

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA EM MINAS GERAIS<sup>1</sup>

MIGUEL MARQUES GONTIJO NETO<sup>2\*</sup>, MARIA CELUTA MACHADO VIANA<sup>3</sup>, RAMON COSTA ALVARENGA<sup>2</sup>, EDSON APARECIDO DOS SANTOS<sup>2</sup>, EDUARDO DE PAULA SIMÃO<sup>4</sup>, MONICA MATOSO CAMPANHA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Palestra proferida no IV Encontro Científico de Produção Animal Sustentável em 04/10/13. Recebida para publicação em 07/10/13. Aceita para publicação em 14/03/14.

<sup>2</sup>EMBRAPA Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, MG, Brasil.

<sup>3</sup>EPAMIG Centro-Oeste, Prudente de Morais, MG, Brasil.

<sup>4</sup>Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei, MG, Brasil.

\*Autor correspondente: [miguel.gontijo@embrapa.br](mailto:miguel.gontijo@embrapa.br)

RESUMO: Os sistemas de integração de atividades, em propriedades agropecuárias, possibilitam uma série de efeitos positivos à produção, à região e, principalmente, aos agricultores. Nesse sentido, destacam-se os benefícios da integração lavoura-pecuária-floresta, em Minas Gerais, onde boa parte dos agricultores pratica a monocultura e depende da versatilidade de produção para manutenção das atividades nos campos. No artigo abaixo, são discutidos aspectos relacionados à produção integrada de culturas anuais, como milho, soja, feijão, arroz, sorgo e milheto, com espécies florestais e forrageiras, visando à produção dos grãos, manutenção da oferta de alimento para o gado, por período maior, e produção de madeira. As técnicas apresentadas levam em consideração características das propriedades, fatores agronômicos, econômicos e sociais. Além dos ganhos técnicos, as propriedades com atividades integradas contribuem para a sustentabilidade de produção e para o bem estar social no meio agrícola, uma vez que há proteção a recursos do meio ambiente, como a água, a microbiota edáfica benéfica, insetos, outros organismos que atuam como inimigos naturais, dentre outros. Adicionalmente, as atividades possibilitam a otimização na utilização dos recursos da propriedade, principalmente a mão-de-obra. São apresentados resultados de pesquisas recentes que comprovam os pontos positivos, assim como detalhes técnicos sobre os organismos estudados e futuros sistemas de manejo, aplicação e manutenção da tecnologia.

Palavras-chave: *Brachiaria*, *Eucalyptus*, *Panicum*, sistema agroflorestal.

#### CROP-LIVESTOCK-FOREST INTEGRATION SYSTEMS IN MINAS GERAIS

ABSTRACT: Systems with integrated activities on farms provide positive effects on production, agricultural areas, and especially, for farmers. In this sense, we highlight the benefits of integrated crop-livestock-forest in the state of Minas Gerais, where much of farmers practice monoculture and depends on the production versatility for maintenance activities in the fields. In the article below, we discuss aspects related to the integrated production of annual crops, such as corn, soy, beans, rice, sorghum and millet, with forest, and forage species, aiming at the production of grain, maintaining the supply of food for cattle, for a longer period, and timber production. The techniques presented take into account property characteristics, agronomic factors, economic and social. Besides the technical gains, properties with integrated activities contribute to sustainable production and social welfare in the agricultural environment, since no protection to environmental resources such as water, soil organisms beneficial macrobiotic, insects, other organisms that act as natural enemies, among others. Additionally, the activities enable more efficient use of resources the landowner, mostly hand labor. Are presents recent research results that prove the positives points, as well as technical details about the organisms studied and future management systems, implementing and maintaining of this technology.

Keywords: *Brachiaria*, *Eucalyptus*, *Panicum*, agroforestry systems.

## INTRODUÇÃO

A integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) mais do que uma tecnologia ou “pacote” tecnológico deve ser considerada como uma *“estratégia que visa a produção sustentável por meio da integração de atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica”* (BARCELLOS *et al.*, 2011).

Dentro do atual conceito de iLPF estão contemplados as quatro combinações de componentes possíveis, quais sejam: integração Lavoura-Pecuária (agropastoril); integração Pecuária-Floresta (silvipastoril); integração Lavoura-Floresta (agriflorestal); e integração Lavoura-Pecuária-Floresta (agrosilvipastoril).

Neste sentido, cabe ressaltar que o governo federal, dentro do Plano Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC) instituiu o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC), onde a iLPF, contemplando os quatro arranjos acima citados, é considerada uma das tecnologias chaves, contando inclusive com linhas de crédito específicas dentro do Programa ABC com recursos do BNDES e do Banco do Brasil.

