

PRODUÇÃO DE PASTAGEM EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA

Maria Celuta Machado Viana¹, Saulo Alberto do Carmo Araújo², Miguel Marques Gontijo Neto³, Ramon Costa Alvarenga⁴, Carlos Juliano Brant Albuquerque⁵, Cynara Oliveira Diniz Rodrigues⁶

INTRODUÇÃO

No Brasil os sistemas de produção de carne e leite utilizam o pasto como principal fonte de alimento para o rebanho bovino. No entanto grande parte destes pastos apresenta algum grau de degradação necessitando ser recuperados. Dentre as tecnologias que têm sido desenvolvidas e propostas para a recuperação destas área, merece destaque a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF). Este sistema consiste na implantação de diferentes sistemas produtivos de grãos, fibras, carne, leite, agroenergia e outros, na mesma área, em plantio consorciado, seqüencial ou rotacionado, aproveitando as sinergias existentes entre eles (Barcellos et al., 2011). A exploração destas atividades permite aos proprietários rurais amortizar o custo de implantação e manutenção da floresta com a comercialização dos grãos e produtos oriundos da pecuária ou de atividades exploradas em uma mesma área.

No caso destes sistemas o planejamento deve abranger a estrutura necessária para o cultivo e colheita das culturas consorciadas: lavoura e pasto e ainda prever as interações dos componentes sem perder o foco nos produtos florestais almejados. Para tal, práticas como desbastes muitas vezes são necessários, mesmo em plantios com espaçamento bastante amplos. Desse modo o acompanhamento do desenvolvimento do sistema é primordial para que as interações entre os componentes não prejudiquem a longevidade do pasto no sistema e a exploração florestal.

Um dos principais fatores para o sucesso de um cultivo consorciado se baseia na complementação entre as espécies selecionadas para compor o sistema iLPF uma vez que

¹ Eng^o Agr^o, DSc., Pesq. EPAMIG. Rodovia MG 424 km 64 CEP: 35701-970 Prudente de Morais – MG Correio eletrônico: mcv@epamig.br

² Zootecnista, DSc., Produção Animal Profes. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK, Rodovia MGT 367 Km 583, nº 5000 Alto da Jacuba 39100000 - Diamantina, MG Correio eletrônico: saulo.araujo@ufvjm.edu.br

³ Eng^o Agr^o, DSc., Pesq. Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424, km 65, CP 285, CEP 35.701-970, Sete Lagoas, MG,. Correio eletrônico: miguel.gontijo@embrapa.br

⁴ Eng^o Agr^o, DSc., Pesq. Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424, km 65, CP 285, CEP 35.701-970, Sete Lagoas, MG,. Correio eletrônico: ramon.alvarenga@embrapa.br

⁵ Eng^o Agr^o, DSc., Pesq. EPAMIG Bolsista FAPEMIG. Unidade EPAMIG Triângulo e Alto Paranaíba, Endereço: UFU / Instituto de Ciências Agrárias, Caixa Postal 593, CEP 38400-902 Uberlândia-MG. Correio eletrônico: carlosjuliano@epamig.br

⁶ Zootecnista, MS, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK, Rodovia MGT 367 Km 583, nº 5000 Alto da Jacuba 39100000 - Diamantina, MG

durante parte de seu ciclo existe uma competição/interação pelos fatores de produção (luz, água e nutrientes), o que vai interferir na longevidade do pasto.

ESCOLHA DAS ESPÉCIES PARA COMPOR O SISTEMA

A escolha das espécies que irão compor o sistema é uma etapa importante no processo de implantação da iLPF. O componente arbóreo deve apresentar crescimento rápido e arquitetura de copa que permita passagem de luz satisfatória para o crescimento do sub-bosque. Ao implantar o sistema é importante levar em consideração o espaçamento e o direcionamento das fileiras de árvores em função do caminamento do sol (Oliveira Neto et al., 2010; Macedo et al., 2010). Em terrenos de topografia acidentada o preparo do solo e plantio das mudas deve ser realizado em nível, levando em consideração as técnicas de conservação de solo e água para evitar a erosão do solo.

