucalipto, no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28, 2010, Goiânia.

VIANA, M.C.M. ; BOTELHO, W. ; VIANA, P.A. ; QUEIROZ, D. S.; SILVA, E. A. ; VIANA, M.M.S.; GUIMARAES, C.G. . Production and quality of corn silage cultivated on integrated crop-livestock-forest system in a Cerrado region of Minas Gerais, Brazil. *Journal of Animal Science- E-Supplement*, v. 89, p. 551-551, 2011.

Tabela 1: Área ocupada pelas culturas e número de árvores de eucalipto em cada arranjo espacial.

Arranjo de eucalipto	Área ocupada pelas culturas (ha)	Nº de árvores de eucalipto/ha
(3 x 2)+20 m	0,78	434
(2 x 2)+9 m	0,64	909
9 x 2 m	0,78	556

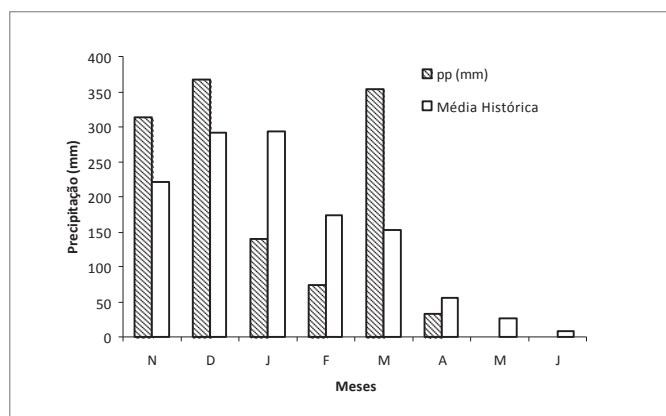


Figura 1 Precipitação pluviométrica mensal no período experimental e média histórica ao longo de 49 anos (1960-2009). EPAMIG 2010/2011

Tabela 2: Produtividade e produção de feijão no centro de cada arranjo e sob a copa do eucalipto no terceiro ano de implantação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta

Arranjos	Produtividade (kg/ha)		Produção ILPF (kg/área) ²	
	Centro da faixa	Sob a copa	Centro da faixa	Sob a copa
(3 x 2)+20 m	1.426,67 Aa ¹	368,00 Ab	1.112,80 Aa	287,04 Ab
(2 x 2)+9 m	217,00 Ba	231,00 Aa	1.38,88 Ba	147,84 Aa
9 x 2 m	366,67 Ba	289,33 Aa	286,00 Ba	225,68 Aa
Pleno sol	1.500,00		-	

¹ Médias na coluna seguidas por mesma letra, maiúscula ns coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

²Produção corrigida para a área ocupada pelo feijão no sistema de ILPF

Tabela 3: Altura de planta (m), diâmetro de colmo, teor de matéria seca, produtividade de massa de forragem seca do sorgo e produção corrigida para a área de integração lavoura-pecuária-floresta, no terceiro ano de implantação do sistema

Arranjos	(3 x 2)+20 m	(2 x 2)+9 m	9 x 2 m	Pleno sol
Altura (m)	1,55 a ¹	1,21 a	1,39 a	1,45
Diâmetro de colmo (cm)	1,38 a	0,69 b	0,76 ab	1,72
Teor de MS (%)	23,52 a	23,55 a	25,08 a	21,71
Produtividade (kg/ha)	5.640 a	2.530 b	3.190 ab	5.710
Produção ILPF ² (kg/área)	4.400 a	1.610b	2.480ab	-

¹ Médias na linha seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

²Produção corrigida para a área ocupada pelo sorgo no sistema de ILPF

Tabela 4 Altura de planta (m), produtividade e produção corrigida do milho para silagem no terceiro ano de implantação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta

Arranjos	Altura de plantas (m)		Produtividade (kg/ha)		Produção ILPF ² (kg/área)*	
	Centro	Sob a copa	Centro	Sob a copa	Centro	Sob a copa
(3 x 2)+20 m	2,25 Aa ¹	1,82 Ab	8.507,19 Aa	4.934,50 Ab	6.635,62 Aa	3.848,82 Ab
(2 x 2)+9 m	1,79 Ba	1,79 Aa	3.278,28 Ca	3.143,87 Ba	2.289,33 Ca	2.000,13 Ba
9 x 2 m	2,21 Aa	2,15 Aa	6.275,90 Ba	5.474,03 Aa	4.895,20 Ba	4.269,76 Aa
Pleno sol	2,54		11.892,00		-	

¹ Médias na coluna seguidas por mesma letra, maiúscula ns coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

²Produção corrigida para a área ocupada pelo milho no sistema de ILPF