A iLPF é uma estratégia de produção que não apresenta limitações quanto ao tamanho da propriedade ou ao nível tecnológico do produtor rural. As possibilidades de combinação entre os componentes do sistema são muitas e os ajustes se fazem necessários, dependendo do interesse do produtor e dos aspectos edafoclimáticos e mercadológicos.

A implantação/adoção da iLPF demanda planejamento criterioso, definindo ações de curto, médio e longo prazo, sendo o condicionamento inicial do solo obrigatório para se começar no sistema.

Nesta revisão, aprofundaremos discussões em ações desenvolvidas no Estado de Minas Gerais em sistemas iLPF que envolvam o componente arbóreo em seu arranjo.

## BENEFÍCIOS AO PRODUTOR E AO AMBIENTE

Sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta, envolvendo os três componentes (lavoura, pecuária e floresta), permitem o uso intensivo e sustentável do solo, com rentabilidade, desde o ano de sua implantação. A intensificação da produção

observada em sistemas iLPF acarretam diversos benefícios ao produtor e ao meio ambiente, melhorando as condições físicas, químicas e biológicas do solo, aumentando a ciclagem e eficiência na utilização dos nutrientes, reduzindo custos de produção da atividade agrícola e pecuária, reduzindo a pressão por abertura de novas áreas, diversificando e estabilizando a renda na propriedade rural e viabilizando a recuperação de áreas com pastagens degradadas.

As produções intermediárias de grãos, fibras, carne, leite etc. possibilitam renda e o custeio do povoamento florestal que, normalmente apresenta prazo de maturação mais longo. A diversificação das atividades também contribui para a fixação do homem no campo devido ao melhor aproveitamento da mão-de-obra durante todo o ano.

Neste sentido, a lavoura anual, além da produção de grãos ou forragem (p. ex. silagem para o período de seca), gera renda no curto prazo que contribui para a amortização do investimento de implantação do sistema iLPF. Assim, os custos necessários para a correção da fertilidade do solo aos níveis exigidos pelas culturas anuais podem ser total ou parcialmente recuperados em uma única safra. Uma vez corrigido o solo, as pastagens em sucessão e as árvores irão se beneficiar dos nutrientes residuais na área. Desta forma, as lavouras anuais podem amortizar os custos de formação e/ou recuperação de pastagens degradadas e mesmo da implantação de árvores na área.

Outra realidade na qual a iLPF tem papel fundamental é na incorporação de áreas de pastagem degradada ao processo produtivo onde, serão necessários, na grande maioria das vezes, todos aqueles cuidados relativos à melhoria do ambiente químico do solo tais como calagem e fertilizações corretivas. Como já foi mencionado anteriormente, culturas anuais, como soja e o arroz são mais indicadas no primeiro ano, mas o milho e o sorgo são as melhores opções para a rotação e/ou sucessão e para o consórcio com capins.

## INTEGRAÇÃO E SINERGIA ENTRE OS COMPONENTES DO SISTEMA

Pressupondo um sistema iLPF constituído contemplando os componentes lavoura anual, pecuária (pastagem) e florestal, podemos destacar diversos pontos de complementação entre estas atividades.

No entanto, vale ressaltar que a utilização do componente lavoura no sistema de iLPF pode ser transitória, uma vez que, dependendo da densidade e arranjo espacial das árvores, a partir do segundo

ano o sombreamento do componente florestal interfere nas produtividades da lavoura. Por outro lado, a utilização de arranjos mais amplos, o uso de espécies florestais com copas que permitam a transmissão de luz para o sub-bosque e o uso de técnica desrama e desbaste do componente arbóreo, ao longo do seu ciclo, pode viabilizar a utilização da lavoura anual por mais tempo no sistema.

As forrageiras perenes (capins) atualmente utilizadas em pastejo no Brasil (braquiárias e panicuns), desde que o sombreamento não seja muito intenso, são capazes de manter as mesmas produtividades em relação a sistemas de monocultivo. No sistema iLPF, além de garantir a produção animal, elas atuam como recicladora de nutrientes após a cultura anual; na estruturação física e aporte de matéria orgânica no solo; na produção de palhada para o plantio direto com qualidade na safra seguinte; podem contribuir no manejo de plantas daninhas e doenças preservando a produtividade da cultura anual e reduzindo custos de produção; fornecer geração de receitas mensais ou anuais até a maturação do componente florestal.