No Brasil, o eucalipto (*Eucaliptus* sp) tem sido o componente arbóreo mais utilizado nos sistemas agrossilvipastoris devido a diversas características, tais como capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, rápido crescimento e por apresentarem árvores com arquitetura de copas adequadas para o desenvolvimento de culturas agrícolas e/ou forrageiras no sub-bosque (Oliveira et al., 2007, Macedo et al., 2010, Oliveira Neto et al., 2010). Ao utilizar outras arbóreas, levar em consideração a existência de efeitos alelopáticos e toxicidade de folhas e frutos que eventualmente podem ser consumidos pelos animais (Oliveira Neto et al., 2010)

Na iLPF o uso de espaçamentos e arranjos mais amplos nos plantios de eucalipto devem ser empregados com a finalidade de favorecer o consórcio com espécies agrícolas e/ou pastagens, prevenindo que ocorram problema de sombreamento excessivo (Macedo et al., 2010; Oliveira et al., 2007, 2009). Essa prática pode agregar bastante valor ao sistema pelo aproveitamento das entrelinhas para produção agrícola e pecuária, especialmente em áreas de cerrado com aptidão para estes tipos de uso da terra, bem como pela possível produção de madeira de maior calibre e, conseqüentemente, maior valor comercial (Oliveira et al., 2009). Ainda, o espaçamento exerce influência sobre a densidade de árvores, sobre a taxa de crescimento da mesma, qualidade da madeira, idade de corte e conseqüentemente sobre a viabilidade econômica do empreendimento, sendo, portanto necessário que se adote critérios de planejamento que levem em conta a finalidade da produção de madeira (serraria, laminação, lenha, palanques de cerca); a declividade e face de exposição do terreno; a proteção do rebanho e das pastagens; a conservação de solo e água (Porfirio- Da-Silva, 2010).

As árvores proporcionam uma melhoria climática no ambiente da pastagem, o capim permanece verde e palatável por mais tempo, inclusive na época de seca. Desta forma, a inserção do componente arbóreo no sistema além de reduzir os impactos ambientais, promove melhor bem estar animal, proporcionando sombra e conforto térmico aos animais (Pires et al., 2010). Além de contribuir para o acúmulo da matéria orgânica, por meio da participação de folhas e galhos, beneficiando a ciclagem de nutrientes neste sistema (Garcia; Couto, 1997). Outra vantagem da associação de espécies arbóreas e demais culturas na recuperação do pasto é o retorno econômico a curto, médio e longo prazo.

A utilização da lavoura em consórcio para renovação de pastagens tem-se mostrado opção interessante para amortizar custos, contribuir para condicionar o solo, melhorando os aspectos relacionados à parte física, química e biológica, melhorar a produção e a o valor nutritivo do pasto que se beneficia da adubação residual da lavoura e contribuir para aumentar o incremento de carne e leite na propriedade rural. As culturas de milho, feijão, arroz, sorgo, soja e milheto têm sido empregadas nos sistemas de iLPF, pois consorciavam bem tanto com o eucalipto quanto com as gramíneas forrageiras (Reis et al., 2007; Viana et al., 2010a, b; Paciullo et al., 2011) (Figura 1). Em regiões onde o clima favorece o plantio de milho, este cereal tem sido recomendado para compor o sistema em função da simplicidade de condução e amplitude de utilização diante de diversidades climáticas, sendo o seu sistema de produção bem difundido entre os produtores. Soma-se a isto a existência de um grande número de cultivares comerciais adaptados às diferentes regiões do Brasil, possibilitando o cultivo deste cereal de norte a sul do país. (Macedo et al., 2006; Viana et al., 2011a; Paciullo, 2012). Outra vantagem do uso desta cultura é a existência de herbicidas gramínicos seletivos ao milho, o que contribui para o controle de plantas daninhas, facilitando os tratos culturais.



Figura 1 Milho (A) e sorgo (B) consorciado com *B. decumbens* e eucalipto plantado no espaçamento (3x2)+20 m. EPAMIG/Prudente de Moraes. Março 2010.

O plantio da lavoura deve ser realizado preferencialmente no início do período chuvoso, levando-se em consideração que após a colheita do milho para ensilagem ou grão é necessário que ainda haja umidade suficiente (chuva) para que ocorra a formação do pasto. O ideal é que a semente do capim seja distribuída na linha e na entrelinha da cultura, de maneira a permitir uma rápida formação do pasto (Figura 2). Deve-se ter o cuidado de misturar as sementes ao adubo no dia da semeadura para evitar que o fertilizante interfira na germinação das sementes das forrageiras. No plantio, manter a distância de 1,0 a 1,5 m da linha do eucalipto que deverá permanecer livre de concorrência de qualquer espécie, seja capim, plantas daninhas ou lavoura, nos primeiros dois anos. Esse manejo é de suma importância e tem como finalidade garantir o rápido desenvolvimento do componente arbóreo, o que contribui para a antecipação da entrada dos animais na pastagem.



Figura 2 Formação do pasto de *B. decumbens* após a colheita do milho grão. EPAMIG/Prudente de Moraes, 2010.