Já o componente arbóreo, além de contribuir com a geração de renda significativa a longo prazo, pode contribuir para o sistema com a reciclagem de nutrientes que se encontram em maiores profundidades e não acessíveis pelas culturas anuais; atuando como quebra-vento e criando um microclima favorável à manutenção da maior umidade na área, beneficiando a pastagem em períodos de seca e melhorando o conforto e, conseqüentemente, o desempenho animal.

## ESCOLHA DAS ESPÉCIES CULTURAIS

Um dos principais fatores para o sucesso de um cultivo consorciado se baseia na complementação entre as espécies envolvidas, uma vez que, durante parte de seu ciclo existe uma competição/interação pelos fatores de produção (luz, água e nutrientes), o que vai interferir no resultado obtido ao final do ciclo da cultura anual. Dessa maneira é importante caracterizar as espécies que irão compor o sistema.

As alternativas de culturas para compor o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta são várias. A escolha vai depender de fatores, tais como a adaptação às condições ambientais (clima, solo, manejo), características da propriedade (tradição de cultivo, nível tecnológico, assistência técnica, infraestrutura e logística), mercado para os produtos e adaptação das espécies ao cultivo consorciado,

pois a maioria das culturas é altamente exigente em luz e não toleram sombreamento.

As culturas de milho, feijão, arroz, sorgo, soja e milheto têm sido empregadas nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. Entre as várias culturas anuais utilizadas em sistemas consorciados, o milho tem se destacado em virtude do rápido crescimento inicial e porte alto, o que facilita a competição com os outros componentes e a colheita mecanizada. Assim, o milho é particularmente interessante para a formação de sistemas consorciados com florestas devido à simplicidade de condução e amplitude de utilização diante de diversidades climáticas, sendo o seu sistema de produção bem difundido entre os produtores.

Da mesma forma, a existência de herbicidas gramínicos seletivos ao milho melhora o controle de plantas daninhas, facilitando os tratamentos culturais. Além do mais, esse cereal apresenta inúmeras aplicações na propriedade agrícola, quer seja na alimentação animal na forma de grãos ou de forragem verde ou conservada (silagem), quer seja na alimentação humana ou na geração de receita mediante a comercialização da produção excedente. 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. Em locais onde o clima favorece o plantio de milho, este cereal tem sido recomendado para compor o sistema, pois consorcia bem tanto com o eucalipto quanto com as gramíneas forrageiras.

O componente arbóreo deve ser selecionado levando-se em consideração os aspectos relacionados à silvicultura da espécie, produção de bens e serviços, ausência de efeitos alelopáticos e de toxidez, arquitetura da copa que deve ser preferencialmente menos densa, dentre outros. As espécies mais utilizadas na iLPF no Brasil são o eucalipto, pinus, mogno africano, cedro australiano, teça, pau-de-balsa, acácias, entre outras.

O eucalipto (*Eucalyptus* sp.) vem sendo difundido para utilização neste sistema por apresentar rápido crescimento, característica esta importantíssima quando se considera a liberação da área para o pastejo e por possuir uma arquitetura de copa compatível com a consorciação com outras culturas. Além do mais, esta espécie se destaca por apresentar práticas silviculturais validadas e disponibilidade de cultivares oriundos de programas de melhoramento florestal, pela produção de madeira para usos múltiplos, por apresentar boa fonte de renda para o produtor e principalmente por sua

capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, podendo ser plantado em todos os biomas brasileiros, sendo amplamente utilizado em reflorestamentos na região do cerrado.

O componente forrageiro deve ser constituído por espécies que apresentem bom crescimento, boa capacidade de perfilhamento, elevado valor nutricional e sobretudo que sejam adaptadas às condições de sombreamento moderado. As forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, muito difundidas para plantio na região de cerrado do Brasil, têm boa tolerância ao sombreamento, também podem ser utilizadas forrageiras de inverno nas regiões de clima temperado (ex. aveia, azevém etc.). Resultados de pesquisa têm demonstrado que não ocorre redução significativa da taxa de crescimento destas forrageiras sob sombreamento moderado.

Devemos ter sempre em mente que quando se intensifica a produção das pastagens no período das águas, o produtor tem que estar preparado para a produção de alimentos suplementares para serem utilizados durante o período seco. Caso contrário, haverá animais excedentes nesse período, o que resultará em desperdício de investimento anterior e ineficiência do sistema de produção, ocasionando superpastejo e, conseqüentemente, a degradação da pastagem.

Outro aspecto relevante a ser considerado é que normalmente em sistemas iLPF é que o número de anos com pastagem pode ser superior a 3 anos, e para se evitar outro ciclo de degradação da pastagem, é necessário a realização de adubações de manutenção para mantê-las produtivas.

#### CRITÉRIOS E INVESTIMENTOS PARA ADOÇÃO E IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS iLPF

Para o produtor rural que realmente pretende adotar o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, há pouco espaço para improvisações. Assim, para um bom planejamento da implantação do sistema iLPF, faz-se necessário um bom diagnóstico envolvendo o levantamento das disponibilidades de máquinas e equipamentos, insumos (sementes, adubos, defensivos químicos etc.), assistência técnica, recursos financeiros, mão-de-obra e condições edafoclimáticas da região para a seleção das culturas/cultivares e definição das melhores épocas de realização das atividades e implantação das culturas.

O condicionamento inicial do solo é obrigatório para começar bem no sistema, sem necessidades de ações corretivas no decorrer do tempo, que podem

atrasar e encarecer o projeto. Portanto, a adequação das condições químicas do solo deve atender às exigências das espécies a serem cultivadas.

Outro ponto a se destacar é o conhecimento do mercado local ou regional onde serão comercializados a produção, especialmente quanto ao tipo de produto florestal a produzir. Além destas considerações o produtor deve pôr em prática todas aquelas decisões comuns para implementação de um novo ano agrícola. Em resumo, o planejamento deve levar em conta tudo aquilo de que o sistema irá demandar no intervalo de um ciclo completo das atividades agrossilvipastoris visto que, pelo menos o componente florestal não poderá ser mudado após sua implantação e isso poderá demorar uma ou duas dezenas de anos.

Importante ressaltar que normalmente o produtor não irá implantar o sistema em toda a propriedade no mesmo momento, ou seja, deve-se dividir a propriedade em glebas e ir introduzindo o sistema integrado anualmente em uma das glebas, assim, após alguns anos implantando o sistema, sempre haverá na propriedade glebas com cultura anual, glebas com pecuária e até mesmo gleba com receita da exploração florestal.

#### EXPERIÊNCIAS COM SISTEMAS iLPF EM MINAS GERAIS

O Estado de Minas Gerais possui grande potencial para exploração florestal, com condições de solo e clima propícias ao cultivo de espécies florestais, grãos, pecuária de leite e de corte.

A região Central de Minas Gerais constitui um polo siderúrgico de grande expressão no Estado, com demanda crescente por madeira reflorestada. Além disso, o estado apresenta um grande número de estabelecimentos rurais onde a atividade leiteira é prioritária. Desta atividade dependem inúmeros produtores e a economia de diversos municípios, que possuem, nas cooperativas e associações de agricultores, um suporte essencial para a atividade rural. Por outro lado, grande parte das pastagens cultivadas no estado de Minas Gerais apresenta algum grau de degradação. A integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) tem demonstrado ser uma tecnologia promissora na recuperação de áreas de culturas e de pastagem degradadas.

A Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (SEAPA) em conjunto com a EMATER-MG, dentro do plano de ação "Integração Lavoura, Pecuária e Floresta em Propriedades Rurais", implantou em diversos

municípios do estado, 264 Unidades Demonstrativas (UD) de sistemas iLPF com as culturas do eucalipto x milho x braquiária. Estas UD foram implantadas nos anos de 2010 e 2011 e os renques de eucalipto foram implantados em diversos arranjos espaciais, predominando o arranjo 10 x 4 metros, baseado na experiência de sucesso deste modelo desenvolvido pela Votorantin Metais no município de Vazante, MG.

A maioria dos sistemas de iLPF implantados na região Central de Minas Gerais, tem utilizado o milho, tanto para colheita de grãos quanto para ensilagem cultivado no sub-bosque de eucalipto e consorciado com o capim-braquiária, principalmente *Brachiaria brizantha*. Nos município de Maravilhas e Florestal, no primeiro ano de implantação do milho consorciado com o eucalipto, foram relatadas produtividades médias de 8.067 kg/ha e 7.470 kg/ha de matéria seca, para o milho colhido para ensilagem (BRS 1030) nos arranjos de 1,10 x 8 m e 2 x 10 m, respectivamente. Os resultados de produção do milho para ensilagem ficaram abaixo do esperado devido a fatores relacionados às condições climáticas e à fertilidade do solo que estava em processo de recuperação. A ocorrência de veranicos no período de florescimento da cultura, também afetou a produção de forragem do milho. Apesar da produção de forragem de milho ter sido inferior àquelas obtidas em monocultivo, é importante ressaltar que o papel do componente agrícola neste sistema é melhorar as características do solo por meio da correção e fertilização, com o objetivo de recuperar as áreas degradadas e gerar renda em curto prazo, contribuindo para amortizar os custos de implantação do sistema.