ESCOLHA DAS FORRAGEIRAS PARA COMPOR O SISTEMA

No sistema iLPF, além de garantir a produção animal, as forrageiras perenes (capins) atuam como recicladoras de nutrientes após a cultura anual; na estruturação física e aporte de matéria orgânica no solo e na produção de palhada para o plantio direto. Além de contribuir no manejo de plantas daninhas e doenças preservando a produtividade da cultura anual, na redução dos custos de produção e na geração de receitas mensais ou anuais, até a maturação do componente florestal.

A escolha das forrageiras para compor o consórcio com a lavoura, nos sistemas de integração lavoura-pecuária (Agropastoril), lavoura-floresta (Silviagrícola), lavoura-pecuária-floresta (Agrossilvipastoril) e pecuária-floresta (Silvipastoril) depende de diversos fatores e deve levar em consideração a adaptação das espécies às condições edafoclimáticas, ao tipo de

exploração, às características da propriedade e a tolerância moderada ao sombreamento (Andrade et al., 2003; Macedo et al., 2010). É importante que estas espécies apresentem bom crescimento, boa capacidade de perfilhamento e elevado valor nutricional. Deste modo, a maior preocupação é que as forrageiras sejam capazes de produzir sob condições de cultivo consorciado com espécies arbóreas e com a lavoura, mantendo um estande adequado para a exploração da atividade pecuária ao longo do tempo.

Entre as forrageiras tropicais, os gêneros *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) e *Panicum*, muito difundidas para plantio na região de cerrado do Brasil, merecem destaque, por apresentarem tolerância moderada ao sombreamento, boa produção de forragem e grande utilização pelos pecuaristas, podendo compor os sistemas agrossilvipastoris (SANTOS et al., 2009, Paciullo et al., 2009, 2011, tese.). A *Brachiaria decumbens* é uma espécie amplamente utilizada no Brasil por apresentar boa adaptação aos solos de baixa fertilidade e ácidos, típicos da região de cerrado, com razoável produção de forragem e capacidade de suporte. No entanto esta espécie é altamente susceptível a cigarrinha das pastagens. Existem outras espécies de braquiárias que são mais tolerantes a esta praga e que apresentam características culturais e nutricionais semelhantes ou até melhores, como é o caso da *Brachiaria brizantha* que ainda possui variações de acordo com a cultivar (Marandú, MG4, Xaraés, Piatã) e a *Brachiaria ruziziensis*

Dentre as diversas espécies de braquiária avaliadas em sistemas agrossilvipastoris a cultivar Marandu tem sido muito empregada em função da sua tolerância ao sombreamento e capacidade competitiva favorável ao seu cultivo em sistemas consorciados. Paciullo et al. (2008) estudando o crescimento de capim-braquiária sob diversos níveis de sombreamento nas estações do ano constatou que este capim apresenta plasticidade fenotípica, em resposta às variações sazonais e de sombreamento, conferindo a essa espécie elevado potencial para uso em sistemas silvipastoris. No entanto à medida que o componente florestal cresce o sistema se torna mais limitante ao desenvolvimento das forrageiras, necessitando que se faça uma intervenção na área, realizando o desbaste de árvores para evitar a redução no crescimento do pasto. A desrama e o desbaste são práticas utilizadas no manejo florestal com a finalidade melhorar a entrada de luz no sistema, beneficiando não só a exploração florestal, mas também a forrageira. A desrama (corte deliberado de ramos, também conhecida como poda) contribui para a regulação de entrada de luz no sistema, além de conferir, se bem procedida, valor gregado à madeira deixando-a livre de nós mortos ou soltadiços, os quais afetam negativamente a qualidade da madeira. (Pedreira et al., 2013). O desbaste consiste na remoção

de parte das árvores sendo uma prática importante para aumentar a transmitância da radiação fotossinteticamente ativa para maior produção forrageira (Oliveira Neto et al., 2010)

Em trabalho conduzido na região central de Minas Gerais onde o eucalipto foi plantado em linhas duplas: $(3 \times 2) \times 20$, $(2 \times 2) \times 9$ e em linha simples: 9×2 no sistema de iLPF foi observado que não houve influência dos arranjos sobre a produtividade e qualidade do capim-braquiária, no primeiro ano de implantação do sistema (Viana et al., 2011). Estes resultados indicam que a redução de luminosidade causada pelo eucalipto, nos diversos arranjos não interferiu no desenvolvimento do capim-braquiária, no primeiro ano de implantação do sistema iLPF, o que pode ser atribuído a tolerância desta espécie ao sombreamento moderado. No entanto a partir do segundo ano, a produtividade do pasto foi reduzida pelo sombreamento causado pelo eucalipto nos espaçamentos mais adensados $(2 \times 2) + 9$, com maiores produções de forragem no espaçamento de $(3 \times 2) + 20$. A redução na radiação fotossinteticamente ativa nos espaçamentos mais adensados pode ser uma explicação para a queda das produtividades nos arranjos mais adensados (Viana et al, 2013).

INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO SOBRE A PRODUÇÃO DO PASTO

A radiação solar incidente no sub-bosque em sistemas iLPF constitui fator primordial para o crescimento de plantas forrageiras no extrato herbáceo destes sistemas. Entre os principais fatores que afetam a incidência da radiação solar no sub-bosque das ILPFs, podemos citar a densidade arbórea, espaçamento entre árvores, orientação da linha de plantio, densidade da copa e a estratégia de desbaste adotada.

A luz desempenha um papel importante na regulação de inúmeras enzimas cloroplásticas, podendo, quando em falta ou excesso, desencadear distúrbios nos processos associados às atividades fotossintéticas. A alta intensidade de luz pode, em condições aeróbicas, catalisar a geração de espécies reativas de oxigênio, altamente danosas à integridade e funcionalidade celular. Quando deficitária, há limitação do processo fotossintético com reflexos negativos no perfilhamento, na taxa de crescimento e, conseqüentemente, na produção de biomassa. Plantas C_4 que se adaptam ao sombreamento respiram lentamente, diminuindo seu ponto de compensação lumínico; fotossintetizando vagarosamente, saturando-se sob baixos níveis de radiação, desenvolvendo gradativamente a habilidade de crescer à sombra, porém apresentam crescimento lento (Carvalho et al., 2002).

Assim, devido à dinâmica de crescimento das árvores, há necessidade de adequado planejamento quanto ao arranjo espacial da comunidade arbórea na implantação, bem como, de estratégias de desbaste do componente florestal permitindo suprimento adequado de

radiação solar para o sub-bosque destes sistemas. As culturas agrícolas geralmente sofrem pouco ou nenhum efeito da redução da luminosidade em sistemas de iLPF por serem cultivadas apenas nos anos iniciais do sistema.

A longevidade das espécies forrageiras que compõe o sub-bosque destes sistemas é de extrema importância para o sucesso da integração, tendo em vista que a dinâmica de crescimento das árvores altera consideravelmente o microclima da comunidade herbácea. Neste contexto, o crescimento das árvores acarreta redução da luminosidade incidente, o que implica em possíveis alterações nas características espectrais da radiação solar que atinge o sub-bosque das iLPFs.

Outro fator importante e pouco considerado no estudo do comportamento de plantas forrageiras em ambientes sombreados diz respeito à qualidade da luz, ou seja, o fato das folhas das árvores atuarem como filtros absorvendo grande parte da radiação solar com comprimentos de onda de potencial fotossintético. Nesta condição, o sub-bosque pode ser irradiado com intensidade de luz suficiente, porém, de baixa qualidade para o processo fotossintético.

Soares et al. (2009), avaliando o comportamento de espécies forrageiras (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cvs. Tanzânia, Aruana e Mombaça, *Hemarthria altissima* cv. Florida; *Paspalum notatum* cv. Pensacola, *Axonopus catharinensis*, *Cynodon* sp. híbrido Tifton-85; *Arachis pintoii* cvs. Alqueire e Amarillo) submetidas a diferentes níveis de luminosidade observaram que a produção de MS foi afetada negativamente pelo sombreamento, podendo a baixa produção ser explicada pela qualidade e quantidade de radiação que chega ao dossel.

No que diz respeito ao aproveitamento da luz, a superfície da folha fotossinteticamente ativa em relação à unidade de superfície de solo (m^2 de folha/ m^2 de solo) é denominada de índice de área foliar (IAF). Tal parâmetro permite estimar o grau de desenvolvimento da planta e o potencial de interceptação de energia radiante. O IAF apresenta grande relação com a produção, sendo afetado pelas características estruturais da planta, das quais a densidade dos perfilhos assume relativa importância, que por sua vez são dependentes das características morfogênicas. (Chapman; Lemaire,1993).