Para o milho grão foram relatadas produtividades de 6.873 kg/ha e 8.594 kg/ha obtidos em propriedades familiares no município de Maravilhas e Onça do Pitangui, respectivamente (ALBERNAZ *et al.*, 2010). As produtividades de grãos obtidas nestas UD, em propriedades de agricultores familiares, superaram em muito a média nacional (3,75 t/ha) e de Minas Gerais (4,9 t/ha) para o milho plantado em monocultivo (IBGE, 2009). Este resultado pode ser explicado pela utilização de espaçamentos de plantios do eucalipto mais amplos e considerando que no primeiro ano, a competição por luz é menor, permitindo maior iluminação entre as leiras de eucalipto. Resultado semelhante foi relatado por SANTOS *et al.* (2009), para milho grão, plantado na mesma época do eucalipto, no espaçamento de 12 x 2 m, em Viçosa, MG. Estes autores obtiveram altas produtividades de milho grão (média de

7,35 t/ha) cultivado intercalado com o eucalipto, em área de pastagem degradada, recuperada com este sistema. Entretanto, para o milho semeado em plantios florestais já estabelecidos, onde o eucalipto apresentava idade de 24 meses, foi observado redução no peso de espigas e rendimento de grãos em relação ao cultivo do milho solteiro (MACEDO *et al.*, 2006). Segundo este autor, o maior rendimento de grãos de milho nos sistemas consorciados foi obtido nas linhas centrais do eucalipto plantado no arranjo 10 x 4 m. Neste caso, a maior disponibilidade de luz existente no centro do arranjo, decorrentes das maiores distâncias de afastamento das linhas de eucalipto foram responsáveis pelo maior rendimento do milho.

Atendendo à demanda regional, a EPAMIG implantou uma Unidade de Demonstração de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) na Fazenda Experimental de Santa Rita (FESR) em Prudente de Moraes. O projeto foi financiado pela Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (SEAPA) e tem como parceiros a Embrapa Milho e Sorgo, a EMATER e as empresas Votorantin Metais e Asiflor. Em uma área de cinco hectares, onde existia pastagem com predominância de *Brachiaria decumbens* degradada, foi implantado o sistema de iLPF onde estão sendo avaliados o cultivo do milho sob três arranjos de eucalipto em linhas duplas: (3 x 2) + 20 m, (2 x 2) + 9 m e em linha simples: 9 x 2 m e os clones: GG100 (*Eucalyptus urophylla*), I144 (*Eucalyptus urophylla*) e o VM 58 (*E. grandis* x *E. camaldulensis*).

Os resultados obtidos demonstram que no primeiro ano de implantação do eucalipto com a cultura do milho, não foi observado diferença ( $P < 0,05$ ) na produção de forragem de milho para silagem nos diversos arranjos estruturais do eucalipto (Tabela 1), indicando que o eucalipto não interferiu no desenvolvimento do milho. Isto ocorreu porque no início do desenvolvimento do eucalipto a concorrência com a cultura é pequena.

No ano agrícola 2009/2010, ocorreu veranico no mês de janeiro, com precipitações bem inferiores à média histórica para a região, coincidindo com o estágio de florescimento do milho, o que resultou em redução na produtividade do milho silagem, tanto no sistema de iLPF quanto em monocultivo, a pleno sol. No plantio realizado no ano agrícola 2010/2011 o eucalipto apresentava altura acima de 15 m, o que certamente influenciou o nível de sombreamento no espaçamento de 9 m, em linhas duplas.

Não houve influencia dos arranjos avaliados sobre a produtividade e qualidade do capim-

**Tabela 1. Produção de matéria seca do milho cultivado para silagem, sob diferentes arranjos de eucalipto, no sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta e a pleno sol, no período de três anos**

Arranjos de eucalipto	Produção de matéria seca (t/ha) <sup>1</sup>		
	Ano 2008/2009	Ano 2009/2010	Ano 2010/2011
(3 x 2)+20 m	13,08a	10,01a	9,43a
(2 x 2)+9 m	9,48a	4,61b	3,77b
9 x 2 m	13,8a	7,50ab	5,99ab
Pleno sol	12,25	8,74	11,89

<sup>1</sup>Médias na coluna seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

braquiaria, no primeiro ano de implantação do sistema (Tabela 2) (VIANA *et al.*, 2011a). Estes resultados indicam que a redução de luminosidade causada pelo eucalipto, nos diversos arranjos não interferiu no desenvolvimento da braquiária, no primeiro ano de implantação do sistema iLPF, o que pode ser atribuído à 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 x 2) + 9 m, com maiores produções de matéria seca no espaçamento de (3 x 2) + 20 m. 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.*, 2011b).

Vários autores têm descrito sobre a influência da radiação solar e o efeito do sombreamento sobre as características agrônômicas e as produtividades de milho e de outras culturas exploradas em sistemas agroflorestais, sob diversos arranjos (MACEDO *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2007; VIANA *et al.*, 2010; PACIULLO *et al.*, 2011). Entretanto, PORFÍRIO-DA-SILVA (2012) não observou efeito de sombreamento no rendimento do milho cultivado no arranjo de 14 x 3 m na região de Campos Gerais PR, com produtividade média de grãos de 4,25 t/ha no sistema solteiro e 4,55 no

sistema silviagrícola. Deve-se registrar, no entanto que este resultado foi obtido para o consórcio com o eucalipto medindo 4,8 m de altura.

Em área experimental da Embrapa Milho e Sorgo no município de Sete Lagoas, MG, em fevereiro de 2009, foram implantados 6 renques com 100 metros de comprimento de eucalipto no espaçamento 15 x 2 m. Nas faixas entre os renques foram cultivados as culturas do sorgo forrageiro consorciado com capins braquiárias (safra 2010/2011) e milho para silagem e grãos consorciado com capins braquiárias (safra 2011/2012). Na implantação da safra 2010/2011, quando os eucaliptos apresentavam idade de 22 meses, verificou-se uma redução na produtividade de silagem total em torno de 35% da produtividade a pleno sol (Tabela 3), enquanto na safra seguinte observou-se uma redução na produtividade média de silagem em torno de 48% e de grãos em torno de 63%, em relação ao pleno sol.

Neste período verificou-se um incremento médio anual na produção de madeira em torno de 32,5 m<sup>3</sup> (Tabela 4).

Em área contígua, em outubro de 2011 foram implantados mais 6 renques de 100 m de comprimento de eucalipto e, simultaneamente, foi implantado o consórcio do milho mais capins braquiárias entre os renques. As produções de silagem foram semelhantes ao pleno sol, enquanto a produtividade

**Tabela 2. Produção de matéria seca (MS) e composição química da B. decumbens em área de ILPF, no primeiro ano de implantação do sistema**

Arranjos	MS (t/ha)	MS (%)	PB (%)	FDA (%)	FDN (%)	Lignina (%)
(3 x 3) + 20 m	3,38a	23,13a	8,70a	43,79a	71,09a	6,34a
(2 x 2) + 9 m	2,07a	21,25a	9,80a	43,51a	70,69a	6,06a
9 x 2 m	2,32a	22,77a	8,97a	45,10a	70,97a	6,49a

Médias na coluna seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

**Tabela 3. Produtividade de silagem de sorgo e milho consorciados com braquiárias e grãos de milho em sistemas iLPF com o eucalipto implantado em fevereiro de 2009, safras 2010/2011 e 2011/2012**

Safrinha 2010/2012	Produtividade		
	Área total	Área útil	Pleno sol
Produção de Sorgo (t/ha MS)	5,58	4,85	6,56
Produção de capim (t/ha MS)	1,57	1,36	4,5
Produção de Silagem (t/ha MS)	7,15	6,21	11,06
Produção de capim em 05/2011	3,92	3,41	
Safrinha 2011/2012			
Produção Milho silagem (t/ ha MS)	7,2	6,26	13,82
Produção de capim (t/ha MS)	0,68	0,59	1,2
Produção de Silagem (t/ha MS)	7,88	6,85	15,02
Produção de Grão (kg/ha)	3750	3262	9983

GONTIJO NETO (dados não publicados)

**Tabela 4. Incremento anual e produção acumulada de madeira de eucalipto no período 2009/2013, Sete Lagoas, MG**

Produção de madeira no período 2009/2013	$\Delta$ anual (m <sup>3</sup> )	Acumulado (m <sup>3</sup> )
02/2010	2,4	0,0 m <sup>3</sup>
05/2011	36,3	38,7 m <sup>3</sup>
05/2012	32,5	71,2 m <sup>3</sup>
05/2013	29,9	101,1 m <sup>3</sup>

GONTIJO NETO (dados não publicados)

de grãos foi reduzida em 19% (Tabela 5). Na safra seguinte (2012/2013) verificou-se uma redução nas produtividades de silagem e de grãos em torno de 19% (Tabela 5).