Plantas cultivadas sob condições de sombreamento alteram sua morfologia com o objetivo de aumentar a captação de luz pelos órgãos assimiladores. Em competição por luz haverá tolerância ao sombreamento ou maior capacidade em sombrear plantas vizinhas. O IAF real do relvado é também resultado do equilíbrio dinâmico entre morfogênese e padrão de desfolhação definido pelo manejo do pastejo. Por meio da alteração na qualidade de luz

dentro do dossel, ou seja, mudanças na razão vermelho:vermelho distante, aumentos no IAF podem induzir algumas respostas fotomorfogênicas das plantas cultivadas em ambientes sombreados. Entre as alterações podem ser destacadas a modificação no padrão de aparecimento de folhas e de expansão de folhas individuais aumentando gradualmente com o desenvolvimento do IAF em associação com os baixos níveis de luz azul e da relação vermelho:vermelho distante, levando ao aumento do tamanho de bainhas foliares maduras e ao crescimento mais ereto das lâminas foliares sucessivas (DEREGIBUS et al. 1983).

Gobbi et al. (2009) avaliando as características morfológicas, estruturais e a produção de matéria seca (PMS) do capim-braquiária (*B. decumbens*, cv. Basilisk) e do amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*, cv. Amarillo) em três níveis de sombra artificial (0, 50 e 70%) observaram que o sombreamento crescente estimulou o aumento da altura média do dossel e do comprimento de pecíolos, colmos e lâminas foliares em todos os cortes das espécies avaliadas. O sombreamento promoveu diminuição linear da densidade populacional de perfilhos no dossel de braquiária em todos os cortes. A relação folha:caule da gramínea e da leguminosa não foi afetada pelo sombreamento. O índice de área foliar (IAF) reduziu de forma linear no segundo corte com o sombreamento do amendoim forrageiro e do capim-braquiária.

Em relação à qualidade da radiação solar que incide no sub-bosque de sistemas de iLPFs, principalmente em condições tropicais, poucas informações estão disponíveis. Neste contexto, um trabalho inovador foi desenvolvido na EPAMIG, em Prudente de Moraes, MG, com o objetivo de relacionar a quantidade e qualidade da radiação solar incidente nas plantas forrageiras. Foram avaliados diferentes arranjos espaciais do componente arbóreo, utilizando linhas simples: 9 x 2 e duplas: 9 x (2 x 2) e 20 x (3 x 2) e amostragem realizada: no centro da entrelinha de eucalipto e sob a copa (lateral) das árvores, como pode ser visto na Figura 3.

Pode-se observar que independente do arranjo espacial ou local de amostragem há redução dos valores de irradiância absoluta (IA) no comprimento de onda entre 450–650nm. Esta redução ocorreu em função da maior absorção da radiação solar nesta faixa espectral específica (450–650 nm) pela copa das árvores, o que resultou em menor quantidade de radiação incidente e alteração da qualidade de luz que atingiu o sub-bosque. O local de amostragem influenciou a quantidade de IA incidente no sub-bosque principalmente no comprimento de onda de 350-450 nm, com maiores valores de IA obtidos no centro da entrelinha (aproximadamente $50 \mu\text{Wcm}^{-2}\text{nm}^{-1}$), o qual foi em média 66,7% superior ao valor de IA obtido na lateral da entrelinha (aproximadamente $30 \mu\text{Wcm}^{-2}\text{nm}^{-1}$). Esta resposta

ressalta a heterogeneidade que pode ocorrer com relação à incidência da radiação solar no sub-bosque dos sistemas arborizados. Neste caso, a proximidade do ponto de coleta com a fileira de árvores acarretou maior sombreamento em relação ao centro da entrelinha, o que pode justificar os resultados obtidos neste trabalho.