Nesta área de iLPF com o eucalipto e o milho consorciado com os capins braquiárias decumbens e ruziziensis implantados simultaneamente em outubro de 2011, GONTIJO NETO *et al.* (2012) e SIMÃO *et al.* (2012) não observaram efeito sobre a produtividade de silagem e de grãos avaliados em diferentes distâncias entre as fileiras de milho e os renques de eucalipto (Tabela 6). Os tratamentos consistiram das distâncias das linhas de milho/capim em relação aos renques de eucalipto, sendo avaliadas as linhas 1 (1 m), 3 (2,4 m), 5 (3,8 m), 7 (5,2 m) e 9 (6,6 m).

Cabe ressaltar que a área útil para a produção de milho neste sistema corresponde a 8700m<sup>2</sup> por hectare implantado com o sistema iLPF, assim, os valores médios das produtividades de grãos e forragens apresentados na Tabela 6 devem ser multiplicados por este fator para estimativa de produção de forragem e grãos no sistema.

Assim, a partir do segundo ano de consorcio foi observado redução na produtividade do milho em consequência do sombreamento do eucalipto

nos arranjos. No caso do trabalho implantado na EPAMIG, pode-se observar que a partir do primeiro ano, a maior produtividade do milho para silagem ocorreu no arranjo estrutural com maior espaçamento entre as faixas de eucalipto, indicando que nesse arranjo há uma maior disponibilidade de radiação solar.

Estas reduções verificadas para as culturas anuais com o aumento do sombreamento podem estar relacionadas ao fato destas culturas pertencerem ao grupo de plantas com metabolismo C4 apresentando elevados rendimentos em áreas com maior radiação solar. De acordo com SANS e SANTANA (2000), a radiação solar, a precipitação e a temperatura atuam eficientemente nas atividades fisiológicas interferindo diretamente na produção de grãos e de matéria seca do milho. De tal modo que a radiação solar incidente sob o dossel torna-se fator altamente determinante da inserção de culturas agrícolas e/ou forrageiras em sistemas silviagrícolas, agrossilvipastoris ou silvipastoris (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Uma vez que o nível de radiação que chega ao sub-bosque é determinante para o crescimento das forrageiras, as produções obtidas para o milho a partir do segundo ano

**Tabela 5. Produtividade de silagem e grãos de milho em sistemas iLPF com o eucalipto implantado em outubro de 2011, safras 2011/2012 e 2012/2013**

Safr	Produtividade		
	Área total	Área útil	Pleno sol
Safra 2011/2012			
Produção de Milho (ponto de silagem)	14,6	12,70	13,82
Produção de capim (t/ha MS)	1,2	1,04	1,2
Produção total de Silagem (t/ha MS)	15,8	13,74	15,02
Produção de Grão (kg/ha)	8072	7022	9983
Safra 2012/2013			
Produção de Milho (ponto de silagem)	18,35	15,96	23,2
Produção de capim (t/ha MS)	1,94	1,69	2,1
Produção total de Silagem (t/ha MS)	20,29	17,65	25,3
Produção de Grão (kg/ha)	8890	7734	11030

GONTIJO NETO (dados não publicados)

**Tabela 6. Produtividade de matéria seca de forragem de capim (PCapim-Sil), milho (PMilho-Sil) e total (PTotal) no ponto de ensilagem, altura, rendimento de grãos (RGrão) e produtividades de matéria seca de forragem de capim no momento da colheita de grãos (PCapim-G) em função das distâncias entre as linhas de milho/capim dos renques de eucalipto, safra 2011/2012**

Parâmetro	Modelos ajustados	
	Milho + <i>Decumbens</i>	Milho + <i>Ruziziensis</i>
PCapim-Sil (kg/ha)	$\hat{y} = 1138$	$\hat{y} = 1751$
PMilho-Sil (kg/ha)	$\hat{y} = 13802$	$\hat{y} = 14690$
PTotal (kg/ha)	$\hat{y} = 14940$	$\hat{y} = 16441$
Altura (m)	$\hat{y} = 2,3$	$\hat{y} = 2,36$
RGrão (kg/ha)	$\hat{y} = 7512$	$\hat{y} = 8284$
PCapim-G (kg/ha)	$\hat{y} = 1367$	$\hat{y} = 3602$

de implantação do sistema estão em função do desenvolvimento do componente arbóreo (relacionado à altura, qualidade do espectro solar e grau de interceptação da luz).

Assim, com base nos resultados apresentados, nestas condições de espaçamento e clima da região, não se recomenda o plantio da cultura do milho após o segundo ano da implantação do eucalipto.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A demanda crescente por informações sobre tecnologias que reduzam os riscos da atividade agropecuária, que agregam valor aos produtos, além de prover serviços ambientais na propriedade tem crescido muito ultimamente. Por outro lado, o momento é oportuno para a exploração de produtos florestais, agrícolas e pecuários e de seus derivados.

Além do mais as questões relacionadas aos serviços ambientais tais como o seqüestro de carbono, a conservação de água e solo, a biodiversidade são vantagens que agregam valor à adoção dos sistemas agrossilvipastoris na propriedade rural.

Resultados de pesquisa têm demonstrado a viabilidade técnica e econômica da utilização da culturas do milho e sorgo nos consórcios com o eucalipto e espécies do gênero *Brachiaria* ou *Panicum* em sistemas de produção iLPF até o segundo ano de implantação do eucalipto, continuando no sistema silvipastoril (eucalipto-pastagem) na área até o momento do corte do eucalipto.

O sistema iLPF envolvendo as culturas do eucalipto, milho/sorgo e capins podem ser recomendados para implantação em regiões definidas como aptas pelo zoneamento agroclimático para as culturas do milho e do sorgo, havendo, inclusive, linhas de crédito específicos

para sistemas iLPF disponibilizadas por instituições financeiras para produtores rurais no estado de Minas Gerais.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERNAZ, W.M.; PINTO JÚNIOR, E.S.; MENDES, M.A. Análise econômica de sistemas de integração lavoura, pecuária e floresta na região central de Minas Gerais. In: ASSIS, A.G. et al. (Ed.). **Tecnologias de produção sustentável de bovinos de leite**. São João del Rei: UFSJ, 2010. p.217-234.
- BARCELLOS, A.O.; MEDRADO, M.J.S.; GRISE, M.M.; SKORUPA, L.A.; ROCHA, W.S. 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.
- GONTIJO NETO, M.M.; SIMÃO, E.P.; QUEIROZ, L.R.; ALVARENGA, R.C.; VIANA, M.C.M. Produtividade de grãos e forragem de milho consorciado com braquiária decumbens em diferentes distâncias em relação a renques de eucalipto. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia, SP. **Anais... Águas de Lindóia**; ABMS, 2012. p.2231-2235.
- MACEDO, R.L.G.; BEZERRA, R.G.; VENTURIN, N.; VALE, R.S.; OLIVEIRA, T.K. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agronômicas de milho cultivado em sistema silviagrícola. **Revista Árvore**, v.30, p.701-709, 2006.
- OLIVEIRA, T.K.; 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, p.40-50, 2007.
- PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; FERNANDES, P.B.; MULLER, M.D.; PIRES, M.F.A.; XAVIER, D.F.; FERNANDES, E.N. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.1176-1183, 2011.
- SANTOS, M.V.; FONSECA, D.M.; FERREIRA, L.R.; OLIVEIRA NETO, S.N.; SANTOS, L.D.T.; REIS, M.R.; ALMEIDA, W.B.; OLIVEIRA, F.L.R.; LIMA, J.G.; LOPES, C.F. Produtividade de milho grão em sistemas agrossilvipastoril com diferentes arranjos e manejos de plantas daninhas. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 7. 2009, Brasília. **Anais...** Brasília: 2009.
- SIMÃO, E.P.; GONTIJO NETO, M.M.; QUEIROZ, L.R.; ALVARENGA, R.C.; VIANA, M.C.M.; SILVA, I.H.S. Efeito da Distância Entre as Linhas da Cultura e o Renque de Eucalipto Sobre o rendimento de grãos e forragem do consórcio milho mais Braquiária Ruziziensis. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29. 2012, Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Águas de Lindóia, SP: ABMS, 2012. p.2262-2267.
- 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., 2011, Belém. **Anais...** Belém: SBZ, 2011b.p. 1-3.
- VIANA, M.C.M.; BOTELHO, W.; VIANA, P.A.; QUEIROZ, D.S.; SILVA, E.A.; VIANA, M.M.S.; GUIMARÃES, 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**, v.89, p.551-551, 2011a.
- VIANA, M.C.M.; MAGALHÃES, L.L.; QUEIROZ, D.S.; OFUJI, C.; MELIDO, R.C.N.; GOMES, R.J.; MASCARENHAS, M.H.T. Experiências com sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v.31, p.98-111. 2010.