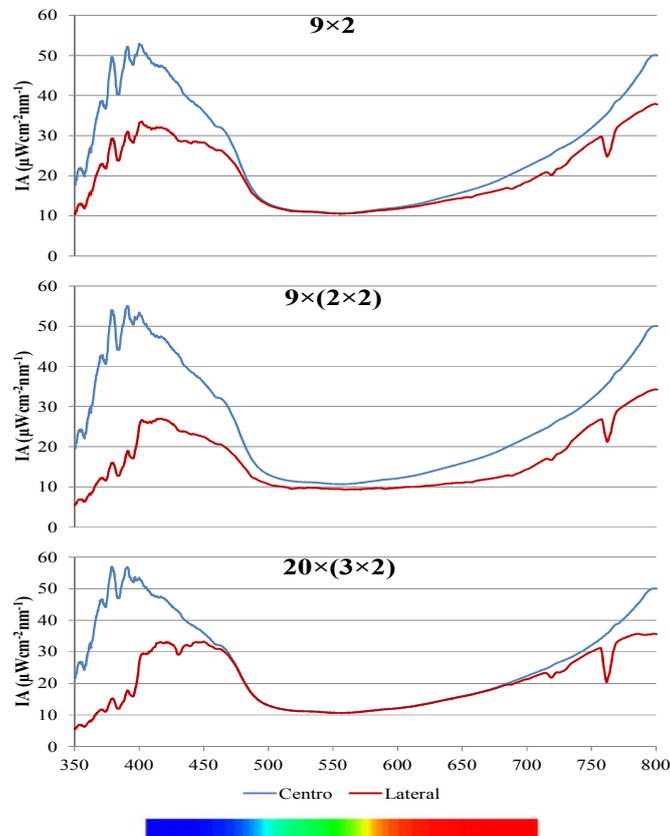


Figura 3. Espectro de irradiância absoluta (IA) em $\mu\text{Wcm}^{-2}\text{nm}^{-1}$ representativo do segundo ciclo, nos três arranjos espaciais, para os locais de amostragem centro e lateral da entrelinha do eucalipto.

Neste mesmo projeto, no segundo ano de implantação do sistema foi introduzido o sorgo para silagem semeado entre as faixas do eucalipto, aos 17 meses de idade. A produção do sorgo no arranjo $20 \times (3 \times 2)$ foi semelhante à obtida em monocultivo, a pleno sol. No arranjo de $9 \times (2 \times 2)$ ocorreu redução de 37,7% na produtividade em relação ao plantio à pleno sol. Este resultado pode ser explicado pela menor incidência de radiação para o desenvolvimento do sorgo no sistema ILPF, devido ao sombreamento proporcionado pelo eucalipto, no segundo ano de implantação do sistema (Viana et al., 2010). Resultados obtidos em Paracatu, MG, com o milho plantado intercalado com o eucalipto, idade de 24 meses, no espaçamento 10×4 m também registraram redução no rendimento de grãos em relação ao cultivo solteiro (Macedo et al., 2006).

Nas avaliações de produtividades do capim-braquiária realizadas aos 52 meses de idade do eucalipto e altura média de 22 m foi observado maior produção de forragem no arranjo 20 m x (3 x 2) provavelmente em função da maior quantidade de luz disponível no sub-bosque. Nos arranjos com espaçamento de 9 m entre as linhas de eucalipto, ao aumentar a quantidade de árvores (do simples para o duplo), ocorreu redução de 40,83% na produção de massa de forragem seca (Tabela 1) (Viana et al., 2013).

Tabela 1. Produção média de massa de forragem seca (PMFS) e composição bromatológica do capim-braquiária em três arranjos de eucalipto e a pleno sol. Prudente de Morais 2011/2012

Arranjos	Composição bromatológica			
	PMFS (kg/ha)	FDN (%)	FDA (%)	PB (%)
9 × 2	787,3 b	60,37 b	30,50 a	12,67ab
9 × (2 × 2)	465,8 c	60,29 b	29,12 a	14,46 a
20 × (3 × 2)	1325,1 a	62,92 a	30,79 a	10,37 b
Pleno Sol	3325,9	64,67	32,77	11,48

Médias seguidas pela mesma letra na lcoluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% (Viana et al., 2013)

A proximidade entre as linhas de árvores pode ter implicado em maior sombreamento da entrelinha, contribuindo para a redução da produtividade do pasto nesses locais. Outros fatores como a competição por água e nutrientes também podem ter interferido no resultado. Vários autores também relataram diminuição na produção de massa seca à medida que se aumenta o sombreamento (Paciullo et al., 2007, Gobbi et al., 2009).

No arranjo 20 × (3 × 2) os teores de FDN no capim-braquiária foram 4,3% superiores aos demais tratamentos. Provavelmente, as plantas no maior espaçamento do componente arbóreo apresentaram maior taxa de crescimento e maturidade fisiológica o que elevou o acúmulo de parede celular vegetal na forrageira. Não houve efeito significativo de arranjo, ciclo, localização e interação entre estes fatores sobre os teores de FDA. Maiores teores de PB foram obtidos nos arranjos mais adensados. Estes resultados estão em acordo com a literatura, uma vez que os arranjos mais adensados implicaram em teores mais elevados de proteína bruta na forragem do sub-bosque (Souza et al., 2007). O maior teor de PB nas plantas sombreadas pode estar associado ao menor tamanho das células sob sombra (Gobbi et al., 2009), à maior concentração de nitrogênio nas folhas e ao aumento do aporte deste nutriente via ciclagem de nutrientes (Paciullo et al., 2007). Em todos os arranjos e na forragem em sol pleno verificou-se que os teores de PB ficaram acima do considerado mínimo (7%) para

atender às exigências dos microrganismos ruminais e do mínimo de 10 % considerado necessário para um melhor aproveitamento do pasto em regiões tropicais.

Na decomposição do efeito de locais de amostragem (centro da faixa e sob a copa do eucalipto) dentro de arranjos, observou-se diferença significativa somente para o arranjo 20 × (3 × 2), com maior produção no centro da entrelinha. Nos arranjos simples e duplos com 9 m de entrelinha, não foram detectadas diferenças entre local (Tabela 2).

Tabela 2. Interação entre arranjo e local de amostragem para a produção de massa seca (PMS) (g/m²), nos dois locais de amostragem dos diferentes arranjos espaciais

Arranjos	Local de amostragem	
	Centro	Abaixo
9×2	71,5a	67,6a
9×(2×2)	47,6a	50,0a
20×(3×2)	204,9a	87,5b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Neste contexto podemos observar a complexidade dos sistemas iLPFs quanto ao microclima do sub-bosque. O conhecimento do perfil da radiação solar que chega ao sub-bosque, bem como, do comportamento da planta forrageira em ambientes sombreados é de grande importância prática para auxiliar no entendimento dos efeitos da radiação solar na produção de forragem, possibilitando o uso de práticas de manejo do componente florestal e forrageiro com vistas à otimização dos benefícios deste sistema.

MANUTENÇÃO DO PASTO NA iLPF

A implantação de sistemas de iLPF demandam um planejamento mais elaborado que os sistemas convencionais de exploração agropecuária, uma vez que além de exigirem conhecimento de diversas atividades agrícolas, pecuárias e florestais, necessitam também de uma previsão das atividades por um longo prazo e das interações possíveis entre os componentes do sistema.

Neste sistema a distribuição espacial do componente arbóreo deve ser estrategicamente analisada, pois ao longo do seu ciclo vai interferir diretamente no desenvolvimento e na produção do pasto, tanto pela competição por água e nutrientes quanto pela baixa disponibilidade de luz, causado pelo sombreamento do eucalipto sobre a lavoura.

Ao longo do ciclo de exploração florestal, o sombreamento do pasto provoca perdas na produtividade interferindo no seu desenvolvimento. Para minimizar este efeito, em áreas de topografia plana, o plantio das árvores deve ser realizado no sentido Leste/Oeste para que todo o sistema se beneficie da maior incidência de luz. Em área de topografia acidentada o plantio deve se feito em curva de nível, adotando as práticas de conservação do solo e água com a finalidade de reduzir o processo de erosão e também a lixiviação de nutrientes e do solo.

Com relação à manutenção do pasto no sistema iLPF, duas considerações devem ser feitas: a) Se não ocorre a reposição de nutrientes, com o tempo o pasto reduz a sua produtividade. Por exemplo, há casos em iLPF que não havendo reposição de nutriente, o capim *Panicum maximum* cv Tanzânia, exigente em fertilidade do solo, degrada-se rapidamente tendendo a desaparecer da área. Havendo adequada oferta de nutrientes, pode haver perdas de produtividade, mas o capim se mantém estabelecido; b) No caso de exploração multiuso do povoamento, a intensidade do sombreamento é reduzida com o tempo, embora as árvores ainda estejam crescendo. Isto ocorre primeiramente devido a desrama e, depois, pelo desbaste seletivo das árvores com menor potencial em produzir toras, o que contribui sobremaneira para favorecer a pastagem já estabelecida.

CONSIDERAÇÕES

Sistemas intensivos e sustentáveis de produção agropecuária vêm ganhando interesse em função da perspectiva de aumentar a produção e a produtividade agrícola e pecuária. Recuperar a fertilidade do solo de áreas degradadas é fundamental para explorar o potencial produtivo das espécies forrageiras. A iLPF tem demonstrado ser uma tecnologia indicada para a recuperação de pastagem e cultura degradadas, incorporando estas áreas ao sistema produtivo.

Um dos grandes desafios da atualidade na questão ambiental é a adequação dos sistemas de produção às necessidades de eficiência econômica combinada à conservação de recursos naturais. Tal princípio exige da pesquisa agrônômica e da extensão rural alternativas para o uso sustentável das propriedades, através da adoção de práticas adequadas ambientalmente e, ao mesmo tempo, geradoras de emprego e renda.

Neste sistema mais do que produzir muito é fundamental produzir bem, com lucro, qualidade, respeito ambiental visando a melhoria e bem estar do produtor rural

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, C. M. S de; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G.; SOUZA, A. L. de. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com *Stylosantes guianensis* cv. mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1845-1850, 2003.

BARCELLOS, A.O., MEDRADO, M.J.S., GRISE, M.M. et al. Base conceitual, sistemas e benefícios da iLPF. In: BALBINO, L.C., BARCELLOS, A.O., STONE, L.F. (Ed). **Marco referencial Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. Brasília/DF, Embrapa, 2011. p. 23-40

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V. de P.; XAVIER, D.F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.5, p.717-722, 2002.

CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, New Zealand. **Proceedings**. New Zealand: [s.n.], 1993. p.95-104.

DEREGIBUS, V.A., SANCHEZ, R.A., CASAL, J.J. Effects of light quality on tiller production in *Lolium* spp. *Plant Physiology*, v.72, p.900-912, 1983.

GARCIA, R.; COUTO, L.; Sistemas silvipastoris: Tecnologia emergente de sustentabilidade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. Viçosa: **Anais...** Viçosa: UFV, p.447-471, 1997

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A.F.; et al. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim-Braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1645-1654, 2009.

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.

MACEDO, R.L. G.; VALE, A.B. do; VENTURIN, N. Eucalipto em sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris. **Informe Agropecuário**, v. 29, n. 242, 2008.

MACEDO, R.L.G.; VALE, A.B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA, 2010. 331p.

OLIVEIRA NETO, S.N. de; REIS, G.G. dos; REIS, M. das G.F.; LEITE, H.G. Arranjos estruturais do componente arbóreo em sistema agrossilvipastoril e seu manejo por desrama e desbaste. **Informe Agropecuário**, v.31, n.257, p.47-58, 2010.

OLIVEIRA, T. K, de; MACEDO, L. G.; SANTOS, I. P. A. dos; HIGASHIKAWA, E. M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf cv.

Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 748-757, 2007a.

OLIVEIRA, T. K. et al. Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 1, p. 1-9, 2009.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T. de; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.917-927, 2008.

PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F.; MALAQUIAS JUNIOR, J.D.; VIANA FILHO, A.; RODRIGUEZ, N.M.; MORENZ, M.J.F.; AROEIRA, L.J.M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, p.1528-1535, 2009.

PEDREIRA, B.C.; CARNEVALLI, R.A.; LOPES, L.B.; PITTA, R.M.; OLIVEIRA JUNIOR, O.L.; ANTONIO, D.P.A. Boas práticas em manejo de pastagens. In: **GUERIN, N.; ISERHAGEN (Ed.) Plantar, criar e conservar: unindo produtividade e meio ambiente**. São Paulo : Instituto Socioambiental, 2013. p.67-82

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

PIRES, M.F.A.; PACIULLO, D.S.C.; PIRES, J.A.A. Conforto animal no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. Informe Agropecuário, v.31, n.257, p.81-89. 2010

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. et al. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 48 p.

REIS, H. A.; MAGALHÃES, L. L.; OFUGI, C.; MELIDO, R. C. N. Agrossilvicultura no Cerrado, região noroeste do estado de Minas Gerais. In: **Sistemas Agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades**. FERNANDES, E. N. (et al.). Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. P. 137-154.

REIS, H. A.; MAGALHÃES, L. L.; OFUGI, C.; MELIDO, R. C. N. Agrossilvicultura no Cerrado, região noroeste do estado de Minas Gerais. In: **Sistemas Agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades**. FERNANDES, E. N. (et al.). Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. P. 137-154.

SOARES, A.B., SARTOR, L.R., PAULO, F.A., VARELLA, A.C., MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perene de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M. ; GONÇALVES, L.C.; SALIBA, E.O.S.; MOREIRA, G.R.. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**,v.59, n.4, p.1029-1037, 2007.

VIANA, M. C. M. ; GUIMARAES, C. G. ; MACEDO, G.A.R. ; GONTIJO NETO, M. M. ; ALVARENGA, R.C.; FONSECA, R.F. Produção de *Brachiaria decumbens* oriunda do banco de sementes do solo, associada com milho para grão em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira De Zootecnia**, 48. Belém, 2011.

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, Goiânia, 2010a.

VIANA, M.C.M.; MAGALHÃES, L.L.; QUEIROZ, D.S.; OFUGI, C.; MELIDO, R.C.N.; GOMES, R.J.; MASCARENHAS, M.H.T. Experiências com o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v.31, n.257, p.98-111. 2010b

VIANA, M.C.M.; ROFRIGUES, C.O.D.; ARAUJO, S.A.C.; BRAZ, T.G.S.; SILVA, E.A.; SILVA, K.T., RIBEIRO, P.C.O.; LADEIRA, C.V.G. Produção e composição bromatológica do capim-braquiaria em sistema agrossilvipastoril. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 23., Foz do Iguaçu. 2013. CD ROM